



Международный
сельскохозяйственный журнал
Издаётся с 1957 года

ДВУХМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ О ДОСТИЖЕНИЯХ
МИРОВОЙ НАУКИ И ПРАКТИКИ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

BIMONTHLY SCIENTIFIC-PRODUCTION JOURNAL ON ADVANCES
OF WORLD SCIENCE AND PRACTICES IN THE AGROINDUSTRIAL COMPLEX



Журналу присвоены
международные стандартные
серийные номера ISSN:
2587-6740 (print),
2588-0209 (on-line, eng)



«Международный сельскохозяйственный журнал» включен в перечень ВАК рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук (ВАК-2023, категория научной значимости К1)



Публикации в журнале направляются в базу данных Международной информационной системы по сельскохозяйственной науке и технологиям AGRIS ФАО ООН

Журнал включен в список лучших российских журналов, цитируемых на совместной платформе Web of Science и e-Library.ru (RSCI)



Публикации размещаются в системе Российского индекса научного цитирования (РИНЦ) Журнал входит в ядро РИНЦ



Подписку на журнал можно оформить в Электронном каталоге «Пресса России» по ссылке <https://www.pressa-rf.ru/cat/1/edition/i94062/>.
Подписной индекс — 94062.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
А.А. Фомин

Научно-методическое обеспечение раздела
«Земельные отношения и землеустройство»
ФГБОУ ВО ГУЗ

Заместитель главного редактора Т. Казёнова
Редактор выпуска Г. Якушкина
Ответственный секретарь И. Мамонтова
Дизайн и верстка И. Котова
Реклама М. Фомина
Издательство: Е. Сямина, Е. Цинцадзе,
Д. Шевский, С. Комелягина, Н. Пугачев
e-science@list.ru

Учредитель и издатель: ООО «Электронная наука»

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-49235 от 04.04.2012 г.

Свидетельство Московской регистрационной Палаты № 002.043.018 от 04.05.2001 г.

Редакция: 105064, Москва, ул. Казакова, 10/2
тел.: (985) 983-41-64; e-mail: info@mshj.ru;
www.mshj.ru

Адрес для почтовой корреспонденции:
105064, Москва, а/я 62

Дата выхода в свет 15.08.2024 г. Тираж 4500
Цена договорная

© Международный сельскохозяйственный журнал

EDITOR
A.A. Fomin

Scientific and methodological support section
«Land relations and land management»
State University of Land Management

Deputy editor T. Kazennova
Editor G. Yakushkina
Executive secretary I. Mamontova
Design and layout I. Kotova
Advertising M. Fomina
Publishing: E. Syamina, E. Tsintsadze,
D. Shevsky, S. Komelyagina, N. Pugachev
e-science@list.ru

Founder and publisher: ООО «E-science»

Certificate of registration media
PI № FS77-49235 of 04.04.2012

Certificate of Moscow registration Chamber
№ 002.043.018 of 04.05.2001

Editorial office: 105064, Moscow, Kazakova str., 10/2
tel: (985) 983-41-64; e-mail: info@mshj.ru;
www.mshj.ru

Address for postal correspondence:
105064, Moscow, box 62

Date of issue 15.08.2024. Edition 4500
The price is negotiable

© International agricultural journal

Награды
«Международного
сельскохозяйственного
журнала»:

Неоднократно вручались
медали и дипломы
Российской агропромышленной
выставки «Золотая осень»



За вклад в развитие
аграрной науки вручена
общероссийская награда
«За изобилие
и процветание России»



Лауреат национальной
премии имени П.А. Столыпина
«Аграрная элита России»



Земельные отношения и землеустройство

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ / EDITORIAL BOARD

- ВОЛКОВ С.Н.**, председатель редакционного совета, зав. кафедрой Государственного университета по землеустройству, академик РАН, д-р экон. наук, проф., заслуженный деятель науки РФ. Россия, Москва.
VOLKOV SERGEY, Chairman of the editorial Council, head of the department of State university of land use planning, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor, honored scientist of the Russian Federation. Russia, Moscow
- Вершинин В.В.**, д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.
Vershinin Valentin, Dr. Econ. Sciences, Professor. Russia, Moscow
- Гордеев А.В.**, академик РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.
Gordeyev Alexey, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor. Russia, Moscow
- Долгушкин Н.К.**, глав. уч. секретарь Президиума РАН, академик РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.
Dolgushkin Nikolai, chapters. academic Secretary of the Presidium of Russian Academy of Sciences, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor. Russia, Moscow
- Белобров В.П.**, д-р с.-х. наук, проф. Россия, Москва.
Belobrov Viktor, Dr. of agricultural Science, Prof. Russia, Moscow
- Бунин М.С.**, д-р экон. наук, проф., заслуж. деятель науки РФ. Россия, Москва.
Bunin Mikhail, Dr. Econ. Sciences, Professor, honoured. science worker of the Russian Federation. Russia, Moscow
- Завалин А.А.**, академик РАН, д-р с.-х. наук, проф., ФГБНУ «ВНИИ агрохимии». Россия, Москва.
Zavalin Alexey, Acad. RAS, Dr. of agricultural Science, Professor. Russia, Moscow
- Замотаев И.В.**, д-р геогр. наук, проф., Институт географии РАН. Россия, Москва.
Zamotaev Igor, Dr. Georg. Sciences, Professor, Institute of geography RAS. Russia, Moscow
- Иванов А.И.**, чл.-кор. РАН, д-р с.-х. наук, проф., ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт». Россия, Санкт-Петербург.
Ivanov Alexey, corresponding member cor. RAS, Dr. of agricultural Sciences, Professor. Russia, Saint-Petersburg
- Коробейников М.А.**, вице-през. Международного союза экономистов, чл.-кор. РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.
Korobeynikov Mikhail, Vice-PR. International Union of economists, member.-cor. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor. Russia, Moscow
- Никитин С.Н.**, зам. директора ФГБНУ «Ульяновский НИИСХ», д-р с.-х. наук, проф. Россия, Ульяновск.
Nikitin Sergey, Dr. of agricultural science, Professor. Russia, Ulyanovsk
- Романенко Г.А.**, член президиума РАН, академик РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.
Romanenko Gennady, member of the Presidium of the Russian Academy of Sciences, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor. Russia, Moscow
- Петриков А.В.**, академик РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.
Petrikov Alexander, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor. Russia, Moscow
- Ушачев И.Г.**, академик РАН, д-р экон. наук, проф., заслуженный деятель науки РФ. Россия, Москва.
Ushachev Ivan, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor, honored scientist of the Russian Federation. Russia, Moscow
- Савин И.Ю.**, чл.-кор. РАН, д-р с.-х. наук, зам. директора по науч. работе Почвенного института им. В.Докучаева РАН. Россия, Москва.
Savin Igor, corresponding member cor. RAS, Dr. of agricultural Sciences. Russia, Moscow
- Папаскири Т.В.**, д-р экон. наук, проф., врио ректора Государственного университета по землеустройству. Россия, Москва.
Papaskiri Timur, Dr. Econ. Sciences, professor, acting rector of State university of land use planning. Russia, Moscow
- Серова Е.В.**, д-р экон. наук, проф., директор по аграрной политике НИУ ВШЭ. Россия, Москва.
Serova Eugenia, Dr. Econ. Sciences, prof., Director of agricultural policy NRU HSE. Russia, Moscow
- Узун В.Я.**, д-р экон. наук, проф. РАНХиГС. Россия, Москва.
Uzun Vasily, Dr. Econ. Sciences, Professor of Ranepa. Russia, Moscow
- Шагайда Н.И.**, д-р экон. наук, проф., директор Центра агропродовольственной политики Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ. Россия, Москва.
Shagaida Nataliya, Dr. Ekon. Sciences, prof., Director of the Center of agricultural and food policy Russian academy of national economy and public administration. Russia, Moscow
- Широква В.А.**, д-р геогр. наук, зав. отделом истории наук о Земле Института истории науки и техники имени С.И. Вавилова РАН, проф. кафедры почвоведения, экологии и природопользования Государственного университета по землеустройству. Россия, Москва.
Shirokova Vera, Dr. Georg. Sciences, Professor of Department of soil science, ecology and environmental Sciences State university of land use planning. Russia, Moscow
- Хлыстун В.Н.**, академик РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Москва.
Khlystun Viktor, member of the Academy. RAS, Dr. of Econ. PhD, Professor. Russia, Moscow
- Закшевский В.Г.**, академик РАН, д-р экон. наук, проф. Россия, Воронеж.
Zakshevsky Vasily, Acad. RAS, Dr. of Econ. Sciences, Professor. Russia, Voronezh
- Чекмарев П.А.**, академик РАН, д-р с.-х. наук, заместитель президента РАН.
Chekmarev P. A., Acad. RAS, doctor of agricultural Sciences, Deputy President of the Russian Academy of Sciences
- Цыпкин Ю.А.**, д-р экон. наук, проф., зав. кафедрой ФГБОУ ВО «ГУЗ». Россия, Москва.
Tsyppkin Yuri, Dr. Econ. Sciences, Professor, Head of the department of State university of land use planning, Russia, Moscow
- Липски С.А.**, д-р экон. наук, врио проректора по научной работе, заведующий кафедрой земельного права, Государственный университет по землеустройству. Россия, Москва.
Lipski Stanislav, Dr. Econ. Sciences, acting vice-rector for scientific research, head of the department of land law, State University of Land Use Planning. Russia, Moscow
- Гусаков В.Г.**, вице-президент БАН, академик БАН, д-р экон. наук, проф. Белоруссия, Минск.
Gusakov Vladimir, Vice-President of the BAN, Acad. The BAN, Dr. Ekon. Sciences, Professor. Belarus, Minsk
- Пармакли Д.М.**, проф., д-р экон. наук. Республика Молдова, Кишинев.
Permalii Dmitry, Dr. Ekon. Sciences. The Republic Of Moldova, Chisinau
- Ревившвили Т.О.**, академик АСХН Грузии, д-р техн. наук, директор Института чая, субтропических культур и чайной промышленности Грузинского аграрного университета г. Озургети, Грузия.
Revishvili Temur, Acad. of the Academy of agricultural sciences of Georgia, Dr. Techn. Sciences, director of the Institute of tea, subtropical crops and tea industry of Agricultural university of c. Ozurgeti, Georgia
- Мамедов Г.М.**, д-р филос. по аграр. наукам, зам. директора по научной работе Института почвоведения и агрохимии НАН Азербайджана. Азербайджанская Республика, Баку.
Mamedov Goshgar, Dr. of philos. in agricultural sciences, Deputy Director for science of Institute of Soil Science and Agrochemistry of the National Academy of Sciences of Azerbaijan. Republic of Azerbaijan, Baku
- Перемислов И.Б.**, доктор делового администрирования, профессор делового администрирования в Университете Аргоси. США, Феникс.
Peremislov Igor, DBA – Doctor of Business Administration, Professor of Business Administration in Argosy University. USA, Phoenix
- Сегре Андреа**, декан, проф. кафедры международной и сравнительной аграрной политики на факультете сельского хозяйства в университете. Италия, Болонья.
Segre Andrea, Dean, Professor of the chair of international and comparative agricultural policy at the faculty of agriculture at the University. Italy, Bologna
- Чабо Чаки**, проф., заведующий кафедрой и декан экономического факультета Университета Корвинуса. Венгрия, Будапешт.
Cabo Chuckie, Professor, head of Department and Dean of the faculty of Economics of Corvinus. Hungary, Budapest
- Холгер Магел**, почетный проф. Технического Университета Мюнхена, почет. през. Международной федерации геодезистов, през. Баварской Академии развития сельских территорий. ФРГ, Мюнхен.
Holger Magel, honorary Professor of the Technical University of Munich, honorary President of the International Federation of surveyors, President of the Bavarian Academy of rural development. Germany, Munich

СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS



ЗЕМЕЛЬНЫЕ ОТНОШЕНИЯ И ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО LAND RELATIONS AND LAND MANAGEMENT

Рухович Д.И., Шаповалов Д.А., Королева П.В. Детектирование геологически контрастных структур почвенного покрова пахотных угодий при нейросетевой фильтрации больших данных дистанционного зондирования
Rukhovich D.I., Shapovalov D.A., Koroleva P.V. Detection of geologically contrasting structures of the soil cover of arable land using neural network filtering of big remote sensing data 364

Чибиркина Е.А., Комаров С.И. Анализ существующих геопортальных решений для системы прогнозирования и планирования сельскохозяйственного землепользования
Chibirkina E.A., Komarov S.I. Analysis of existing geoportals for forecasting and planning of agricultural land use 368

Жигулина Т.Н., Мерецкий В.А., Кубраков Д.В., Кострицина М.Н., Лучникова Н.М., Боронина Н.Ю., Лебедева Л.В. Геоинформационное моделирование ценовых поверхностей в системе государственной кадастровой оценки
Zhigulina T.N., Meretsky V.A., Kubrakov D.V., Kostritsina M.N., Luchnikova N.M., Boronina N.Yu., Lebedeva L.V. Geoinformation modelling of price surfaces in the system of state cadastral valuation 375

Суринов А.В., Четверикова Н.С. Мониторинг агроэкологических характеристик пахотных почв лесостепной зоны ЦЧР России
Surinov A.V., Chetverikova N.S. Monitoring of agroecological characteristics of agricultural soils of the forest-steppe zone of the Central Region of Russia 379

Сизов А.П., Черных Е.Г., Шукина В.Н., Меркурьева К.Р. Разработка методики тематического дешифрирования космических изображений с целью определения биопродуктивности угодий
Sizov A.P., Chernykh E.G., Shchukina V.N., Merkurieva K.R. Development of a method for the thematic interpretation of space images for the purpose of determining bioproductivity of land 384

Матвеева А.А., Юрина Т.А. Особенности установления охранных зон для линейных объектов на межселенных территориях
Matveeva A.A., Yurina T.A. Features of establishing security zones for linear objects in intervillage territories 388



АГРАРНАЯ РЕФОРМА И ФОРМЫ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ AGRARIAN REFORM AND FORMS OF MANAGING

Аничин В.Л., Добрунова А.И., Яковенко Н.Ю., Акупиан О.С., Белов А.А. Оценка экономического эффекта от субсидирования сельскохозяйственных организаций
Anichin V.L., Dobrunova A.I., Yakovenko N.Yu., Akupiyann O.S., Belov A.A. Assessment of the economic effect of subsidizing agricultural organizations 394

Васильченко М.Я., Дерунова Е.А. Прогнозные тенденции повышения устойчивости производственного потенциала агропродовольственного комплекса России
Vasilchenko M.Ya., Derunova E.A. Forecast trends in increasing the sustainability of production potential of the Russia agrifood complex 399

Рогачев Д.А., Кирейчева Л.В., Юрченко И.Ф., Рогачев А.Ф. Технология управления системным водопользованием с применением методов искусственного интеллекта и моделей — двойников организации
Rogachev D.A., Kireicheva L.V., Yurchenko I.F., Rogachev A.F. System control technology water use using methods artificial intelligence and models — double organizations 404

Продолятченко П.А. Сберегательный потенциал сельского населения
Prodolyatchenko P.A. The savings potential of the rural population 411

Евтушкова Е.П. Темпы роста отрасли сельского хозяйства Уральского федерального округа
Yevtushkova E.P. Growth rates of the agricultural sector Ural Federal District 417



ГОСУДАРСТВЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ И РЕГИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ АПК STATE REGULATION AND REGIONAL DEVELOPMENT APK

Шарапова В.М., Шарапова Н.В., Фарвазова Э.А., Шарапов Ю.В. Государственная поддержка развития растениеводства в Курганской области
Sharapova V.M., Sharapova N.V., Farvazova E.A., Sharapov Yu.V. State support for cropping development in Kurgan region 425

Кухаренко А.А., Паремузова М.Г., Гайдук В.И. Инвестиции в строительство логистического комплекса как фактор развития сельских территорий Краснодарского края
Kukharenko A.A., Paremuzova M.G., Gaiduk V.I. Investments in the construction of a logistics complex as a factor in the development of rural areas Krasnodar territory 429

Приходько И.А., Бандурин М.А., Гераскина Т.В. Оценка возможности интенсификации производства риса в условиях Краснодарского края
Prikhodko I.A., Bandurin M.A., Geraskina T.V. Assessment of the possibility of intensification rice production in the conditions of the Krasnodar region 433

Ботоева Н.Б., Аюшеева С.Н., Михеева А.С. Перспективы развития органического сельского хозяйства на приграничных территориях
Botoeva N.B., Ayusheeva S.N., Mikheeva A.S. Prospects for the development of organic agriculture in border areas 437

Андрющенко С.А., Бондаренко Ю.П. Предпосылки и приоритеты государственной политики регионального развития агропромышленного комплекса России
Andryushchenko S.A., Bondarenko Yu.P. Background and priorities of the state policy of regional development of the agro-industrial complex of Russia 443



ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ENVIRONMENTAL AND FOOD SECURITY

Овчаров А.О., Терехов А.М., Сочков А.Л. Финансовое заражение агропродовольственных рынков зарубежных стран в период энергетического кризиса 2022–2023 гг.
Ovcharov A.O., Terekhov A.M., Sochkov A.L. Financial contagion of agri-food markets of foreign countries during the energy crisis of 2022–2023 448



НАУЧНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ АГРОПРОМЫШЛЕННЫМ КОМПЛЕКСОМ SCIENTIFIC SUPPORT AND MANAGEMENT OF AGRARIAN AND INDUSTRIAL COMPLEX

Магомедов Н.Р., Абдуллаев А.А., Абдуллаев Ж.Н., Бабаев Т.Г. Влияние режима орошения и удобрений на качество зерна озимой пшеницы в условиях Терско-Сулакской низменности Дагестана
Magomedov N.R., Abdullaev A.A., Abdullaev J.N., Babaev T.G. The influence of the irrigation and fertilizer regime on the quality of winter wheat grain in the conditions of the Tersk-Sulak lowland of Dagestan 452

Иовлев Г.А., Побединский В.В., Голдина И.И., Зорков В.С., Несговоров А.Г. Эксплуатационные свойства тракторов с автоматической и механической коробкой перемены передач — сравнительный анализ
Iovlev G.A., Pobedinsky V.V., Goldina I.I., Zorkov V.S., Nesgovorov A.G. Performance properties of tractors with automatic and mechanical gearbox — comparative analysis 456

Ильинский А.В., Евсенкин К.Н., Павлов А.А. Оценка поступления тяжелых металлов и мышьяка с седиментами на пахотные земли пойменного агроландшафта реки Ока
Ilyinsky A.V., Evsenkin K.N., Pavlov A.A. Assessment of the input of heavy metals and arsenic with sediments to arable land of the floodland agrolandscape of the Oka river 461

Криушин Н.В., Плужникова И.И. Эффективность гербицидной защиты в сочетании с препаратами стимулирующего действия и жидким минеральным удобрением в посевах конопли посевной
Kriushin N.V., Pluzhnikova I.I. Effectiveness of herbicide protection in combination with stimulating preparations and liquid mineral fertilizer in crops hemp seed 465

Бакулова И.В. Улучшение посевных качеств и урожайных свойств конопли посевной в процессе репродуктивного цикла
Bakulova I.V. Improvement of the sowing qualities and yield properties of hemp in the process of reproduction 470

Петрова Л.В. Изучение коллекционных сортообразцов овса посевного (*Avena sativa* L.) в условиях Центральной Якутии
Petrova L.V. Study of collectible varieties of oats (*Avena sativa* L.) in the conditions of Central Yakutia 474

Алмосов В.В., Лазарев В.И. Влияние некорневых подкормок гуминовыми удобрениями на продуктивность и качество зерна яровой пшеницы
Almosov V.V., Lazarev V.I. Influence of foler feeding with humic fertilizers on the productivity and quality of spring wheat grain 478

Шулепова О.В., Санникова Н.В. Изучение растительности водных объектов городской среды
Shulepova O.V., Sannikova N.V. Study of vegetation of water bodies of the urban environment 483

Ермолаев Н.Р., Гаджиумаров Р.Г., Юдин С.А., Белобров В.П., Дригидер В.К., Надуткин И.А., Шаповалов Д.А. Стандартизированный индекс minNDTI как критерий для выделения хозяйств, использующих прямую посев
Ermolaev N.R., Gadzhiumarov R.G., Yudin S.A., Belobrov V.P., Dridiger V.K., Nadutkin I.A., Shapovalov D.A. Standardized minNDTI index as a criterion for identifying farms using no-till 487

Шаповал О.А., Мухина М.Т. Изучение биологической эффективности фитомелатонина как перспективного регулятора роста растений
Shapoval O.A., Mukhina M.T. Studying the biological effectiveness of phyto-melatonin as a promising plant growth regulator 492

Магомедова Д.С., Курбанов С.А. Урожайность и качество зерна сортов озимой пшеницы при применении агрохимикатов в условиях Республики Дагестан
Magomedova D.S., Kurbanov S.A. Yield and quality of grain of winter varieties wheat when using agrochemicals in the conditions of the Republic of Dagestan 495



Научная статья

УДК 631.4

doi: 10.55186/25876740_2024_67_4_364

ДЕТЕКТИРОВАНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИ КОНТРАСТНЫХ СТРУКТУР ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПАХОТНЫХ УГОДИЙ ПРИ НЕЙРОСЕТЕВОЙ ФИЛЬТРАЦИИ БОЛЬШИХ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Д.И. Рухович¹, Д.А. Шаповалов², П.В. Королева¹

¹ Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва, Россия

² Государственный университет по землеустройству, Москва, Россия

Аннотация. Пахотные угодья могут иметь разную степень контрастности плодородия в пределах одного сельскохозяйственного поля. Одной из причин формирования высококонтрастных структур почвенного покрова (ВКСПП) является разная глубина подстилания четвертичных отложений пермскими отложениями. ВКСПП на чередовании четвертичных и пермских отложений распространены в республиках Татарстан и Башкортостан, Оренбургской, Самарской и Ульяновской областях. Развитие методов обработки больших данных дистанционного зондирования (БДДЗ) с использованием нейронных сетей (построение мультитемпоральной линии почвы), позволяет вскрыть распространение ВКСПП на больших территориях с детальностью систем точного земледелия. Распределение различной продуктивности сельскохозяйственных культур пространственно совпадает с ВКСПП и определяется контрастными свойствами почвенного покрова. Наибольшие различия в продуктивности сельскохозяйственных культур отмечены для подсолнечника и составляют более 2,5 раз от одной зоны плодородия к другой. Кольцеобразный рисунок ВКСПП и неоднократное чередование колец позволяет повысить продуктивность территории только в рамках систем точного земледелия на основе БДДЗ.

Ключевые слова: структура почвенного покрова, большие данные, мультитемпоральная линия почвы, точное земледелие

Благодарности: исследование выполнено в рамках государственного задания FGUR-2022-0009.

Original article

DETECTION OF GEOLOGICALLY CONTRASTING STRUCTURES OF THE SOIL COVER OF ARABLE LAND USING NEURAL NETWORK FILTERING OF BIG REMOTE SENSING DATA

D.I. Rukhovich¹, D.A. Shapovalov², P.V. Koroleva¹

¹ V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, Moscow, Russia

² The State University of Land Use Planning, Moscow, Russia

Abstract. Cropland can have varying degrees of fertility contrast within the same agricultural field. One of the reasons for the formation of high-contrast soil cover structures (HCSCS) is the different depth of the underlying Quaternary sediments by Permian sediments. HCSCS on alternating Quaternary and Permian deposits are common in the republics of Tatarstan and Bashkortostan, Orenburg, Samara and Ulyanovsk regions. The development of methods for processing big remote sensing data (BRSD) using neural networks (constructing a multi-temporal soil line) makes it possible to reveal the spread of HCSCS over large areas with the detail of precision farming systems. The distribution of different crop productivity spatially coincides with the HCSCS and is determined by the contrasting properties of the soil cover. The greatest differences in the productivity of agricultural crops are noted for sunflower and amount to more than 2.5 times from one fertility zone to another. The ring-shaped pattern of the HCSCS and the repeated alternation of rings makes it possible to increase the productivity of the territory only within the framework of precision farming systems based on BRSD.

Keywords: soil cover structure, big data, multi-temporal soil line, precision agriculture

Acknowledgments: the research was carried out within the framework of state assignment FGUR-2022-0009.

Введение. Развитие точного земледелия с 1989 года [1] актуализирует развитие картографирования структуры почвенного покрова (СПП) и развитие учения о СПП [2]. Еще в 1895 г. В.В. Докучаев разделял географию и топографию почв, т.е. общие закономерности распространения почвенного покрова (ПП) и детальные вариации почвенных комбинаций в крупном масштабе [3]. Практическая же крупномасштабная почвенная картография сложилась десятилетиями позже. Введение терминов педон и полипедон [4] вызывало критику с точки зрения возможности картографирования ПП и практического выделения СПП [5]. Аналогичные русские термины «почвенный индивидуум» [6] и «элементарный почвенный ареал» [2] имели большую практическую и картографическую направленность, которая требовала уже не крупномасштабного почвенного и агрохимического обследования, а детального картографирования в масштабах крупнее 1 : 10 000. Обеспеченность сельскохозяйственных угодий России

почвенными картами крупных масштабов велика [7]. К середине 80-х годов прошлого века все пахотные угодья СССР были обеспечены почвенными картами масштабов 1 : 10 000 и 1 : 25 000. Но не все почвенные карты создавались с учетом выделения СПП. Более детальное почвенное картографирование носило и носит до сих пор характер съемки на ключевых участках, т.е. имеет очень небольшую площадь распространения.

Классическое крупномасштабное почвенное картографирование в СССР не имело четкой внутривидовой направленности [8], т.к. все рекомендации для сельскохозяйственного использования давались для всего сельскохозяйственного поля [9]. Термин «устойчивая внутривидовая неоднородность» (УВН) [8] или внутривидовая неоднородность [10] стал употребляться именно в связи с точным земледелием.

Существуют различные методы распознавания причин неоднородности почвенного покрова, которые можно сгруппировать по основным



принципам исследования: традиционные наземные, моделирование на основе обработки цифровых моделей рельефа и климатических данных, обработка данных дистанционного зондирования (ДДЗ). При обработке ДДЗ могут использоваться отдельные снимки, внутрigoдoвые ряды, мультитременные (многолетние) ряды. При индикации разных почв и их пространственной неоднородности используют как вегетационные индексы (ВИ), отражающие чаще всего растительный покров, так и открытую поверхность почвы (ОПП).

Большую точность [11] и большую трудоемкость вскрытия СПП [12, 13] наземными методами отмечали с самого начала работ по точному земледелию [14]. Альтернативой всегда виделись ДДЗ в начале в виде аэрофотосъемки [12], затем спутниковых данных [15, 16] и БПЛА [17]. Вне этого ряда находятся работы по обработке больших спутниковых данных [18, 19].

Вскрыть высококонтрастные структуры почвенного покрова (ВКСПП) традиционными методами, методами моделирования и методами обработки отдельных кадров ДДЗ ранее не удавалось. ВКСПП не отображены ни на крупномасштабных почвенных картах исследуемой территории, ни в описаниях почв республики Татарстан [20]. Для картографических работ с ВКСПП потребовались новые методы картографирования УВН на больших площадях и на основе новых материалов и новых методов их обработки [19]. В обновлении почвенных карт [8] и составлении карт видов деградации почв [19] удается применить методы обработки больших данных дистанционного зондирования и нейронные сети. Критерием качества новых методов остается анализ наземных характеристик, получаемых при полевых изысканиях.

Цели работы: 1. Выявить специфические высококонтрастные структуры почвенного покрова и установить их влияние на продуктивность сельского хозяйства.

2. Показать высокую точность детектирования ВКСПП для применения в системах точного земледелия.

Объект исследования. Объект исследования находится в лесостепной зоне на границе республики Татарстан и Самарской области (рис. 1) — Бугульминско-Белебеевская возвышенность. Сумма активных температур — 2175, коэффициент увлажнения — 0,84. Исследовались пахотные угодья на черноземах типичных и выщелоченных. Полевые исследования проведены в 2021–2022 гг.

Методы.

1. Нейросетевая фильтрация больших данных дистанционного зондирования.
 - 1.1. Нейросетевая фильтрация сочетаний сцена ДДЗ/сельскохозяйственное поле — отбор подходящих для расчетов ВИ.
 - 1.2. Распознавание ОПП на каждой сцене ДДЗ для расчетов мультитременной линии почвы (МЛП).
2. Построение карт устойчивой внутрigoдoвой неоднородности плодородия почв на основе усреднения мультитременных рядов ВИ.
3. Вычисление коэффициентов МЛП и построение карт коэффициента «С» МЛП. [19]
4. Полевые почвенные изыскания на основе карт внутрigoдoвой неоднородности и коэффициента «С». При полевых изысканиях закладывались почвенные разрезы и отбирались образцы для лабораторных измерений содержания почвенного органического вещества (ПОВ) и карбонатов. Также визуально определялась степень каменистости пахотного горизонта.
5. Замеры урожайности по зонам плодородия. Замеры велись на основе карты устойчивой внутрigoдoвой неоднородности плодородия почв.

Результаты. Карта ОПП — карта коэффициента «С» МЛП. На рис. 2 приведен фрагмент карты коэффициента «С» МЛП построенной на часть Лениногорского района республики Татарстан и Клявлинского района Самарской области. Фрагмент охватывает площадь в 3 500 га. на которой на 10 полях видны кольцеобразные структуры, чередующихся смен мультитременных спектральных яркостей ОПП. На отдельных сценах ДДЗ проследить широту распространения явления сложно (рис. 3). Важно понять, что кольцевые структуры характерные для данного региона, широко распространены и состоят из одинаковых спектральных элементов.

Более темные кольца (оттенки синего цвета) на рис. 2 представлены более гумусированными мощными выщелоченными черноземами. Более светлые (коричневые и желтые оттенки) — это черноземы карбонатные каменистые с неполным или укороченным профилем.

Карта УВН. На рис. 4 приведена карта УВН — карта усреднения мультитременных карт ВИ. Красным показаны зоны пониженного плодородия, желтым среднего, а зеленым повышенного. СПП на рис. 1, 4, 5 идентична. Мощные многогумусные выщелоченные черноземы с низкой отражательной способностью являются наиболее плодородными участками полей

и ВКСПП. Каменистые укороченные карбонатные черноземы имеют самое низкое плодородие. Если карта коэффициента «С» МЛП отображает чередование спектральных характеристик ОПП, то карта УВН отражает чередование участков с разной продуктивностью сельскохозяйственных угодий.

Плодородие. Зоны плодородия карты УВН связаны с мощностью почвенного профиля и степенью каменистости. Но эти факторы по-разному влияют на разные культуры. При неглубокой, разветвленной корневой системе мощности 30–50 см достаточно для нормальной вегетации овса, яровой пшеницы и гороха. Понижение плодородия для этих культур определяется меньшим запасом влаги в красных зонах пониженного плодородия, т.к. запас влаги формируется в глинистой и суглинистой толще. Соотношение урожайности яровой пшеницы (15,98 ц/га и 19,29 ц/га) и гороха (15,78 ц/га и 19,24 ц/га) красной зоны к зеленой составляют только четыре к пяти.

При глубокой, стержневой корневой системе подстиание плотными породами даже на глубине 1 м сильно влияет на формирование культуры. При мощностях почвенного профиля менее 50 см урожайность резко снижается. Для подсолнечника (4,41 ц/га и 12,41 ц/га) соотношение урожайности красной и зеленой зон составляет более чем, один к двум с половиной.

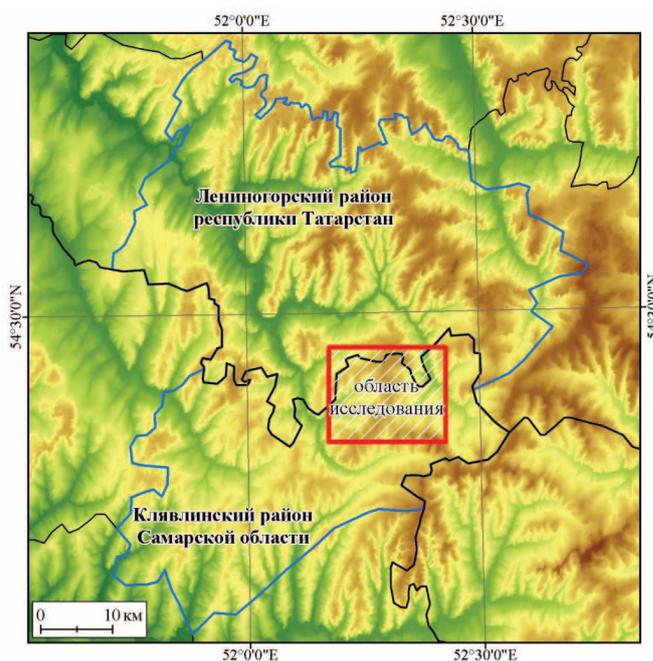


Рисунок 1. Местоположение области исследования
Figure 1. Location of study area

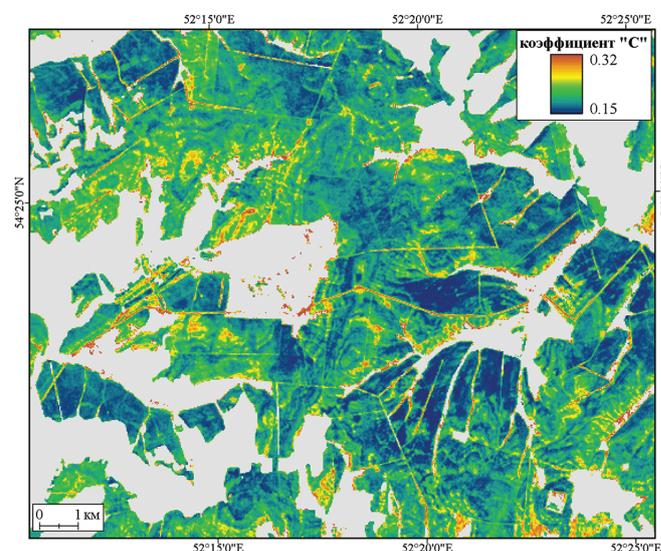


Рисунок 2. Карта коэффициента «С» мультитременной линии почвы
Figure 2. The map of the «С» coefficient of multi-temporal soil line



Рисунок 3. ДДЗ Landsat, 30 августа 1994 г
Figure 3. Landsat 5 image, 30 August 1994

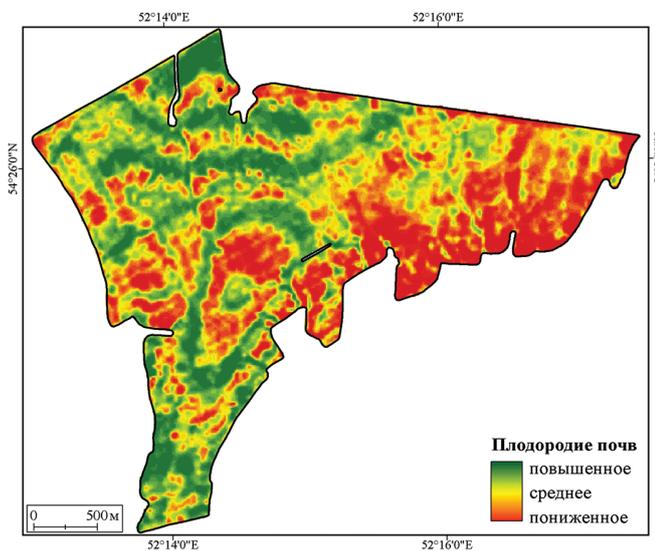


Рисунок 4. Карта устойчивой внутривосковой неоднородности плодородия почв
Figure 4. The map of stable intra-field heterogeneity of soil fertility

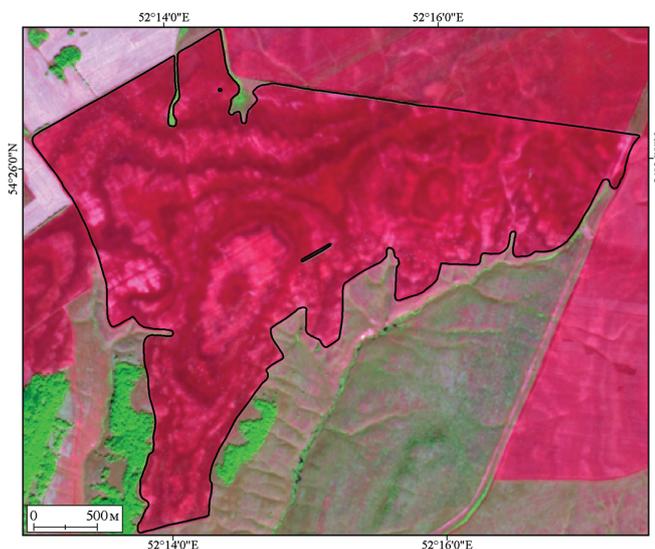


Рисунок 5. ДДЗ Sentinel 5 сентября 2020 г.
Figure 5. Sentinel image, 5 September 2020

Обсуждение. Термин «агатоподобные структуры» почвенного покрова. Для ВКСПП исследуемого района предлагается термин «агатоподобные структуры почвенного покрова» в связи с характерным рисунком ОПП на синтезированных псевдоцветных изображениях ДДЗ. На рисунке 5 приведен синтез каналов SWIR, NIR, GREEN. Рисунок изображения напоминает срез Тиманского агата. Как и на срезе агата чередуются кольцеобразные образования одинакового генезиса и со сходными химическими характеристиками.

Генезис. Чернозем выщелоченный формируется на четвертичных глинистых и суглинистых отложениях по всей территории исследования. Четвертичные отложения подстилаются слоистыми пермскими отложениями. Слои составляют плотные карбонатные образования и красноцветные рыхлые отложения. Гумусовый профиль черноземов выщелоченных не зависит от глубины подстилания пермских отложений и состоит из горизонтов А и АВ суммарной мощностью 40-50 см. Укороченность профиля происходит за счет уменьшения или отсутствия горизонтов В и С, т.е. органические горизонты залегают непосредственно на подстилающей породе — горизонте D.

При некоторой деградации почвенного покрова пашни, в пахотный горизонт может быть вовлечен горизонт D и выщелоченный чернозем становится каменистым и карбонатным. Выщелоченные черноземы с мощностью более 50 см. имеют низкую отражательную способность. Это обусловлено низким содержанием карбонатов, высоким содержанием гумуса и большим влагозапасом. Отражательная способность повышается с уменьшением мощности и увеличением содержания карбонатов, а затем и появлением каменистости. Максимальная яркость фиксируется при наибольшей каменистости пахотного горизонта.

Точное земледелие. Внесение минеральных удобрений не может повлиять на контрастность ВКСПП. Средства химизации не могут снизить негативное влияние на формирование корневой системы подстилания плотными породами или изменить мощность суглинистой толщи, удерживающей влагу. Следовательно внесение одинаковых доз удобрений в среднем по полю приводит к перерасходу удобрений в одних элементах ВКСПП (зонах низкого плодородия) и сильной недостатке элементов питания в других (зонах повышенного плодородия). Конечно это характерно если норма внесения удобрений была рассчитана исходя из валовых измерений урожая со всего поля. Т.е., если дозы удобрений должны компенсировать вынос элементов питания с урожаем.

При составлении карт заданий точного внесения удобрений (ТВУ) под каждую культуру можно рассчитать насколько понизить дозы удобрений в красных зонах без снижения урожайности. Высвободившиеся дозы удобрений можно перенести в зоны повышенного плодородия. При этом общий расход удобрений на поле остается неизменным.

При ТВУ при сохранении неизменной урожайности красной зоны, удалось изменить соотношения урожайности красной и зеленой зон. Для подсолнечника соотношение составило один к семи, а для яровой пшеницы и гороха два к трем. ТВУ позволяет более полно использовать продуктивность отдельных элементов ВКСПП, что повышает общую урожайность поля (валовые сборы).

Закключение. Карта высококонтрастных (агатоподобных) структур почвенного покрова является следствием достижения архивами ДДЗ состояния больших данных и развитием нейросетевых методов обработки БДДЗ. Более тысячи сцен Landsat 4, 5, 7, 8 отфильтровываются для каждого пикселя сельскохозяйственного поля. Отбираются фрагменты ДДЗ пригодные для построения ВИ или оценки спектральных характеристик открытой поверхности почвы. Отфильтрованные десятки и сотни сцен ДДЗ сворачиваются в единый показатель в виде карт устойчивой внутривосковой неоднородности плодородия почв для ВИ или карты коэффициента «С» мультимедийной линии почвы для ОПП. Обе карты позволяют картографировать распространение ВКСПП.

ВКСПП формируются на четвертичных отложениях мощностью от 0,5 до 5 м., подстилаемых плотными пермскими отложениями. Различная мощность четвертичных отложений приводит к формированию черноземов выщелоченных разной мощности и каменистости. В ВКСПП кольцеобразно чередуются через несколько десятков метров мощные выщелоченные черноземы и черноземы карбонатные укороченные каменистые. Укороченные черноземы могут иметь полный профиль органических горизонтов (А и АВ).

Достигнутая точность детектирования (картографирования) АСПП, позволяет создавать карты задания для систем точного земледелия. Точное земледелие в виде дифференцированного применения удобрений и семян, позволяет увеличить валовые сборы с каждого сельскохозяйственного поля без увеличения затрат на удобрения.



Список источников

- Kukutai A. Can Digital Farming Deliver on its Promise. 2016. URL: <http://www.agnewscenter.com/archives.cfm?news=9903>
- Фридланд В.М. Структура почвенного покрова. М.: Мысль, 1972. 423 с.
- Скрябина О.А. Структура почвенного покрова, методы ее изучения. Пермь: Пермская ГСХА, 2008. 151 с.
- Johnson W.M. The pedon and polypedon // Soil Science Society of America, Proceedings. 1963. V. 27, pp. 212-215.
- Webster, R. Fundamental objections to the 7th Approximation. // Journal of Soil Science. 1968. V. 19(2), pp. 354-366. DOI: 10.1111/j.1365-2389.1968.tb01546.x
- Козловский Ф.И. Почвенный индивидуум и методы его определения. Закономерности пространственного варьирования свойств почв и информационно-статистические методы их изучения. М.: Наука, 1970. С. 42-59.
- Симакова М.С. Почвенные карты. Картографическая изученность России (топографические и тематические карты): РАН; Институт географии. Москва, 1999. С. 113-133.
- Kulyanitsa A.L., Rukhovich D.I., Koroleva P.V., Vilchevskaya E.V., Kalinina N.V. Analysis of the informativity of big satellite precision-farming data processing for correcting large-scale soil maps. Eurasian Soil Science. 2020. V. 53(12), pp. 1709-1725. DOI: 10.1134/S1064229320110083.
- Кирюшин В.И. Управление плодородием почв и продуктивностью агроценозов в адаптивно-ландшафтных системах земледелия // Почвоведение. 2019. № 9, С. 1130-1139. DOI: 10.1134/S0032180X19070062
- Белоусов А.А., Белоусова Е.Н. Влияние внутривидовой неоднородности почвенного плодородия на выбор элементов методики полевого опыта // Вестник КрасГАУ. 2013. № 6(81), С. 55-62.
- Wollenhaupt N.C., Wolkowski R.P. Grid soil sampling // Better Crops. 1994. V. 78(4), pp. 6-9.
- Yang C., Anderson G.L. Airborne Videography to Identify Spatial Plant Growth Variability for Grain Sorghum // Precision Agriculture 1, 67-79 (1999). <http://doi.org/10.1023/A:1009917617316>
- Hong S.Y., Sudduth K.A., Kitchen N.R., Drummond S.T., Palm H.L., Wiebold W.J. Estimating within-field variation in soil properties from airborne hyperspectral images // Pecora 15/Land Satellite Information IV/ISPRS Commission I/FIEOS 2002 Conference Proceeding. 2002. <http://www.isprs.org/commission1/proceedings02/paper/00025.pdf>
- Robert P.C. (1982). Evaluation of some remote sensing techniques for soil and crop management. Ph.D. Dissertation, University of Minnesota, St. Paul, MN.
- Ziliani M.G., Altaf M.U., Aragon B., Houborg R., Franz T.E., Lu Y., Sheffield J., Hoteit I., McCabe M.F. Intra-field crop yield variability by assimilating CubeSat LAI in the APSIM crop model. // Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci. 2022. XLIII-B3-2022, pp. 1045-1052. DOI: 10.5194/isprs-archives-XLIII-B3-2022-1045-2022
- Samsonova V.P., Meshalkina J.L., Blagoveschensky Y.N., Yaroslavtsev A.M., Stoorvogel J.J. The role of positional errors while interpolating soil organic carbon contents using satellite imagery. // Precision Agric. 2018. 19, pp. 1085-1099. DOI: 10.1007/s11119-018-9575-4
- Bento N.L., Silva Ferraz G.A., Santana L.S., de Oliveira Faria R., da Silva Amorim J., de Lourdes Oliveira e Silva M., Silva M.M. A., Alonso D.J. C. Soil compaction mapping by plant height and spectral responses of coffee in multispectral images obtained by remotely piloted aircraft system. // Precision Agric. 2024. 25, pp. 729-750. DOI: 10.1007/s11119-023-10090-0
- Liu P., Di L., Du Q., Wang L. Remote Sensing Big Data: Theory, Methods and Applications. // Remote Sensing. 2018. V. 10(5), 711. DOI: 10.3390/rs10050711
- Rukhovich D.I., Koroleva P.V., Rukhovich D.D., Rukhovich A.D., Recognition of the bare soil using deep machine learning methods to create maps of arable soil degradation based on the analysis of multi-temporal remote sensing data. // Remote Sensing. 2022. V. 14(9), 2224. DOI: 10.3390/rs14092224.
- Номенклатура и таксономия основных типов почв Республики Татарстан / Сост. А.А. Шинкарев, А.В. Гусаров, К.Г. Гиниятуллин, Л.В. Мельников, М.К. Латыпов. Казань: Издательство Казанского государственного университета. 2008. 32 с.
- Fridland V.M. (1972). *Struktura pochvennogo pokrova* [Soil cover structure], Moscow, Mysl.
- Skrjabina O.A. (2007). *Struktura pochvennogo pokrova, metody ee izucheniya* [The structure of the soil cover, methods of its study]. Perm, Perm State Agricultural Academy.
- Johnson W.M. (1963). The pedon and polypedon. Soil Science Society of America, Proceedings. vol. 27, pp. 212-215.
- Webster R. (1968). Fundamental objections to the 7th Approximation. Journal of Soil Science, vol. 19, no2, pp. 354-366. DOI: 10.1111/j.1365-2389.1968.tb01546.x
- Kozlovskiy F.I. (1970). *Pochvennyj individuum i metody ego opredeleniya* [Soil individual and methods for its determination]. In: *Zakonomenosti prostranstvennogo var'irovaniya svoystv pochv i informacionno-statisticheskie metody ih izucheniya* [Patterns of spatial variation in soil properties and information and statistical methods for their study], Moscow, Nauka, pp. 42-59.
- Simakova M.S. (1999). *Pochvennye karty* [Soil maps]. In: *Kartograficheskaya izuchenost' Rossii (topograficheskie i tematicheskie karty)* [Cartographic knowledge of Russia (topographic and thematic maps)], Moscow, Publishing house of the Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, pp. 113-133.
- Kulyanitsa A.L., Rukhovich D.I., Koroleva P.V., Vilchevskaya E.V. & Kalinina N.V. (2020). Analysis of the informativity of big satellite precision-farming data processing for correcting large-scale soil maps. Eurasian Soil Science, vol. 53, no 12, pp. 1709-1725. doi: 10.1134/S1064229320110083.
- Kiryushin V.I. (2019). The management of soil fertility and productivity of agroecosystems in adaptive-landscape farming systems. Eurasian Soil Science, vol. 52, no 9, pp. 1137-1145. DOI: 10.1134/S1064229319070068.
- Belousov A.A., Belousova E.N. (2013). *Vliyaniye vnutripol'noj neodnorodnosti pochvennogo plodorodiya na vybor elementov metodiki polevogo opyta* [The influence of intra-field heterogeneity of soil fertility on the choice of elements of the field experiment methodology]? *Vestnik KrasGAU*, vol. 6, no. 81, pp. 30-37.
- Wollenhaupt N.C. & Wolkowski R.P. (1994). Grid soil sampling. Better Crops, vol. 78, no. 4, pp. 6-9.
- Yang C. & Anderson G.L. (1999). Airborne Videography to Identify Spatial Plant Growth Variability for Grain Sorghum. Precision Agriculture, vol. 1, pp. 67-79. DOI: 10.1023/A:1009917617316
- Hong S.Y., Sudduth K.A., Kitchen N.R., Drummond S.T., Palm H.L., & Wiebold W.J. (2002). Estimating within-field variation in soil properties from airborne hyperspectral images. Proceedings of the Pecora 15/Land Satellite Information IV/ISPRS Commission I/FIEOS 2002 conference. Available at: <http://www.isprs.org/commission1/proceedings02/paper/00025.pdf> (accessed 06 June 2024)
- Robert P.C. (1982). Evaluation of some remote sensing techniques for soil and crop management. (PhD Thesis), University of Minnesota, St. Paul, MN.
- Ziliani M.G., Altaf M.U., Aragon B., Houborg R., Franz T.E., Lu Y., Sheffield J., Hoteit I. & McCabe M.F. (2022). Intra-field crop yield variability by assimilating CubeSat LAI in the APSIM crop model. Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., vol. XLIII-B3-2022, pp. 1045-1052. DOI: 10.5194/isprs-archives-XLIII-B3-2022-1045-2022
- Samsonova V.P., Meshalkina J.L., Blagoveschensky Y.N., Yaroslavtsev A.M. & Stoorvogel J.J. (2018). The role of positional errors while interpolating soil organic carbon contents using satellite imagery. Precision Agriculture, vol. 19, pp. 1085-1099. DOI: 10.1007/s11119-018-9575-4
- Bento N.L., Silva Ferraz G.A., Santana L.S., de Oliveira Faria R., da Silva Amorim J., de Lourdes Oliveira e Silva M., Silva M.M. A. & Alonso D.J. C. (2024). Soil compaction mapping by plant height and spectral responses of coffee in multispectral images obtained by remotely piloted aircraft system. Precision Agriculture vol. 25, pp. 729-750. DOI: 10.1007/s11119-023-10090-0
- Liu P., Di L., Du Q. & Wang L. (2018). Remote Sensing Big Data: Theory, Methods and Applications. Remote Sensing, vol. 10, no. 5, 711. DOI: 10.3390/rs10050711
- Rukhovich D.I., Koroleva P.V., Rukhovich D.D., Rukhovich A.D., (2022). Recognition of the bare soil using deep machine learning methods to create maps of arable soil degradation based on the analysis of multi-temporal remote sensing data. Remote Sensing, vol. 14, no. 9, 2224. DOI: 10.3390/rs14092224.
- Shinkarev A.A., Gusarov A.V., Giniyatullin K.G., Melnikov L.V. & Latypov M.K. (comp.) (2008). *Nomenklatura i taksonomiya osnovnykh tipov pochv Respubliki Tatarstan* [Nomenclature and taxonomy of the main soil types in the Republic of Tatarstan], Kazan, Kazan State University Publishing House.

References

- Kukutai, A. (2016). Can Digital Farming Deliver on its Promise. Available at: <http://www.agnewscenter.com/archives.cfm?news=9903> (accessed 06 June 2024)

Информация об авторах:

- Рухович Дмитрий Иосифович**, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией почвенной информатики, ведущий научный сотрудник, Почвенный институт им. В.В. Докучаева, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8002-0698>, landmap@yandex.ru
- Шаповалов Дмитрий Анатольевич**, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры высшей математики, физики и информатики, Государственный университет по землеустройству, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8268-911X>, shapoval_ecology@mail.ru
- Королева Полина Владимировна**, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории почвенной информатики, Почвенный институт им. В.В. Докучаева, ORCID: <http://orcid.org/0009-0000-0689-4621>, soilmap@yandex.ru

Information about the authors:

- Dmitry I. Rukhovich**, candidate of biological sciences, head of the laboratory of soil informatics, leading researcher, V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8002-0698>, landmap@yandex.ru
- Dmitry A. Shapovalov**, doctor of technical sciences, professor, department of higher mathematics, physics and computer science, State University of Land Use Planning, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8268-911X>, shapoval_ecology@mail.ru
- Polina V. Koroleva**, candidate of agricultural sciences, researcher at the soil informatics laboratory, V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, ORCID: <http://orcid.org/0009-0000-0689-4621>, soilmap@yandex.ru



Научная статья
УДК 332.33+332.36
doi: 10.55186/25876740_2024_67_4_368

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ГЕОПОРТАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ СИСТЕМЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ПЛАНИРОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ

Е.А. Чибиркина, С.И. Комаров

Государственный университет по землеустройству, Москва, Россия

Аннотация. В статье приведен анализ развития геопорталов, как мощного информационно-аналитического средства, становящегося неотъемлемым атрибутом любой системы управления территориями. Несмотря на сравнительно недавнее их появление, на сегодняшний день геопорталы уже являются важнейшим инструментом загрузки, передачи, обработки и визуализации данных. В статье авторами проведен обзор существующих наиболее распространенных и эффективных отечественных геопортальных решений, используемых в сельском хозяйстве. Рассмотрена необходимость внедрения геопортала при формировании региональной системы прогнозирования и планирования использования сельскохозяйственного землепользования. Показано, что для целей планирования и прогнозирования использование данного средства анализа и визуализации является наиболее инновационным и эффективным и должно способствовать единству учета сведений о земельных ресурсах, мониторингу земель сельскохозяйственного назначения, повышению взаимодействия между органами власти, оперативному информированию о планах и прогнозах, повышению качества информационного обеспечения процесса управления землями сельскохозяйственного назначения.

Ключевые слова: геопорталы, прогнозирование, региональная система, цифровизация, сельскохозяйственные земли, землепользование

Благодарности: Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-28-01413, <https://rscf.ru/project/23-28-01413/> на базе Государственного университета по землеустройству.

Original article

ANALYSIS OF EXISTING GEOPORTAL SOLUTIONS FOR FORECASTING AND PLANNING OF AGRICULTURAL LAND USE

E.A. Chibirkina, S.I. Komarov

State University of Land Use Planning, Moscow, Russia

Abstract. The article provides an analysis of the development of geoportals as a powerful information and analytical tool that becomes an integral attribute of any territorial management system. Despite their relatively recent appearance, today geoportals are already the most important tool for downloading, transmitting, processing and visualizing data. In the article, the authors conducted an overview of the existing most common and effective domestic geoportals solutions used in agriculture. The necessity of introducing a geoportals in the formation of a regional forecasting and planning system for the use of agricultural land is considered. It is shown that for the purposes of planning and forecasting, the use of this analysis and visualization tool is the most innovative and effective and should contribute to the unity of accounting for information about land resources, monitoring of agricultural lands, increasing interaction between government authorities, prompt information about plans and forecasts, and improving the quality of information support for the land management process for agricultural purposes.

Keywords: geoportals, forecasting, regional system, digitalization, agricultural lands, land use

Acknowledgments: the study was supported by the grant of the Russian Science Foundation No. 23-28-01413, <https://rscf.ru/project/23-28-01413/> on the basis of the State University of Land Use Planning.

Анализ научных публикаций и проведенные авторами исследования явно показывают сложившийся запрос в экспертном сообществе и системе управления на формирование региональных систем прогнозирования и планирования использования земельных ресурсов регионов вообще и сельскохозяйственного землепользования в частности. Утвержденные в каждом субъекте Российской Федерации стратегии социально-экономического развития либо вообще игнорируют сферу землепользования, либо уделяют ей самое поверхностное внимание.

Формирование региональных систем прогнозирования и объединение их затем в федеральную систему является длительным трудоемким процессом, невозможным без использования современных технологий [1], например, геоинформационных систем, облачных сервисов, веб-технологий. Кроме того, на современном уровне развития общества невозможно существование подобных информационно-аналитических систем о территориях без визуального представления в виде геопорталов.

В наиболее общем виде геопорталом называют веб-сайт, который предоставляет доступ к географической информации через веб-сервисы и используется для визуализации данных, поиска информации, использования веб-сервисов и картографических инструментов. Геопорталы бывают глобальными, государственными, региональными или муниципальными.

В настоящем тексте рассмотрим основные виды геопорталов, представленных и используемых в России в сфере землепользования, с целью определения их потенциальной пригодности для использования при формировании региональной системы прогнозирования и планирования использования земель сельскохозяйственного назначения.

Современные геоинформационные системы выполняют множество действий по организации, анализу, визуализации и обработке сведений в каждой сфере — в экономике, космосе, картографии, сельском хозяйстве, землеустройстве, кадастре, обороне, транспорте и т.д. Круг задач, решаемый посредством использования ГИС-систем, разнообразен и постоянно

увеличивается. Сейчас в сфере эффективности использования земельных ресурсов ГИС обеспечивают интеграцию, хранение и анализ различных данных [12].

Грамотное и эффективное управление земельными ресурсами на базе планирования и прогнозирования требует оперативного обращения и доступа к необходимым в процессе работы данным о состоянии земельных ресурсов, что позволяют решить именно ГИС-системы [8]. К сожалению, сегодня существует большая разрозненность в имеющихся сведениях о землях в пределах территории всей Российской Федерации, а особенно остро стоит проблема недостающей информации о землях сельскохозяйственного назначения, так как именно эти земли представляют собой большой стратегический потенциал страны и обеспечивают ее продовольственную безопасность на долгие годы. С помощью ГИС-систем происходит аккумулирование данных о землях сельскохозяйственного назначения, что приводит к накоплению больших данных, возможных для использования в качестве информационной поддержки



управления земельными ресурсами. С целью грамотного и правильного сбора, отображения и получения сведений о рациональном планировании и прогнозировании земель сельскохозяйственного назначения необходимо создание и широкое применение уже современных геоинформационных систем — геопорталов (рис. 1).

Рисунок 1 демонстрирует поэтапное развитие ГИС-систем и создание геопортала. В начале истории создания системы наблюдалась разрозненность данных, имелись карты на разных носителях и в разном масштабе в графическом стиле, отдельно существовали базы данных в текстовом и числовом форматах, космические снимки. Затем с появлением компьютеров были созданы компьютерные программы с целью объединения всей имеющейся информации в одном месте и впоследствии грамотного их отображения, но компьютерные программы только собирали всю имеющуюся информацию и имели способность к упорядочению. Возможность публикации и отображения постоянно обновляемых материалов в свободном доступе отсутствовала.

В 60-е годы прошлого столетия появилась первая географическая информационная система в США под названием «DANLGEN». Изначально ГИС создавалась для создания электронных карт в виде слоев.

Прогресс не стоял на месте и возникла необходимость работы с созданными картами на основе сети Интернет в режиме онлайн, с другими пользователями и в получении информации из любой точки мира. В 1994 г. впервые концепция создания геопортала была реализована в рамках созданной концепции национальной инфраструктуры пространственных данных США президентом государства Б. Клинтон [10], а затем они получили широкое распространение как в Европейских, так и в Азиатских странах.

К настоящему времени геопорталы остаются очень распространены и регулярно используются по причинам их универсальности и доступности, а также отсутствия альтернатив такого же качества. По мнению Ю.С. Синицы [9], это обусловлено простотой и мобильностью сбора сведений из множества источников данных, поиском и использованием их в одном пространстве и единой системе координат. Начиная с 2020 г. наблюдается активный переход на цифровизацию всех сфер, входящих в национальные системы управления земельными ресурсами. В русле этого процесса геопорталы явились логичным шагом развития электронных карт [6].

Рассмотрим несколько активно используемых иностранных геоинформационных порталов зарубежных государств в решении вопросов в области сельского хозяйства. Геопортал Социалистической Республики Вьетнам ориентирован именно на своевременное и качественное управление земельными ресурсами сельского хозяйства, как доминирующей отраслью [2]. Геоинформационный портал Вьетнама представляет собой цифровой атлас сельскохозяйственных земель и позволяет обеспечить кроме быстрого доступа к данным еще и мониторинг земель, в том числе ценных видов угодий, и сельскохозяйственных культур [7]. Загрузка всех данных обеспечивается различными государственными структурами (от национальных институтов до министерств и ведомств). Также отличительной особенностью этого геопортала является то, что в него вносятся сведения, позволяющие

Картография, базы данных,
ДЗЗ

Компьютерные
программы

Геоинформационные
системы

Геопорталы

Рисунок 1. Иерархия ГИС-системы и геопортала
Figure 1. Hierarchy of the GIS system and geportal

осуществлять планирование мероприятий по предотвращению и, при необходимости, смягчению последствий природных катастроф и бедствий. Данные геопортала используются также для страхования посевов сельскохозяйственных культур.

Уже с начала этого столетия все данные в Нидерландах собираются исключительно в электронном виде без бумажного сопровождения. Управление и организация работы по наполнению сведениями национального геопортала осуществляет специально созданное Агентство по кадастру, земельной регистрации и картографии Нидерландов. Именно эта организация сегодня самый крупный производитель картографической информации и поставщик услуг на ее основе для государства и общества.

Геоинформационный портал Австрии обеспечивает открытый и свободный доступ к геоданным и услугам во всех землях. Пользователи могут запрашивать, визуализировать и распечатывать геоданные любой федеральной земли.

В Албании создали геопортал, включающий 43 слоя картографической информации, не только об актуальном административно-территориальном делении, но и других свойствах территорий, необходимых для учета при территориальном планировании. Именно упрощение процесса разработки градостроительных документов стало главной целью создания данного геопортала.

В геопортале инфраструктуры пространственных данных Франции приведены карты и мозаики космических и аэрофотоснимков вплоть до масштаба 1:2000 на территорию страны и заморских департаментов, созданные национальным географическим институтом. Отличительной особенностью данного геопортала являются мощные поисковые функции, позволяющие отфильтровать требуемую информацию по сложноставным запросам.

Национальный геопортал Финляндии на сегодняшний день является единственным официальным национальным геопорталом, содержит в себе 2 самостоятельных блока и дублируется на трех языках [4]. Поиск на портале происходит по географическому названию и числовым значениям.

Геопортал сельскохозяйственных земель был запущен в Индии в 2009 г. Изначально геопортал был ориентирован на сервисы визуализации изображений и карт, но со временем диверсифицировался. В настоящее время геопортал включает тематические карты, связанные со стихийными бедствиями, сельским

хозяйством, водными ресурсами, почвенным покровом и обработанными спутниковыми данными [7]. На геопортале ведутся мониторинговые исследования в рамках эпиднадзора за вредителями и болезнями в сельском хозяйстве. Пользователи могут обмениваться информацией о вредителях и болезнях, получать доступ к геопорталу в режиме реального времени.

Геопортал земельно-информационной системы Республики Беларусь — полнофункциональная геоинформационная система, предназначенная для автоматизации хранения, обработки и предоставления пространственной информации всем заинтересованным лицам для поддержки принятия решений по организации эффективной работы в области землеустройства, геодезии, картографии, земельного, лесного кадастра и кадастра недвижимости, градостроительства и архитектуры, государственного управления и т.д. Геопортал ЗИС состоит из реестра земельных ресурсов и содержит в себе сведения о распределении земель по категориям, видам и землепользователям, составе, структуре, состоянии и качестве использования земель.

Развитие российских геопорталов началось немного позже по сравнению с зарубежными, но по своему функционалу они уже сейчас не уступают мировым лидерам. Термин «геопортал» в России появился относительно недавно, но уже пользуется высоким спросом и практичностью среди различных министерств Российской Федерации и компаний, на государственном, региональном и частном уровнях.

Еще в 2009 г. ученым из Санкт-Петербургского государственного горного университета Е.А. Щербатовой было сформулировано мнение, что геопорталы стали новой быстроразвивающейся отраслью ГИС-индустрии, рассказав в своем исследовании про действующие иностранные геопорталы, обозначив их управленческие задачи в виде создания единой информационной основы и тем самым обеспечения развития высокого уровня территории [11].

По мнению ученого Сибирского государственного университета геосистем и технологий А.В. Шевина, под геопорталом следует понимать единую точку доступа к геопространственной информации Российской Федерации, обеспечивая поиск, просмотр, загрузку метаданных, а также скачивание и публикацию пространственных данных и веб-сервисов в соответствии с правами доступа и видам лицензии на использование материалов. Они являются основой инфраструктуры пространственных данных [10].



Картография

(управление картографическим материалом предприятия; работа с картой как с совокупностью картографических слоев; использование различных видов карт (топографических, кадастровых, космоснимков, данных дистанционного зондирования земли, карт оцифрованных земельных участков) и т.д.).

Геообъекты

(картографическая визуализация пространственных объектов инфраструктуры предприятия: подразделений, производственных объектов, оборудования, транспортных путей, сельскохозяйственных полей и участков, коммуникаций, точек сброса и выброса в окружающую среду загрязняющих веществ, иных объектов; интерактивное размещение на карте пространственных объектов различных типов; поиск объектов в базе данных с отображением на карте результатов поиска).

Мониторинг подвижных объектов

(оперативный контроль местонахождения подвижных объектов, построение треков их движения за заданный период времени; контроль расхода ГСМ транспортным средством; учет и контроль работ, выполненных автотранспортом или сельскохозяйственной техникой).

Кадастр

(ведение базы данных кадастровых земельных участков предприятия; возможность работы с Публичной кадастровой картой Росреестра непосредственно в системе; анализ информации в разрезе кадастрового деления, сопоставление кадастровых и фактических границ земельных участков).

Рисунок 2. Спектр задач, решаемых геопорталом от ЦПС
Figure 2. The range of tasks solved by the GCHQ geoportal

На взгляд ученых Уральского государственного лесотехнического университета, геопорталы являются актуальным и современным продолжением ГИС-систем, которые перестали восприниматься как электронные карты в силу развития современных технологий. Под геопорталами уральцы понимают «инструмент анализа информации для принятия различных управленческих решений (например, мониторинг земель сельскохозяйственного назначения для обеспечения информацией об эффективности использования категории земель сельскохозяйственного назначения региона)» [5].

Официальный сайт геопортала Фонда пространственных данных Российской Федерации приводит определение геопортала, как «ведение каталога метаданных на все пространственные данные и материалы федерального и территориальных картографо-геодезических фондов РФ» [14].

Тем не менее анализ научной литературы и нормативно-правовых актов позволил сделать вывод, что четкого определения термина «геоportal» в России на законодательном уровне не существует.

Геопорталы позволяют найти, просмотреть, загрузить данные, скачать и поделиться ими в соответствии с законодательством Российской Федерации, правом доступа и видом лицензии на использование материалов [6]. Информация в этих системах представлена в виде слоев, что повышает удобство работы, поскольку лишнюю информацию можно всегда отключить. В связи с этим можно уверенно сказать, что обеспечивается принятие более взвешенных решений и более эффективных действий.

Геопортальные технологии являются новым инструментом для осуществления комплексного

подхода к учету, управлению и использованию земель сельскохозяйственного назначения с целью оперативного получения информации на всех уровнях иерархии управления земельными ресурсами и страной в целом [3].

В процессе исследования было выявлено, что на сегодняшний день в сфере сельскохозяйственного землепользования России уже получили широкую известность ряд следующих геопорталов отечественного производства:

- геоаналитическая система «GeoС»;
- облачная платформа «GeoHub»;
- геоаналитическая платформа «RusGis»;
- ГИС АПК;
- система «Спутник-геоportal»;
- геоportal «ИнфоМобил»;

– геоинформационная система промышленных парков.

Геоаналитическая система «GeoС», созданная ООО «ЦентрПрограмСистем» (ЦПС), предназначена для картографической визуализации инфраструктуры пространственных объектов предприятия, сбора и анализа экономических, производственных, управленческих и иных показателей, привязанных к пространственным объектам, отображения значений показателей на интерактивно настраиваемых тематических картах. Геоportal сочетает в себе преимущества двух платформ: 1С и GeoServer, являясь гибко настраиваемым решением для широкого круга корпоративных задач, представленных на рисунке 2.

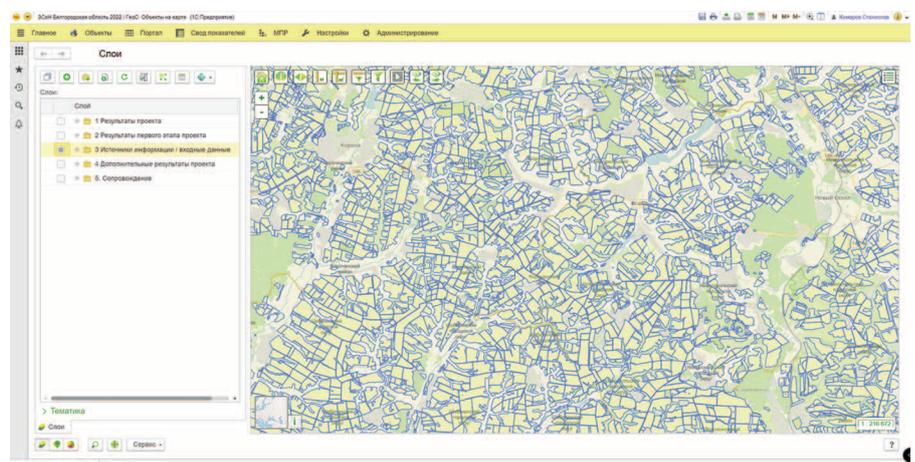


Рисунок 3. Отображение конфигурации геопортала ЦПС: Геоаналитическая система «GeoС»
Figure 3. Displaying the configuration of the GPC geoportal: Geoanalytic system «GeoS»



По мнению разработчиков, данный геопортал является хорошим инструментом в целях лесоуправления, управления пространственными данными и сельского хозяйства (в области автоматизации процессов и даже государственного бюджетного управления), обладая в своей конфигурации отличительными функциями от других геопорталов (рис. 3).

Современная веб-ГИС (облачная платформа) «GeoHub» (рис. 4), созданная компанией «Инно-GeoТех» (г. Казань), предлагает широкий спектр инструментов для анализа и визуализации геоданных и обладает следующими преимуществами:

- визуализация геоданных, в том числе конвертация объектов в 3D, 4D форматы;
- совместное редактирование проектов в режиме одного окна, работа с растровыми и векторными слоями;
- отображение сведений в виде различных слоев информации, создание пространственных запросов и построение отчетов, дашбордов;
- хранение и передача данных в различных картографических форматах;
- работа в браузере без дополнительной установки приложения;
- импортозамещенное решение России, а также включен в реестр отечественного программного обеспечения (ПО).

Этот геопортал уже активно используется Министерством сельского хозяйства Российской Федерации, Министерством сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстан, Министерством лесного хозяйства Республики Татарстан, Министерством природных ресурсов Бурятии и учебными центрами, вузами, расположенными на территории всей страны.

В 2016 г. ПАО «Ростелеком» (г. Москва) разработал и запустил в коммерческую эксплуатацию единого пространства геоданных геоаналитическую платформу «RusGis» («РусГИС») (рис. 5).

Данный геопортал позволяет решить целый спектр прикладных задач, связанных с использованием пространственных данных в самых разных сферах деятельности. При создании системы главным образом компанией, со слов руководителей, были учтены современные тенденции развития больших данных и цифровизации экономики в рамках национальной программы «Цифровая экономика», а также для решения задач в области мониторинга и управления ресурсами — земельными, лесными, сельскохозяйственными. Геопортал «РусГИС» обладает возможностью редактора стилей и каталогом условных знаков.

«РусГИС» сразу был включен в единый реестр российского программного обеспечения и получил свидетельство о государственной регистрации от Роспатента. Комплексное инфраструктурное решение «RusGIS» представляет собой инструмент геоинформационной поддержки для принятия управленческих решений любой тематической направленности, масштабов и уровня, от муниципальных и региональных ведомств до федеральных органов исполнительной власти. Система постоянно модифицируется и оптимизируется, отметили в «Ростелекоме». Одной из последних разработок является создание модуля «Имущественный комплекс», который направлен на выявление объектов недвижимости, не вовлеченных



Рисунок 4. Интерфейс облачной платформы «GeoHub»
Figure 4. The interface of the cloud platform «GeoHub»

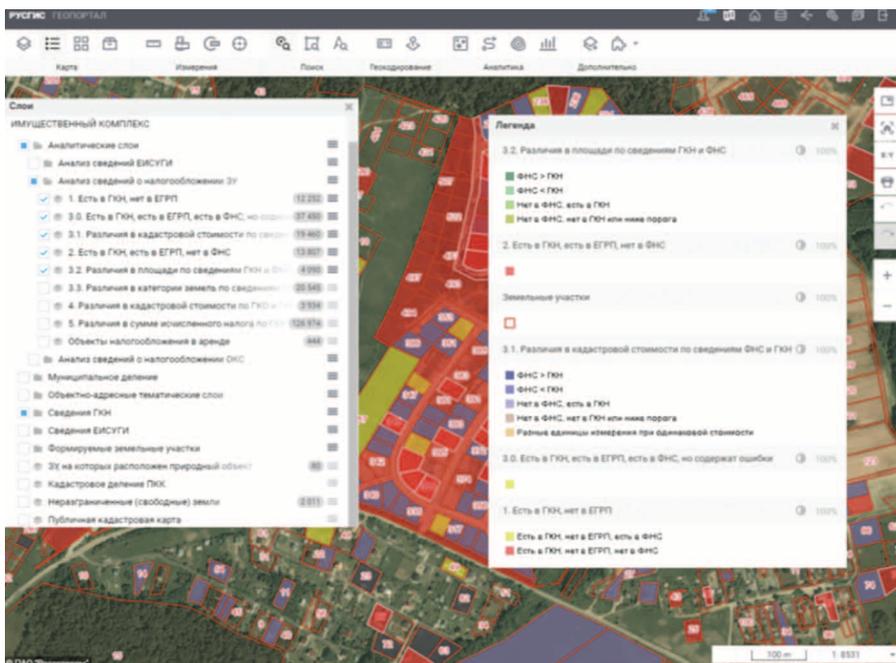


Рисунок 5. Интерфейс геоаналитической платформы «РусГИС»
Figure 5. Interface of the geo-analytical platform «RusGIS»

в налоговый оборот, путем анализа расхождений сведений кадастра недвижимости, реестра прав и сведений об объектах налогообложения и ФНС.

Также необходимо учитывать, что система «РусГИС» обеспечивает высокий уровень безопасности и защиты данных. Все данные хранятся на надежных серверах, которые обеспечивают их сохранность и защиту от несанкционированного доступа.

ГИС АПК (государственная информационная система в сфере агропромышленного комплекса (АПК)) (рис. 6), созданная Министерством цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации (Минцифры) для цифровых сервисов в сфере АПК, является единой системой сбора данных с хозяйств, районов, регионов, информационных систем. Основной функционал программы достаточно широк и представляет успешную реализацию следующих видов задач:

- редактирование границ поля без изменения его целостности;
- деление полей методом покрывающего объекта;

- утверждение границ;
- создание нового поля по точкам;
- создание нового поля копированием из другой карты;
- проверка графических объектов на корректность;
- деление полей по вспомогательному направлению.

ГИС-система «Спутник-геопортал», разработанная компанией АО «Самара-Информспутник» (г. Самара) (рис. 7), решает в своей области следующие вопросы:

- публикация интерактивной карты из различных источников: ГИС Ингео, ArcGIS, MapInfo, QGIS, геопривязанных растров, а также открытых интернет-источников;
- сведение нескольких разнородных источников данных в один проект;
- публикация тематических векторных слоев со структурированным описанием, иллюстрациями и другими связанными медиаданными;
- сбор информации от широкой аудитории пользователей, организация обсуждений и голосований;



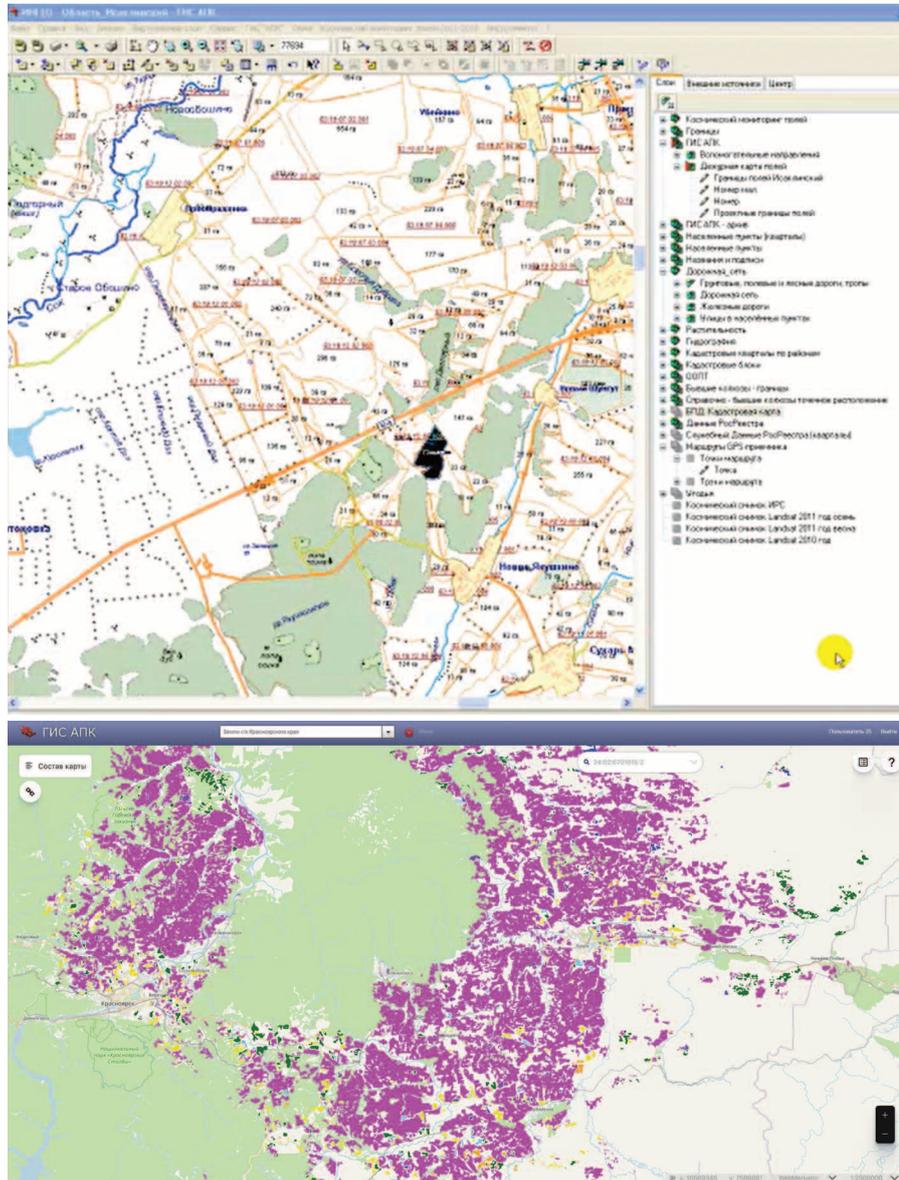


Рисунок 6. Интерфейс геопортала ГИС АПК (в приложении и в браузере)
Figure 6. Geoportals interface GIS APK (in the app and in the browser)

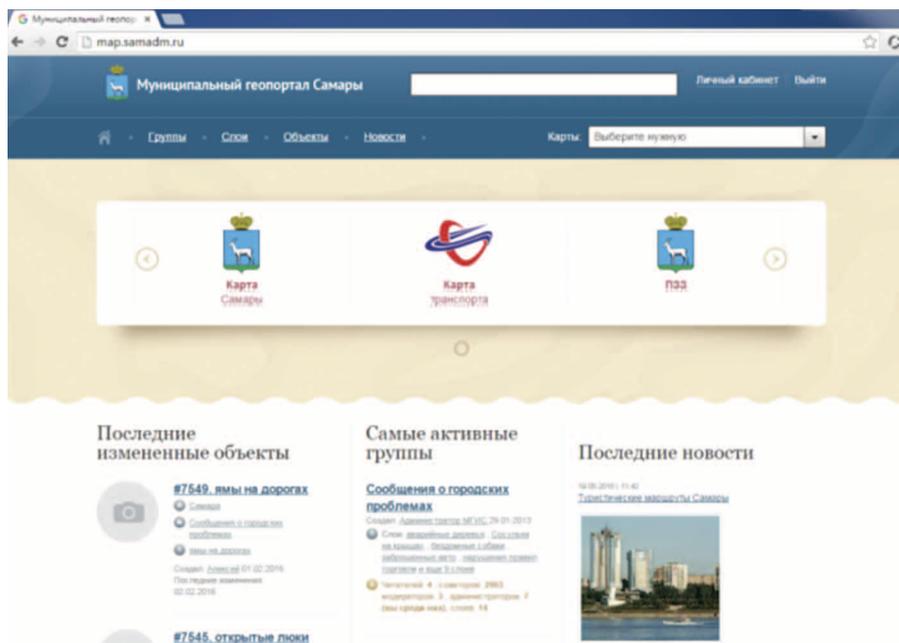


Рисунок 7. Интерфейс «Спутник-геопортал»
Figure 7. Interface «Sputnik-Geoportals»

- коллективная редакторская работа над общими данными через браузер;
- поиск и аналитика по слоям пространственных данных, маршрутный поиск;
- геокодирование — превращение табличных данных с признаком места в пространственные слои;
- ведение зон ответственности различных организаций на основе связанных слоев;
- предоставление ГИС-функциональности для других сайтов (интеграция в учетные системы, мониторинг транспорта и т.п.);
- автономная работа с картой в мобильном приложении [16].

Система «Спутник-геопортал» обладает рядом преимуществ по сравнению с аналогичными порталами: хорошая производительность и возможности масштабирования, возможность работы с разнородными источниками данных, возможность настройки и кастомизации, полноценное редактирование векторных данных, удобство интеграции и др.

Сейчас геопортал активно используется городской администрацией Самары для публикации тематических слоев (планы и отчеты о ремонте дорог), сбор обращений граждан о городских проблемах, информация о газовых сетях региона, мониторинг транспортной инфраструктуры и т.д. Также возможна геопривязка растров. Например, в региональном геопортале Архангельской области ведется «Атлас», состоящий из нескольких сотен тематических карт. Сведения для Атласа поставляются в виде геопривязанных растров, формируемых множеством авторов в различных ГИСах.

Компания ООО «ИНФОНЕТ Мобил» специализируется и имеет опыт в решении большого спектра задач, таких как сбор больших данных, стратегический анализ, анализ географических данных, прогнозные моделирование и др. В связи с накопленным опытом разработчиков был создан и введен в эксплуатацию собственный геопортал компании (рис. 8), предназначенный для целей сбора градостроительной информации. Наполняемость системы происходит через межведомственное информационное взаимодействие с Росреестром, ФНС и ФИАС, министерствами, Комитетом архитектуры.

Геопортал данных ДЗЗ Роскосмоса, разработанный АО «Научно-исследовательский институт точных приборов», эксплуатируется в Научном центре оперативного мониторинга Земли (НЦ ОМЗ) АО «Российские космические системы», действующий с 2010 г. Является геoinформационным ресурсом для доступа к единому банку данных дистанционного зондирования (ДЗЗ) Земли из космоса (рис. 9). Отличительной особенностью Геопортала Роскосмоса является оперативная публикация данных (для просмотра в полном пространственном разрешении), поступающих с космических аппаратов. Основными потребителями данных Геопортала Роскосмоса являются органы государственной власти Российской Федерации (МЧС, Минприроды, Росгидромет). Наряду с органами государственной власти, заказать данные ДЗЗ могут коммерческие организации и частные лица. Пользователю необходимо лишь выбрать район и выполнить поиск по каталогу космических снимков [13].

Геоинформационная система промышленных парков и кластеров Российской Федерации (ГИСИП) была разработана по заказу Министерства промышленности



и торговли Российской Федерации, компанией ORBIS (г. Калуга) в 2015 г. Геопортал представляет собой интерактивные карты с послойно «привязанной» к ней информацией, содержит сведения в графическом и текстовом форматах о проектируемых, создаваемых и действующих объектах, их обеспеченности инфраструктурой (рис. 10). Основная задача при его создании — реализация планируемых мероприятий по мониторингу и прогнозированию ряда показателей, характеризующих инфраструктурное развитие регионов и промышленных парков.

Кроме федеральных геопорталов ежегодно только увеличивается перечень региональных, созданных, как правило, в нашей стране на основе перечисленных выше, и уже сейчас их число насчитывается в более 60 региональных ГИС и геопорталов (Геопортал Архангельской области (разработчик: ЗАО «Самара-Информспутник»), Атлас Волгоградской области (разработчик: ГБУ «Центр информационных технологий Волгоградской области»), Геопортал Республики Калмыкия (разработчик: ПАО «Ростелеком»), ГИС территориального планирования Кемеровской области (разработчик: «ГЕОКАД плюс») и многие другие, активно функционирующие сейчас на рынке [15]).

По мнению авторского коллектива, геопортал, входящий в состав региональной системы прогнозирования и планирования, должен решать следующие задачи:

- обеспечивать единство учета сведений о земельных ресурсах региона из различных источников;
- способствовать мониторингу земель сельскохозяйственного назначения, в том числе зарастания древесно-кустарниковой растительностью;
- повышение взаимодействия между органами власти, снижение разрозненности сведений и данных из разных источников;
- оперативное информирование о планах и прогнозах использования земель сельскохозяйственного назначения;
- повышение качества информационного обеспечения процесса выработки управленческих решений.

Таким образом, можно сделать вывод, что именно геопорталы являются рациональным решением в целях отображения сведений о землях сельскохозяйственного назначения и их наглядности, а затем использование этой информации послужит повышению качества планирования и прогнозирования земельных ресурсов.

Стоит отметить, что разработка геопортала является трудоемким и высокотратным процессом. Тем не менее экономические последствия негативных процессов, возникающих на землях сельскохозяйственного назначения вследствие отсутствия эффективной системы планирования и прогнозирования сельскохозяйственного землепользования, обходятся бюджетам всех уровней значительно дороже.

Список источников

1. Антропов Д.В., Комаров С.И. Классификация регионов страны в целях прогнозирования и планирования по показателям системы регионального землепользования // Международный сельскохозяйственный журнал. 2024. № 2 (398). С. 130-134. doi: 10.55186/25876740_2024_6_7_2_130. EDN ZFCQME
2. Бурова Е.С. Аграрный сектор Вьетнама на перепутье дорог: достижения, проблемы и перспективы // Независимый Вьетнам: национальные интересы и ценности: статьи международной онлайн конференции, Москва,



Рисунок 8. Интерфейс геопортала «ИнфоМобил»
Figure 8. Interface of the InfoMobil geportal

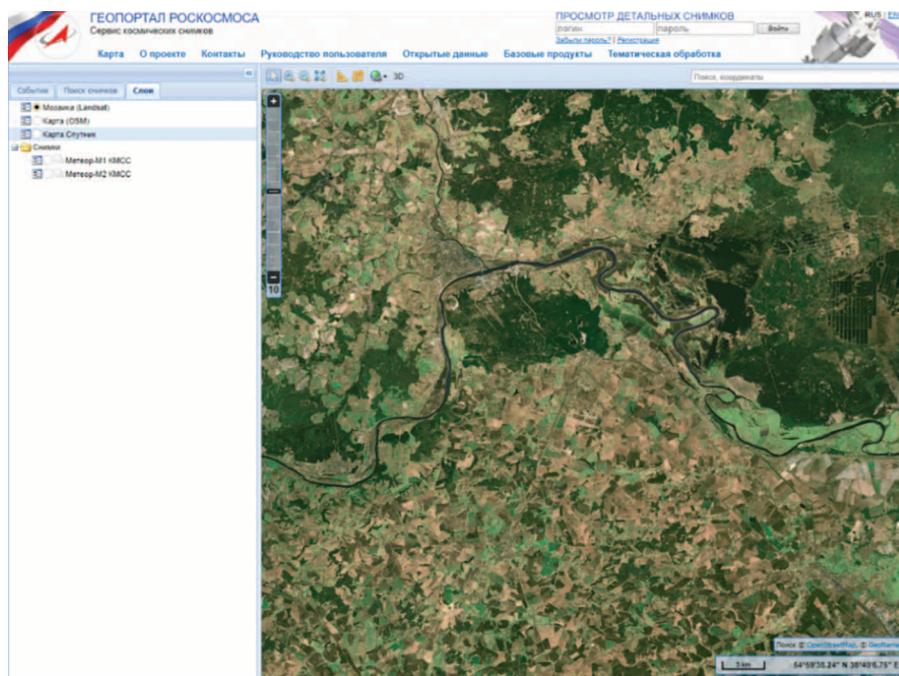


Рисунок 9. Интерфейс геопортала данных ДЗЗ Роскосмоса
Figure 9. Interface of the Roscosmos Remote Sensing data geportal

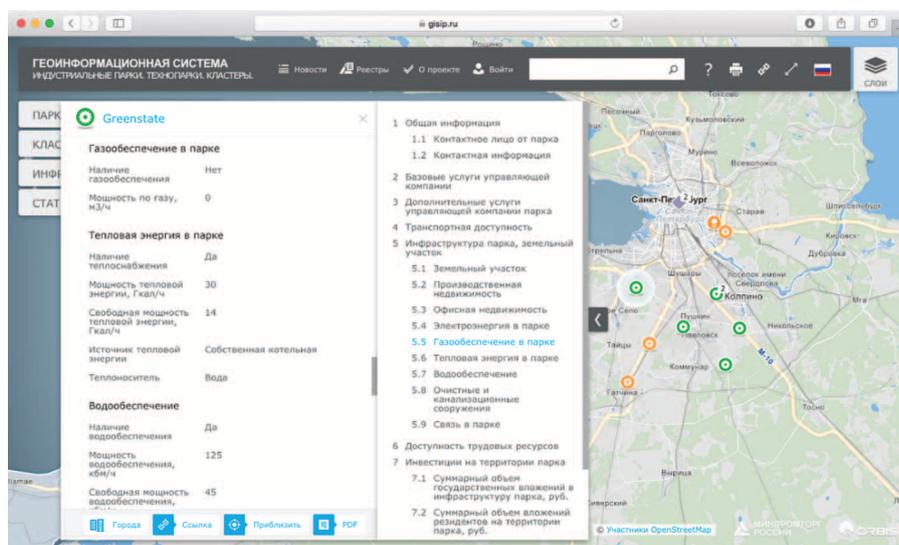


Рисунок 10. Интерфейс ГИС об промышленных парках, технопарках, кластерах на территории Российской Федерации
Figure 10. GIS interface about industrial parks, technoparks, clusters on the territory of the Russian Federation



21-22 октября 2020 г. М.: Институт Дальнего Востока Российской академии наук, 2021. С. 100-115. doi: 10.24412/cl-36362-2021-1-100-115. EDN DTLRDW

3. Горобцов С.Р., Подрядчикова Е.Д. Сравнительный анализ современного российского опыта геопортальных решений для целей муниципального управления // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2014. Т. 3. № 2. С. 150-158. EDN SBORS

4. Ковтун С.Ю. История развития геоинформационных технологий (становление инфраструктуры пространственных данных) // Охрана окружающей среды и природопользование. 2013. № 1. С. 52-56. EDN RVASYT

5. Коковин П.А., Тернов А.А., Беляев Е.В. Геопортальные технологии, как инструмент управления территориями // Культура и экология — основы устойчивого развития России. Зеленый мост через поколения. Часть 1: материалы международного форума (Екатеринбург, 12-15 апреля 2019 г.). Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2019. С. 77-85.

6. Комаров С.И. Структура геопортального решения для целей оценки ресурсного потенциала // Цифровизация землепользования и землеустройства: тенденции и перспективы, Москва, 14 ноября 2023 г. М.: Государственный университет по землеустройству, 2024. С. 78-85.

7. Саница Ю.С. Обзор зарубежных геопорталов, отображающих сведения о сельскохозяйственных землях // Цифровизация землепользования и землеустройства: тенденции и перспективы, Москва, 14 ноября 2023 г. М.: Государственный университет по землеустройству, 2024. С. 168-175.

8. Саница Ю.С., Комаров С.И. Оценка земель сельскохозяйственного назначения: российский и зарубежный опыт // Имущественные отношения в Российской Федерации. 2020. № 6 (225). С. 42-49. doi: 10.24411/2072-4098-2020-10602. EDN QXNYSZ

9. Саница Ю.С., Рассказова А.А. Цифровизация управления земельными ресурсами (обзор международных практик) // Актуальные проблемы землеустройства, кадастра и природообустройства: материалы V международной научно-практической конференции факультета землеустройства и кадастров ВГАУ, Воронеж, 28 апреля 2023 г. Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2023. С. 485-491. EDN WTOMQX

10. Шевин А.В. Геопорталы как базовые элементы инфраструктуры пространственных данных: анализ текущего состояния вопроса в России // Вестник СГУиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). 2016. № 3 (35). С. 102-110. EDN XUYUEJ

11. Щербатова Е.А. Геопортал как инструмент управления территориями // Записки Горного института. 2009. Т. 181. С. 93-95.

12. Cherkashina, E.V., Shapovalov, D.A., Komarov, S.I. (2021). Land rating as basis for spatio-temporal scenarios of land organization. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: 2021 International Symposium "Earth Sciences: History, Contemporary Issues and Prospects, ESHCIP 2021"*, Moscow, March 10, 2021, vol. 867. IOP Publishing Ltd, p. 012138. doi: 10.1088/1755-1315/867/1/012138. EDN JFDC

13. Геопортал данных ДЗЗ Роскосмоса // Роскосмос. URL: <https://www.roscosmos.ru/25638/> (дата обращения: 30.04.2024).

14. Инфраструктура пространственных данных Российской Федерации: опыт, технологии, особенности // Esri cis Arc Review. 2008-2024. URL: <https://arcview.esri-cis.ru/2012/10/15/spatial-data-infrastructure/#::~:~:text=%D>

0%93%D0%B5%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82%D0%B0%D0%BB%20%D0%98%D0%9F%D0%94%20%D0%A0%D0%A4%20(www.ndsi.ru) (дата обращения: 30.04.2024).

15. Региональные геопорталы // GISGeo Геоинформационные технологии. URL: <https://gisgeo.org/geoportaly/regionalnye/> (дата обращения: 30.04.2024).

16. Спутник-Геопортал // АО Самара-Информспутник. URL: <https://samis.geosamara.ru/products/detail.php?ID=15> (дата обращения: 30.04.2024).

References

1. Antropov, D.V., Komarov, S.I. (2024). Klassifikatsiya regionov strany v tselyakh prognozirovaniya i planirovaniya po pokazatelyam sistemy regional'nogo zemlepol'zovaniya [Classification of the county's regions for the purpose of forecasting and planning according to the indicators of the regional land use system]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaystvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 2 (398), pp. 130-134. doi: 10.55186/25876740_2024_67_2_130. EDN ZFCQME

2. Burova, E.S. (2021). Agrarnyy sektor V'etnama na pereput'e dorog: dostizheniya, problemy i perspektivy [Vietnam's agriculture at a critical juncture: achievements, challenges and prospects]. *Nezavisimyy V'etnam: natsional'nye interesy i tsnnosti: stat'i mezhdunarodnoi onlain konferentsii, Moskva, 21-22 oktyabrya 2020 g.* [Independent Vietnam: National interests and values: articles of the international online conference, Moscow, October 21-22, 2020]. Moscow, Institute of Far Eastern Studies of the Russian Academy of Sciences, pp. 100-115. doi: 10.24412/cl-36362-2021-1-100-115. EDN DTLRDW

3. Gorobtsov, S.R., Podryadchikova, E.D. (2014). Sravnitel'nyi analiz sovremennogo rossiiskogo opyta geoportal'nykh reshenii dlya tselei munitsipal'nogo upravleniya [Comparative analysis of modern Russian experience geoportall decisions for municipal management]. *Interekspo Geo-Sibir'* [Interexpo GEO-Siberia], vol. 3, no. 2, pp. 150-158. EDN SBORS

4. Kovtun, S.Yu. (2013). Istoriya razvitiya geoinformatsionnykh tekhnologii (stanovlenie infrastruktury prostranstvennykh dannykh) [History of the development of geo-information technologies (the formation of the spatial data infrastructure)]. *Okhrana okruzhayushchei sredy i prirodopol'zovanie*, no. 1, pp. 52-56. EDN RVASYT

5. Kokovin, P.A., Ternov, A.A., Belyaev, E.V. (2019). Geoportall'nye tekhnologii, kak instrument upravleniya territoriei [Geoportall technologies as a tool for territory management]. *Kultura i ehkologiya — osnovy ustoychivogo razvitiya Rossii. Zelenyy most cherez pokoleniya. Chast' 1: materialy mezhdunarodnogo foruma (Ekaterynburg, 12-15 aprelya 2019 g.)* [Culture and ecology are the foundations of Russia's sustainable development. A green bridge across generations. Part 1: Proceedings of the International Forum (Ekaterynburg, April 12-15, 2019)]. Ekaterinburg, Ural Federal University, pp. 77-85.

6. Komarov, S.I. (2024). Struktura geoportall'nogo resheniya dlya tselei otsenki resursnogo potentsiala [The structure of the geoportall solution for the purpose of assessing the resource potential]. *Tsifrovizatsiya zemlepol'zovaniya i zemleustroistva: tendentsii i perspektivy, Moskva, 14 noyabrya 2023 g.* [Digitalization of land use and land management: trends and prospects, Moscow, November 14, 2023]. Moscow, State University of Land Use Planning, pp. 78-85.

7. Sinita, Yu.S. (2023). Obzor zarubezhnykh geoportalov, otobrazhayushchikh svedeniya o sel'skokhozyaystvennykh

zemlyakh [Overview of foreign geoportals displaying information about agricultural lands]. *Tsifrovizatsiya zemlepol'zovaniya i zemleustroistva: tendentsii i perspektivy, Moskva, 14 noyabrya 2023 g.* [Digitalization of land use and land management: trends and prospects, Moscow, November 14, 2023]. Moscow, State University of Land Use Planning, pp. 168-175.

8. Sinita, Yu.S., Komarov, S.I. (2020). Otsenka zemel' sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya: rossiiskii i zarubezhnyy opyt [Agricultural land's valuation: Russian and foreign experience]. *Imushchestvennyye otnosheniya v Rossiiskoi Federatsii* [Property relations in the Russian Federation], no. 6 (225), pp. 42-49. doi: 10.24411/2072-4098-2020-10602. EDN QXNYSZ

9. Sinita, Yu.S., Rasskazova, A.A. (2023). Tsifrovizatsiya upravleniya zemel'nymi resursami (obzor mezhdunarodnykh praktik) [Digitalization of land management (review of international practices)]. *Aktual'nye problemy zemleustroistva, kadastra i prirodoobustroistva: materialy V mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii fakul'teta zemleustroistva i kadastrv V GAU, Voronezh, 28 aprelya 2023 g.* [Actual problems of land management, cadastre and environmental management: materials of the V International Scientific and Practical Conference of the Faculty of Land Management and Cadastre of the V GAU, Voronezh, April 28, 2023]. Voronezh, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, pp. 485-491. EDN WTOMQX

10. Shevin, A.V. (2016). Geoportall kak bazovyye ehlementy infrastruktury prostranstvennykh dannykh: analiz tekushchego sostoyaniya voprosa v Rossii [Geoportalls as a basic elements of spatial data infrastructure: analysis of current status of the issue in Russia]. *Vestnik SGUGiT (Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta geosistem i tekhnologii)* [Vestnik of SSUGT (Siberian State University of Geosystems and Technologies)], no. 3 (35), pp. 102-110. EDN XUYUEJ

11. Shcherbatova, E.A. (2009). Geoportall kak instrument upravleniya territoriei [Geoportall as a tool of territory management]. *Zapiski Gornogo instituta* [Journal of Mining Institute], vol. 181, pp. 93-95.

12. Cherkashina, E.V., Shapovalov, D.A., Komarov, S.I. (2021). Land rating as basis for spatio-temporal scenarios of land organization. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: 2021 International Symposium "Earth Sciences: History, Contemporary Issues and Prospects, ESHCIP 2021"*, Moscow, March 10, 2021, vol. 867. IOP Publishing Ltd, p. 012138. doi: 10.1088/1755-1315/867/1/012138. EDN JFDC

13. Geoportall dannykh DZZ Roskosmosa [Roskosmos Remote Sensing Data Geoportall]. *Roskosmos*. Available at: <https://www.roscosmos.ru/25638/> (accessed: 30.04.2024).

14. Infrastruktura prostranstvennykh dannykh Rossiiskoi Federatsii: opyt, tekhnologii, osobennosti [Spatial data infrastructure of the Russian Federation: experience, technologies, features]. *Esri cis Arc Review. 2008-2024*. Available at: [\(https://arcview.esri-cis.ru/2012/10/15/spatial-data-infrastructure/#::~:~:text=%D0%93%D0%B5%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82%D0%B0%D0%BB%20%D0%98%D0%9F%D0%94%20%D0%A0%D0%A4%20\(www.ndsi.ru\)](https://arcview.esri-cis.ru/2012/10/15/spatial-data-infrastructure/#::~:~:text=%D0%93%D0%B5%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82%D0%B0%D0%BB%20%D0%98%D0%9F%D0%94%20%D0%A0%D0%A4%20(www.ndsi.ru)) (accessed: 30.04.2024).

15. Regional'nye geoportall [Regional geoportalls]. *GISGeo Geoinformatsionnyye tekhnologii* [GISGeo Geoinformation technologies]. Available at: <https://gisgeo.org/geoportaly/regionalnye/> (accessed: 30.04.2024).

16. Sputnik-Geoportall [Satellite-Geoportall]. *AO Samara-Infornsputnik* [Samara-Infornsputnik JSC]. Available at: <https://samis.geosamara.ru/products/detail.php?ID=15> (accessed: 30.04.2024).

Информация об авторах:

Чибиркина Евгения Александровна, оператор лаборатории научных и методических проблем кадастров кафедры кадастра недвижимости и землепользования, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0047-3046>, SPIN-код: 2519-3054, evgeniya.18.06@mail.ru

Комаров Станислав Игоревич, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры кадастра недвижимости и землепользования, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3136-1058>, SPIN-код: 5204-8080, komarovsi@guz.ru

Information about the authors:

Evgeniya A. Chibirkina, computer operator of the laboratory of scientific and methodological problems of cadastres of the department of real estate cadastre and land use, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0047-3046>, SPIN-код: 2519-3054, evgeniya.18.06@mail.ru

Stanislav I. Komarov, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the department of real estate cadastre and land use, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3136-1058>, SPIN-код: 5204-8080, komarovsi@guz.ru



Научная статья

УДК 332.6

doi: 10.55186/25876740_2024_67_4_375

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЦЕНОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ В СИСТЕМЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКИ

Т.Н. Жигулина, В.А. Мерецкий, Д.В. Кубраков, М.Н. Кострицина,
Н.М. Лучникова, Н.Ю. Боронина, Л.В. Лебедева

Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул, Россия

Аннотация. В системе массовой (кадастровой) оценки объектов недвижимости знания о территориальной динамике рыночных цен, территориальном распределении спроса и предложения имеет чрезвычайно важное значение, поскольку используется в качестве основы для экономико-математического моделирования кадастровой стоимости, так и индикативно — как ценовой рыночный ориентир корректности определения стоимости. Целью настоящего исследования является проведение геоинформационного моделирования отдельного вида ценовых поверхностей (поверхностей спроса и поверхностей предложения), использование которых возможно в системе государственной кадастровой оценки. Научная новизна исследования заключается в применении известного метода к новому объекту исследования: в построении TIN-поверхностей спроса и предложения при проведении аналитики рынка недвижимости в системе государственной кадастровой оценки. Статистическая обработка исходных данных проводилась выборочным методом с использованием средств встроенного статистического анализа «Описательная статистика» MS Excel. Построение ценовых поверхностей проведено средствами ГИС-моделирования MapInfo версии Pro 17.0. При построении поверхности использована модель TIN. Основываясь на теоретических представлениях о классификации поверхностей в ГИС, ценовые поверхности предложения и спроса будем считать псевдостатистическими, поскольку измерение этого фактора велось опосредованно через сопряженные показатели количества предложений и количества обращений к объявлению, размещенному на интернет-порталах по продаже недвижимости. Построение ценовых поверхностей спроса и предложения позволяет определить соотношения спроса и предложения для каждого муниципального образования и в целом для регионального рынка недвижимости. Показатели спроса-предложения на рынке недвижимости позволяют сделать вывод об активности рынка, в том числе на отдельных локальных территориях.

Ключевые слова: государственная кадастровая оценка, ценовые поверхности, ГИС-моделирование

Original article

GEOINFORMATION MODELLING OF PRICE SURFACES IN THE SYSTEM OF STATE CADASTRAL VALUATION CADASTRAL VALUATION

T.N. Zhigulina, V.A. Meretsky, D.V. Kubrakov, M.N. Kostritsina,
N.M. Luchnikova, N.Y. Boronina, L.V. Lebedeva

Altai State Agricultural University, Barnaul, Russia

Abstract. In the system of mass (cadastral) valuation of real estate objects the knowledge of territorial dynamics of market prices, territorial distribution of demand and supply is extremely important, because it is used as a basis for economic and mathematical modelling of cadastral value, as well as indicatively — as a price market benchmark of correctness of value determination. The purpose of this study is to carry out geoinformation modelling of a separate type of price surfaces (demand surfaces and supply surfaces), the use of which is possible in the system of state cadastral valuation. Scientific novelty of the research lies in the application of the known method to a new object of research: in the construction of TIN-surfaces of supply and demand when analysing the real estate market in the system of state cadastral valuation. Statistical processing of the initial data was carried out by sampling method using the built-in statistical analysis tools «Descriptive Statistics» MS Excel. Price surfaces were built using MapInfo GIS-modelling tools of MapInfo version Pro 17.0. The TIN model was used to construct the surface. Based on theoretical ideas about the classification of surfaces in GIS, we will consider the supply and demand price surfaces to be pseudo-statistical, since the measurement of this factor was conducted indirectly through the conjugate indicators of the number of offers and the number of references to the advertisement placed on the Internet portals for the sale of real estate. The construction of supply and demand price surfaces allows us to determine the supply and demand ratios for each municipality and for the regional property market as a whole. Supply-demand indicators on the real estate market allow us to draw a conclusion about the market activity, including in certain local territories.

Keywords: state cadastral valuation, price surfaces, GIS modelling

Введение. Ценовые характеристики объектов недвижимости имеют временную и территориальную динамику. В территориальном отношении ценовые характеристики формируются конъюнктурой спроса и предложения на локальных и региональных рынках недвижимости. В системе массовой (кадастровой) оценки объектов недвижимости знания о территориальной динамике рыночных цен, территориальном распределении спроса и предложения имеет чрезвычайно важное значение, поскольку используется в качестве основы для экономико-математического моделирования кадастровой стоимости, так и индикативно — как ценовой рыночный ориентир корректности определения стоимости.

В настоящее время в связи с выходом института государственной кадастровой оценки в России на качественно новый уровень, возникает объективная потребность применения различных информационных технологий, развития методического обеспечения всех аспектов системы определения кадастровой стоимости. В этой связи актуальными являются работы, посвященные внедрению моделирования ценовых поверхностей с использованием функциональных возможностей современных ГИС-технологий.

Цель и объект исследования. Целью настоящего исследования является проведение геоинформационного моделирования отдельного вида ценовых поверхностей (поверхностей спроса и поверхностей предложения), использование которых возможно в системе государственной кадастровой оценки.

Задачи исследования:

- 1) рассмотреть теоретические представления о поверхностях, а также практические аспекты их применения в системе массовой (кадастровой) оценки;
- 2) рассмотреть основные виды ценовых поверхностей, используемых при проведении государственной кадастровой оценки.

Объектом исследования послужили отдельные виды ценовых поверхностей — поверхности спроса и поверхности предложения.

Научная новизна исследования заключается в применении известного метода к новому объекту исследования: в построении TIN-поверхностей спроса и предложения при проведении аналитики рынка недвижимости в системе государственной кадастровой оценки.

Методы проведения исследования. Построение ценовых поверхностей проведено средствами ГИС-моделирования MapInfo версии Pro 17.0. При построении поверхности использована модель TIN, которая представляет собой триангуляционную нерегулярную сеть треугольников, которые строятся по точкам с известными значениями Z (в нашем случае — показатели, характеризующие спрос и предложение объектов недвижимости на рынке) так, чтобы каждый треугольник стремился к равностороннему виду, то есть, удовлетворял критерию Делоне. Построенные треугольники неизменяемы. Перестроение ценовой поверхности возможно только при добавлении дополнительных точек с известным значением зонированной характеристики.

Таблица 1. Основные статистические показатели выборки в исследуемом сегменте рынка «Индивидуальная жилая застройка»
Table 1. Key statistical indicators of the sample in the researched market segment «Individual residential development»

Показатель	Характеристика
Количество предложений, единиц	6527
Средняя цена 1 кв.м., руб.	351,10
Средняя цена предложения, руб.	327767,77
Средняя площадь земельного участка, предлагаемого к продаже, кв.м	1543
Средний срок экспозиции, количество дней	494
Совокупная площадь, предлагаемая к продаже, млн. кв. м.	10,07
Объем предложения, млрд. руб.	2,14

Таблица 2. Показатели точности определения основных статистических показателей выборки
Table 2. Indicators of accuracy in determining the main statistical indicators of the sample

Показатель	Среднеквадратическое отклонение	Погрешность в определении средних значений
Цена предложения, руб.	567455,04	+/- 14048,76
Удельный показатель цены предложения, руб./кв.м.	698,68	+/- 17,30
Площадь, кв.м.	3604,93	+/- 89,25
Срок экспозиции, количество дней	524	+/- 14

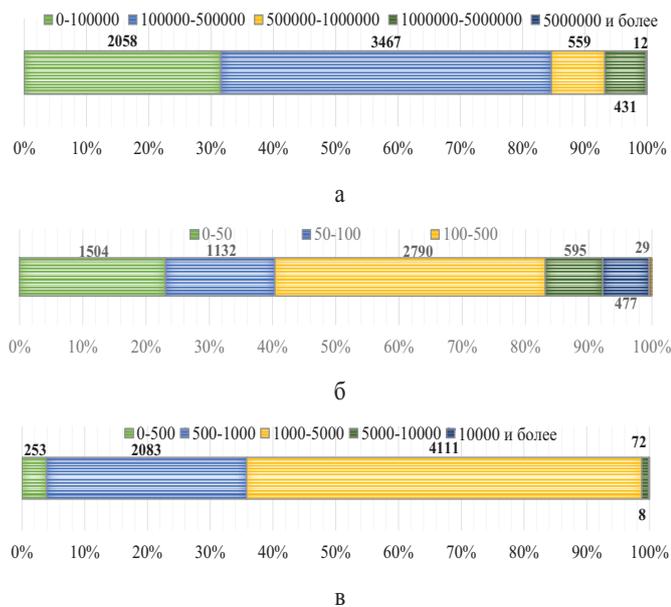


Рисунок 1. Частотное распределение: а — цен предложений на земельные участки; б — удельных цен предложений на земельные участки; в — площадей земельных участков в сегменте «Индивидуальная жилая застройка»
Figure 1. Frequency distribution of: a — offer prices for land plots; b — specific offer prices for land plots; c — areas of land plots in the «Individual residential development» segment

Экспериментальная база. В основу настоящего исследования положена выборка наблюдений за рыночной ценой на рынке земельных участков под индивидуальную жилую застройку в количестве 6527 ofert, опубликованных на интернет-порталах по продаже недвижимости. Сегмент рынка земельных участков «Индивидуальная жилая застройка» включает в себя земельные участки, используемые для индивидуального жилищного строительства и ведения личного подсобного хозяйства.

Основные статистические показатели выборки представлены в табл. 1. Статистическая обработка исходных данных проводилась выборочным методом с использованием средств встроенного статистического анализа «Описательная статистика» MS Excel. Показатели точности определения основных статистических показателей выборки приведены в табл. 2.

Ход исследования. В современной литературе встречаются, в основном работы, описывающие практические примеры построения ценовых поверхностей в отношении объектов недвижимости. При этом, среди них можно выделить публикацию Halonen M. и Lahti P. [1] посвященную визуализации пространственных и временных изменений цен на жилье с целью получения мониторинговой информации о развитии локальных рынков на основе многолетних массовых данных; статью Gerus-Gościńska M., Gosciński D., Szczepańska A. [2] описывающую опыт реконструкции, прогнозирования данных о стоимости недвижимости с помощью построения GRID на основе преобразования неравномерно распределенных рыночных данных о цене недвижимости; исследование Ciuna M., Simonotti M. [3] обосновывающее использование ценовых поверхностей для расчета и применения корректировок в процессе оценки недвижимости методом распределения в рамках методики сравнительного подхода; публикацию Colwell, P. F., & Munneke, H. J. [4], где ценовая поверхность используется для анализа распределения цен на свободные земельные участки в городе в зависимости от расстояния от центра, при этом частично подтверждается экономическое представление о падении цен на землю в связи с увеличением расстояния от центра.

Среди российских исследователей наиболее содержательными являются работы, посвященные построению ценовых поверхностей недвижимости В.С. Тикунова [5], А.А. Майорова [6], Н.В. Петковой [7].

Отдельные аспекты возможностей применения ценовых поверхностей в государственной кадастровой оценке затронуты в работе А.П. Гаврилова [8], предложившего метод использования статистических данных для построения ценовой поверхности территории; в совместной работе А.П. Гаврилов, А.В. Пылаевой [9], где ценовую поверхность для целей массовой оценки недвижимости авторы предлагают строить с использованием значимых диапазонов значений плотности факторов стоимости, а также с использованием сжатых факторов, несущих в себе всю пространственную информацию; в публикациях Н.С. Ефимовой [10], А.Г. Семенова, А.В. Пылаевой, где рассмотрены теоретические принципы построения моделей ценовых поверхностей, использование которых перспективно при проведении массовой оценки единых объектов недвижимости.

В основу настоящего исследования положим представление о рыночной цене недвижимости как о явлении, имеющем условно непрерывное распределение величины в границах регионального рынка недвижимости. Такому же правилу подчиняются и два основных фактора, формирующих рыночную цену недвижимости — спрос и предложение.

Исходя из этого, рыночное пространство регионального рынка недвижимости будем считать поверхностью, состоящей из значений рыночной цены недвижимости (Z), распределенных по территории региона; местоположение каждой из таких Z может быть определено координатами X и Y. Для проведения исследований конъюнктуры регионального рынка недвижимости значение Z следует выражать также через построение поверхностей спроса и поверхностей предложения.

Основываясь на теоретических представлениях о классификации поверхностей в ГИС, будем считать ценовые поверхности статистическими, поскольку значение параметра Z — рыночной цены — формируется как статистическое представление исследователя рынка недвижимости о цене недвижимости в пересчете на один квадратный метр; ценовые поверхности же предложения и спроса будем считать псевдостатистическими, поскольку измерение этого фактора велось опосредованно через сопряженные показатели количества предложений и количества обращений к объявлению, размещенному на интернет-порталах по продаже недвижимости.

Таким образом, можно прийти к выводу, что в рамках системы государственной кадастровой оценки возможно и необходимо использование минимум двух видов ценовых поверхностей: статистических (ценовая поверхность распределения рыночной цены) и псевдостатистических (ценовая поверхность спроса, ценовая поверхность предложения).

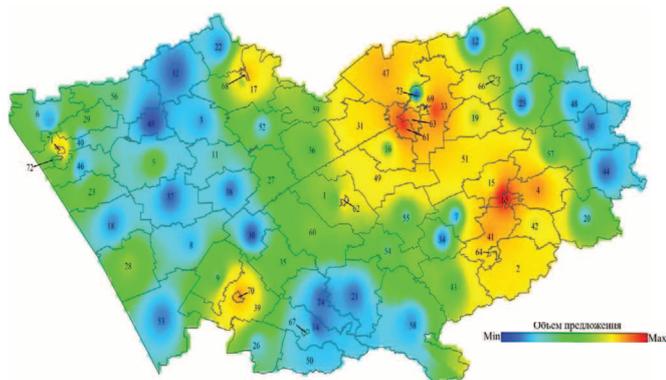


Рисунок 2. Ценовая поверхность предложения в сегменте «Индивидуальная жилая застройка»
Figure 2. Price surface of the supply in the «Individual residential development» segment

Результаты и обсуждение. В рамках настоящего исследования показана возможность геоинформационного моделирования ценовых поверхностей спроса и предложения. В системе государственной кадастровой оценки исследование этих характеристик является основополагающим при проведении мониторинга рынка недвижимости, отборе объектов-аналогов для построения оценочных моделей, а также является одним из способов выявления ценообразующих факторов.

Предваряя построение ценовой поверхности предложения рассмотрим распределение изучаемой совокупности по основным характеристикам, входящих в нее наблюдений.

Анализ частотных распределений по диапазонам стоимости позволяет сделать вывод о преимущественном распределении в структуре цен предложений.

В рассматриваемом примере максимальное количество предложений отмечается в ценовом диапазоне от 100000 до 500000 руб. за земельный участок, в общей совокупности 85% предложений находятся в ценовом диапазоне до 500000 рублей за земельный участок. В отношении удельных цен предложений наблюдается аналогичная ситуация, 41% предложений зафиксировано в диапазоне 100-500 руб.кв.м. и более 83% предложений в совокупности — в ценовом диапазоне до 500 руб./кв.м.

Частотное распределение площадей предлагаемых к продаже земельных участков показывает, что наибольший объем предложений сосредоточен в диапазоне от 1000 до 5000 кв.м. В совокупности предложений на рынке недвижимости, входящих в диапазоны площади от 500 до 5000 кв.м., составляют 95% от общего объема.

Используя данные о количестве предложений и распределении их по территории края с применением ГИС-моделирования TIN, была построена поверхность предложения (рис. 2), охватывающая все предложения к продаже на региональном рынке недвижимости в сегменте «Индивидуальная жилая застройка» по состоянию на 01.01.2022 года.

Визуальная оценка построенной поверхности позволяет выделить на территории регионального рынка недвижимости территории, преобладающие по количеству предложений.

В настоящем исследовании в структуре предложения по географическому распределению в анализируемом сегменте преобладают крупные города края — город Барнаул (и округ), Бийск, Рубцовск, Камень-на-Оби, а также расположенные в непосредственной близости от них муниципальные образования.

Аналогичным образом была построена поверхность спроса (рис. 3). Структура спроса по географическому распределению аналогична структуре предложения, здесь также преобладают крупные города — Барнаул, Бийск, Рубцовск, Новоалтайск, Камень-на-Оби, Славгород, а также близлежащие муниципальные образования.

Используя данные, полученные в результате построения ценовых поверхностей, а также рыночные данные, были определены соотношения спроса и предложения (рис. 4) для каждого муниципального образования и в целом для регионального рынка недвижимости. Показатели спроса-предложения на рынке недвижимости позволяют сделать вывод об активности рынка, в том числе на отдельных локальных территориях.

Показатели спроса и предложения в ценовой категории и в разрезе стоимости 1 кв.м. предлагаемых к продаже земельных участков позволяют выделить ценовой сегмент, наиболее востребованный на рынке недвижимости. В рассматриваемом примере максимальные значения спроса и предложения на земельные участки зафиксированы в ценовой категории

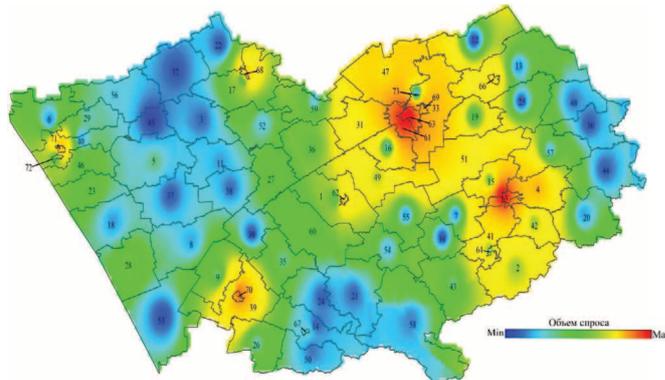


Рисунок 3. Ценовая поверхность спроса в сегменте «Индивидуальная жилая застройка»
Figure 3. Price surface of demand in the segment «Individual residential development»

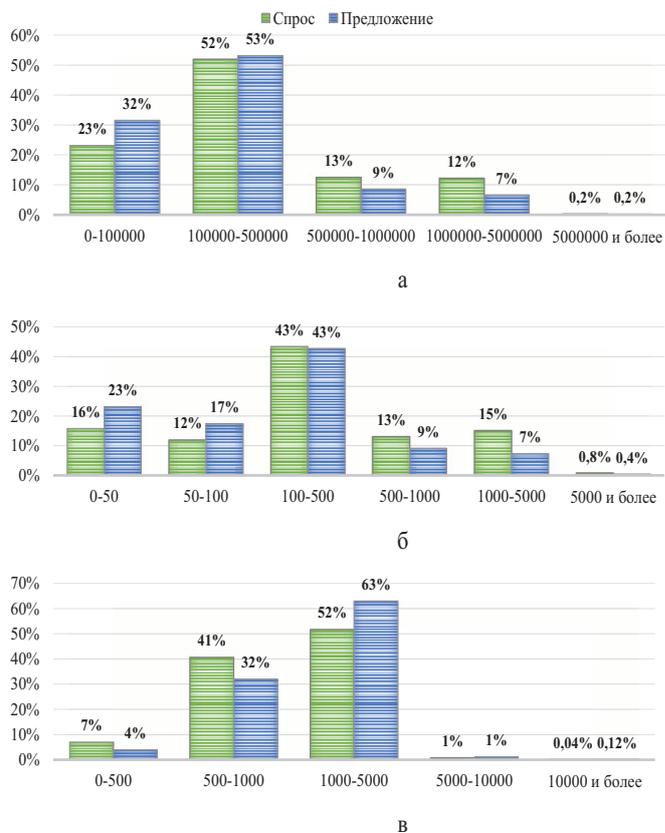


Рисунок 4. Соотношение спроса и предложения на региональном рынке земли в сегменте «Индивидуальная жилая застройка»: а — на земельные участки различной ценовой категории; б — на земельные участки в различных диапазонах стоимости 1 кв.м.; в — на земельные участки различной площади в сегменте
Figure 4. Supply and demand ratio in the regional land market in the «Individual residential development segment»: a — for land plots of different price categories; b — for land plots in different price ranges of 1 sq.m.; c — for land plots of different sizes in the segment.

100000-500000 рублей, вместе с тем в указанном диапазоне цен имеется достаточный объем предложений, превышающий спрос. В ценовом диапазоне от 500000 руб. показатели спроса превышают показатели объема предложений. Максимальные показатели спроса и предложений зафиксированы в диапазоне от 100 до 500 рублей за 1 м², вместе с тем в указанном диапазоне цен объем спроса соответствует объему предложений.

При рассмотрении структуры спроса и предложения по площади земельного участка наибольшие показатели зафиксированы в диапазонах площади от 1000 до 5000 кв.м., при этом в данном диапазоне площади объем предложений значительно превышает объем спроса (более 10%). Превышение спроса над предложением отмечено в диапазонах площадей до 1000 кв.м.





Используя данные, полученные в результате построения ценовых поверхностей возможно сделать заключение об активности рынка недвижимости: высокая активность на рынке земельных участков в сегменте «Индивидуальная жилая застройка» наблюдается в муниципальных образованиях: город Барнаул (городской округ) и город Бийск, на долю которых приходится более 17% предложений от общего количества по краю, участки в данных муниципальных образованиях наиболее ликвидны и пользуются наибольшим спросом.

Область применения результатов. Настоящая публикация является результатом практической деятельности авторов в рамках оценочных кампаний по государственной кадастровой оценке в период 2020 — 2023 годов на территории Алтайского края. Результаты исследования применены в системе государственной кадастровой оценки при проведении мониторинга рынка недвижимости и проведении аналитических обзоров состояния рынка.

Выводы:

1. В системе массовой (кадастровой) оценки объектов недвижимости применение ценовых поверхностей возможно и необходимо при проведении мониторинга рынка недвижимости, отборе объектов-аналогов для построения оценочных моделей, а также является одним из способов выявления ценообразующих факторов.

2. Основываясь на теоретических представлениях о классификации поверхностей в ГИС, в рамках системы государственной кадастровой оценки возможно и необходимо использование минимум двух видов ценовых поверхностей: статистических (ценовая поверхность распределения рыночной цены) и псевдостатистических (ценовая поверхность спроса, ценовая поверхность предложения).

3. Построение ценовых поверхностей спроса и предложения позволяет определить соотношения спроса и предложения для каждого муниципального образования и в целом для регионального рынка недвижимости. Показатели спроса-предложения на рынке недвижимости позволяют сделать вывод об активности рынка, в том числе на отдельных локальных территориях.

Список источников

- Halonen, M., & Lahti, P. (2003). Price surfaces: visualization of dwelling market variations in Helsinki Metropolitan Area, Finland. <http://api.semanticscholar.org/CorpusID:130037196>
- Gerus-Gościewska, Małgorzata & Gosciewski, Dariusz & Szczepańska, Agnieszka. (2019). The Use of a Grid Structure for Reconstructing and Forecasting the Value of Real Estate in Selected Measurement Epochs. *Geosciences*, vol. 9, pp. 485. DOI: 10.3390/geosciences9110485.
- Ciuna, Marina & Simonotti, Marco. (2014). Real estate surfaces appraisal. *AESTIMUM*, vol. 64, pp. 1-13. DOI: 10.13128/Aestimum-14706.
- Colwell, P. F., Munneke, H. J. (2003). Estimating a Price Surface for Vacant Land in an Urban Area. *Land Economics*, vol. 79(1), pp. 15-28. DOI: 10.2307/3147101

Информация об авторах:

Жигулина Татьяна Николаевна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры землеустройства, земельного и городского кадастра, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4879-0967>, TNZhgulina@yandex.ru

Мерецкий Валерий Александрович, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры землеустройства, земельного и городского кадастра, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4935-6417>, TNZhgulina@yandex.ru

Кубраков Дмитрий Валерьевич, начальник отдела государственной кадастровой оценки, Алтайский центр недвижимости и государственной кадастровой оценки, аспирант кафедры землеустройства, земельного и городского кадастра, d_kubraikov@mail.ru

Кострицина Маргарита Николаевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры землеустройства, земельного и городского кадастра, primarita@yandex.ru

Лучникова Наталья Михайловна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой землеустройства, земельного и городского кадастра, lychuk77@mail.ru

Боронина Наталья Юрьевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры землеустройства, земельного и городского кадастра, baronkanata@mail.ru

Лебедева Людмила Васильевна, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры землеустройства, земельного и городского кадастра, Алтайский государственный аграрный университет, lyuda.lebedeva.2015@bk.ru

Information about the authors:

Tatiana N. Zhigulina, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the department of land management, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4879-0967>, TNZhgulina@yandex.ru

Valery A. Meretsky, candidate of biological sciences, associate professor, associate professor of department of land management, land and city cadastre, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4935-6417>, TNZhgulina@yandex.ru

Dmitry V. Kubraikov, head of state cadastral appraisal department, altai centre of real estate and state cadastral appraisal, post-graduate student, d_kubraikov@mail.ru

Margarita N. Kostritsina, candidate of agricultural sciences, associate professor, associate professor of the department of land management, land and urban cadastre, primarita@yandex.ru

Natalya M. Luchnikova, head of department of land management, land and urban cadastre, lychuk77@mail.ru

Natalya Yu. Boronina, candidate of agricultural sciences, associate professor, associate professor of the department of land management, land and urban cadastre, baronkanata@mail.ru

Lyudmila V. Lebedeva, candidate of biological sciences, associate professor, associate professor, department of land management, land and urban cadastre, lyuda.lebedeva.2015@bk.ru

5. Петкова Н.В. Анализ ценовых поверхностей в ГИС для оценки жилой недвижимости // Экология. Экономика. Информатика. Серия: Геоинформационные технологии и космический мониторинг. 2017. Т. 2. № 2. С. 88-98.

6. Тикунов В.С., Попков А.В. Математико-картографическое моделирование жилищной сферы в геоинформационной среде // Наука. Инновации. Технологии. 2014. № 3. С. 150-160.

7. Майоров А.А., Матерухин А.В. Геоинформационный подход к задаче разработки инструментальных средств массовой оценки недвижимости // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2011. № 4. С. 92-97.

8. Гаврилов А.П. Методические подходы к формированию зон однородности и построению ценовых поверхностей в задаче массовой оценки недвижимости // Приволжский научный журнал. 2011. № 3(19). С. 184-189.

9. Гаврилов А.П., Пылаева А.В. Использование пространственных данных для построения ценовой поверхности Нижегородской области // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2013. № 5(101). С. 52-60.

10. Ефимова Н.С. Совершенствование методики государственной кадастровой оценки объектов недвижимости путем трехмерного моделирования. Кадастр недвижимости и мониторинг природных ресурсов: 5-я Всероссийская научно-техническая интернет-конференция. 2015. С. 75-78.

References

- Halonen, M., & Lahti, P. (2003). Price surfaces: visualization of dwelling market variations in Helsinki Metropolitan Area, Finland. <http://api.semanticscholar.org/CorpusID:130037196>
- Gerus-Gościewska, Małgorzata & Gosciewski, Dariusz & Szczepańska, Agnieszka. (2019). The Use of a Grid Structure for Reconstructing and Forecasting the Value of Real Estate in Selected Measurement Epochs. *Geosciences*, vol. 9, pp. 485. DOI: 10.3390/geosciences9110485.
- Ciuna, Marina & Simonotti, Marco. (2014). Real estate surfaces appraisal. *AESTIMUM*, vol. 64, pp. 1-13. doi: 10.13128/Aestimum-14706.
- Colwell, P. F., Munneke, H. J. (2003). Estimating a Price Surface for Vacant Land in an Urban Area. *Land Economics*, vol. 79(1), pp. 15-28. DOI: 10.2307/3147101.
- Petkova N.V. (2017). Analysis of price surfaces in GIS for residential real estate valuation. *Ecology. Economics. Informatics. Series: Geoinformation technologies and space monitoring*, vol. 2, no. 2, pp. 88-98 (in Russian).
- Tikunov V.S., Popkov A.V. (2014). Mathematical and cartographic modelling of the housing sphere in the geoinformation environment. *Nauka. Innovations. Technologies*, no. 3, pp.150-160 (in Russian).
- Mayorov A.A., Materukhin A.V. (2011). Geoinformational approach to the task of development of instrumental means of mass real estate valuation. *Izvestiya vysokikh uchebnykh obrazovaniya. Geodesy and aerial photography*, no. 4, pp. 92-97 (in Russian).
- Gavrilov A.P. (2011)/ Methodological approaches to the formation of homogeneity zones and construction of price surfaces in the task of mass real estate valuation. *Volga Region Scientific Journal*, no. 3(19), pp. 184-189 (in Russian).
- Gavrilov A.P., Pylaeva A.V. (2013)/ Using spatial data to build the price surface of the Nizhny Novgorod region. *Land management, cadastre and land monitoring*, no. 5(101), pp. 52-60 (in Russian).
- Efimova N.S. (2015). Improving the methodology of the state cadastral valuation of real estate objects by three-dimensional modelling. *Real Estate Cadastre and Natural Resources Monitoring: 5th All-Russian Scientific and Technical Internet Conference*, pp. 75-78 (in Russian).



Научная статья

УДК 631.41

doi: 10.55186/25876740_2024_67_4_379

МОНИТОРИНГ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПАХОТНЫХ ПОЧВ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ЦЧР РОССИИ

А.В. Суринов^{1,2}, Н.С. Четверикова²¹Белгородский государственный национальный исследовательский университет,
Белгород, Россия²Центр агрохимической службы «Белгородский», Белгород, Россия

Аннотация. Приведены результаты агроэкологического мониторинга пахотных почв муниципального образования «Чернянский район» Белгородской области за 2010-2022 гг. Отбор почвенных проб осуществлялся согласно общепринятым методикам, анализы проводились в аккредитованной лаборатории. Установлено, что за 2018-2022 гг. был достигнут максимум внесения минеральных удобрений (103,3 кг/га), объемы внесения органических удобрений составили 3,5 т/га. В XI цикле агрохимического обследования, по сравнению с IX, средневзвешенное содержание органического вещества увеличилось на 0,38%, щелочногидролизуемого азота — на 14 мг/кг, подвижных форм калия — на 3 мг/кг, серы — на 0,87 мг/кг, содержание фосфора снизилось на 14 мг/кг. Площадь кислых почв сократилась в 2,2 раза, из них среднекислых — в 8,1 раза, значение pH увеличилось на 0,26 ед., а значение гидролитической кислотности снизилось на 0,78 ммоль/100 г. Средневзвешенное содержание обменных форм кальция (22,5 ммоль/100 г) и магния (2,95 ммоль/100 г) оценивается как очень высокое и повышенное. В XI цикле обследования отмечено увеличение содержания меди на 0,020 мг/кг, а содержание цинка, марганца и кобальта снизилось на 0,24, 0,06 и 0,002 мг/кг соответственно. Средневзвешенное содержание подвижных форм молибдена составило 0,13 мг/кг, бора — 0,81 мг/кг. Доля почв, низкообеспеченных подвижными формами меди, цинка, кобальта, марганца и молибдена, составила 97,9, 97,7, 99,1, 62,9 и 22,1% соответственно. На этих почвах целесообразно применять микроудобрения. Урожайность основных сельскохозяйственных культур достигла исторического максимума: озимой пшеницы — 5,05 т/га, подсолнечника — 3,10, кукурузы на зерно — 7,57 и сои — 2,14 т/га.

Ключевые слова: органическое вещество, плодородие, удобрения, мелиорация, чернозем, урожайность, эрозия, макроэлементы, микроэлементы

Original article

MONITORING OF AGROECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF AGRICULTURAL SOILS OF THE FOREST-STEPPE ZONE OF THE CENTRAL REGION OF RUSSIA

A.V. Surinov^{1,2}, N.S. Chetverikova²¹Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia²Center of Agrochemical Service "Belgorodsky", Belgorod, Russia

Abstract. The results of agroecological monitoring of arable soils of the municipal formation "Chernyansky district" of the Belgorod region for 2010-2022 are presented. Soil sampling was carried out according to generally accepted methods, and analyzes were carried out in an accredited laboratory. It was established that in 2018-2022 the maximum application of mineral fertilizers was achieved (103.3 kg/ha), the volume of organic fertilizers amounted to 3.5 t/ha. In the XI cycle of agrochemical survey, compared with IX, the weighted average content of organic matter increased by 0.38%, alkali hydrolyzable nitrogen — by 14 mg/kg, mobile forms of potassium — by 3 mg/kg, sulfur — by 0.87 mg/kg, phosphorus content decreased by 14 mg/kg. The area of acidic soils decreased by 2.2 times, of which moderately acidic soils decreased by 8.1 times, the pH value increased by 0.26 units, and the value of hydrolytic acidity decreased by 0.78 mmol/100 g. The weighted average content of exchangeable forms of calcium (22.5 mmol/100 g) and magnesium (2.95 mmol/100 g) is assessed as very high and increased. In the XI survey cycle, an increase in copper content was noted by 0.020 mg/kg, and the content of zinc, manganese and cobalt decreased by 0.24, 0.06 and 0.002 mg/kg, respectively. The weighted average content of mobile forms of molybdenum was 0.13 mg/kg, boron — 0.81 mg/kg. The proportion of soils low in mobile forms of copper, zinc, cobalt, manganese and molybdenum was 97.9, 97.7, 99.1, 62.9 and 22.1%, respectively. It is advisable to use microfertilizers on these soils. The yield of the main agricultural crops reached a historical maximum: winter wheat — 5.05 t/ha, sunflower — 3.10, grain corn — 7.57 and soybeans — 2.14 t/ha.

Keywords: organic matter, fertility, fertilizers, melioration, chernozem, productivity, erosion, macronutrients, microelements

Введение. По данным пересмотренной Всемирной хартии почв, почвы являются важным экологическим инструментом регулирования климата за счет способности накапливать, преобразовывать и трансформировать углерод. У разных почв разная степень вовлеченности в данный процесс, что обусловлено различными условиями формирования почв и их типами. Любые факторы, снижающие качественные показатели состояния почв, влияют и на состояние экосистем в целом [1, 2].

Естественные и антропогенные факторы — неотъемлемая часть воздействия на плодородный слой земли, прямо или косвенно приводящие к негативным последствиям. Основными видами деградации почв являются: эрозия, дефляция, дегумификация, подкисление. Данным

процессам подвержено большинство почв планеты. По свидетельствам Европейского союза, потери от деградации почв составляют 38 млрд евро/год, а площадь потерянных земельных ресурсов во всем мире достигает 6,7 млн га/год [1, 3]. Интенсивное и часто нерациональное ведение сельского хозяйства усиливает деградационные процессы, что нашло подтверждение в трудах различных исследователей [4, 5].

По мнению основателя генетического почвоведения В.В. Докучаева, самыми плодородными почвами России являются черноземы ЦЧР [6]. Однако и они в процессе сельскохозяйственного использования подвержены деградационным процессам и, в первую очередь, водной эрозии. Например, в Белгородской области площадь склоновых земель состав-

ляет 72% от общей площади региона, из них 53,6% — эродированные земли сельскохозяйственного назначения, а 47,9% — эродированная пашня [7].

Развитие сельского хозяйства, науки, технологий, а также разработка и внедрение мероприятий по сдерживанию развития негативных факторов в земледелии позволили несколько изменить ситуацию. В Белгородской области с 2011 г. внедрена программа биологизации земледелия, нацеленная на увеличение продуктивности почв за счет естественных природных факторов [8]. Кроме этого, применение новых сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, увеличение объемов применяемых удобрений, модернизация машинотракторного парка, освоение интенсивных технологий

и проведение мелиоративных мероприятий способствовало повышению плодородного потенциала почв и увеличению урожайности сельскохозяйственных культур [9].

Мониторинг состояния почв — важнейшая составляющая часть стабильного развития сельскохозяйственного производства и обеспечения страны необходимым продовольствием. В Белгородской области функция мониторинга возложена на Центр агрохимической службы «Белгородский».

Целью данной работы является анализ данных мониторинга агроэкологического состояния пахотных почв юго-западной части ЦЧР России.

Объекты и методы исследования. Объектом исследования выбраны пахотные почвы Чернянского района, расположенного в центральной части Белгородской области, входящей в состав Среднерусской лесостепной провинции. Величина гидротермического коэффициента по Селянинову (ГТК) находится в пределах 1,0-1,1, сумма активных температур составляет до 2700°C, годовая сумма осадков — 550-600 мм. Площадь пахотных земель составляет 72,6 тыс. га, из которых 53,2% — эродированная пашня (по данным 2-го тура почвенного обследования). Преобладающим типом почв в исследуемом районе является чернозем, представленный двумя подтипами: типичным (39,6%) и выщелоченным (32,4%), третье место по занимаемой площади закрепилось за серыми лесными почвами (22,4%) [7].

Общая площадь района составляет 122,9 тыс. га. За исследуемый промежуток времени средняя площадь посева сельскохозяйственных культур составила 69,3 тыс. га, из них площадь озимой пшеницы — 15,3 тыс. га (22,1%), подсолнечника на зерно — 8,1 тыс. га (11,7%), кукурузы на зерно — 2,9 тыс. га (4,2%), сои — 9,1 тыс. га (13,1%) [10].

Исходным материалом для статьи послужили данные агроэкологического мониторинга пахотных почв, проводимого Центром агрохимической службы «Белгородский». Почвенные пробы отбирались согласно МУ по проведению комплексного мониторинга и ГОСТ Р 58595-2019. Согласно стандартам, сетка элементарных участков наносилась на картографический материал с учетом особенностей рельефа и типов почвенных разностей. Площадь элементарного участка равнялась 15-20 га, одна смешанная проба отбиралась из 20-40 точечных проб, маршрутный ход и точки отбора проб фиксировались с помощью навигаторов с использованием глобальных навигационных систем типа GPS и ГЛОНАСС. Исследуемый период охватил 3 цикла сплошного агрохимического обследования почв с 2010 по 2022 гг., за каждый из которых отбиралось в среднем по 3,3 тыс. проб почвы.

Исследования проводились в аккредитованной испытательной лаборатории ФГБУ «ЦАС «Белгородский» в соответствии с общепринятыми методиками: массовая доля подвижных соединений фосфора и калия — по методу Чирикова (ГОСТ 26204-91), рН солевой вытяжки — в соответствии с ГОСТ 26483-85, гидролитическая кислотность (Нг) — по Каппену (ГОСТ 26212-91), органическое вещество — в соответствии с ГОСТ 26213-91, массовая доля щелочногидролизующего азота — по методическим указаниям по определению щелочногидролизующего азота в почве методом Корнфилда, массовая доля подвижной серы — турбидиметрическим методом (ГОСТ 26490-85), массовые доли подвижных форм цинка — по методу Александровой и Крупского (ГОСТ Р 50686-94), меди и кобальта — по методу Александровой и Крупского (ГОСТ Р 50683-94), марганца — по методу Александровой и Крупского (ГОСТ Р 50685-94) извлекаемые ацетатно-аммонийным буферным раствором с рН=4,8, молибдена — по методу Григга (ГОСТ Р 50689-94) с использованием оксалатно-буферного раствора с рН=3,3, бора — по методу Бергера и Труога (ГОСТ Р 50688-94) с использованием воды в качестве экстрагента, кальция — титриметрическим методом с использованием в качестве металлоиндикатора хрома кислотного темно-синего, магния — атомно-абсорбционным методом (ГОСТ 26428-85).

Статистическая обработка результатов агроэкологического обследования почв проводилась автоматически с использованием программного комплекса ГИС Агроэколог Онлайн [11, 12, 13].

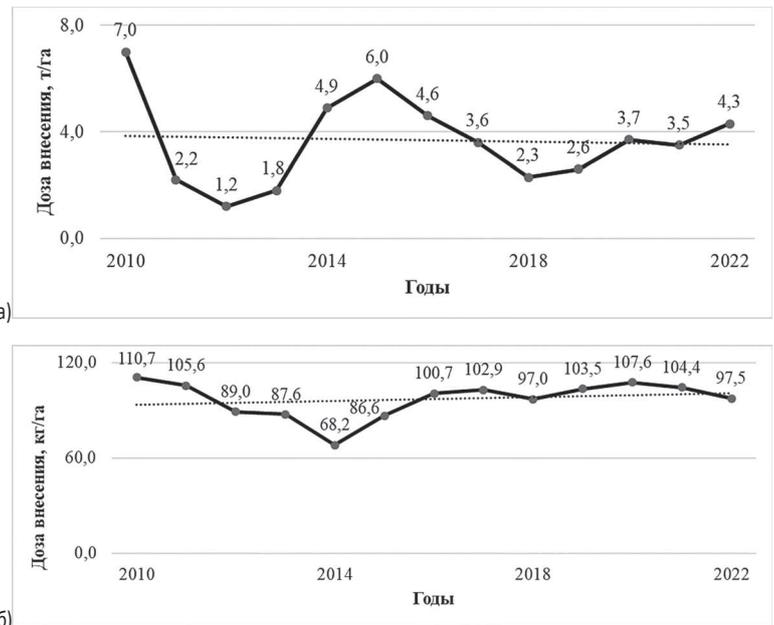


Рисунок 1. Динамика внесения органических (а) и минеральных удобрений (б)
Figure 1. Dynamics of application of organic (a) and mineral fertilizers (b)

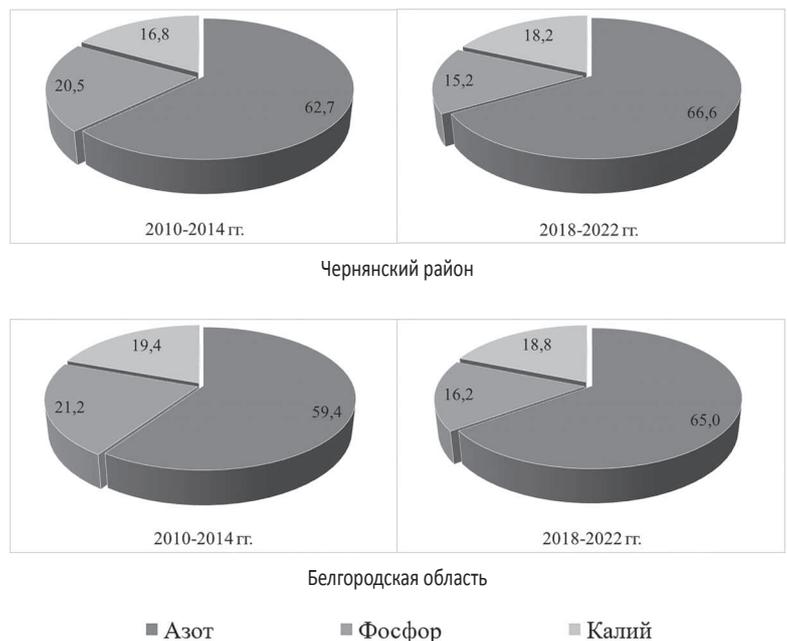


Рисунок 2. Структура применения минеральных удобрений
Figure 2. Structure of application of mineral fertilizers

Таблица 1. Динамика агрохимических показателей плодородия пахотных почв
Table 1. Dynamics of agrochemical indicators of agricultural soil fertility

Показатель	Год обследования (цикл)		Отклонение
	2014 (IX)	2022 (XI)	
Гидролитическая кислотность, ммоль/100 г почвы	3,20	2,42	-0,78
pH _{KCl}	5,70	5,96	0,26
Доля кислых почв, % от обследованной площади	49,3	22,0	-27,3
	всего		
Массовая доля, % органического вещества	11,8	1,46	-10,3
	в том числе средне- и сильнокислых		
Массовая доля, % щелочногидролизующего азота	4,40	4,78	0,38
Массовая доля, мг/кг азота	149	163	14
Массовая доля подвижных форм, мг/кг фосфора	168	154	-14
	калия	157	160



Результаты и обсуждение. Достаточным фактором поддержания и повышения продуктивности агроценозов считается внесение органических и минеральных удобрений. В период исследования (2010-2022 гг.) наблюдались существенные колебания в дозах внесения органических удобрений — от 1,2 до 7,0 т/га (рис. 1).

В среднем за 2018-2022 гг. уровень внесения органических удобрений увеличился на 0,1 т/га по сравнению с 2010-2014 гг. и составил 3,5 т/га, что в 2,8 раза ниже, чем средние показатели по области (9,8 т/га) за тот же период, но в 2,22 раза выше, чем в среднем по РФ (1,58 т/га).

Применение минеральных удобрений вызывает положительную динамику за исследуемый период. С 2010-2014 гг. по 2018-2022 гг. средний уровень их внесения вырос на 11,1 кг/га и составил 103,3 кг/га, что на 11,0 кг/га меньше, чем средние показатели по Белгородской области (114,3 кг/га) и в 1,48 раза больше, чем среднее значение по РФ (69,7 кг/га). В структуре применения минеральных удобрений отмечается увеличение доли азотных удобрений. В Чернянском районе в 2010-2014 гг. доля азота во вносимых минеральных удобрениях составляла 62,7%, фосфора — 20,5%, калия — 16,8%, а в 2018-2022 гг. доля азота достигла 66,6%, калия — 18,2%, доля фосфора снизилась до 15,2%. В Белгородской области за 2010-2014 гг. доля азота находилась на уровне 59,4%, фосфора — 21,2%, калия — 19,4%, в 2018-2022 гг. доля азота составляла 65,0%, фосфора — 16,2%, калия — 18,8% соответственно (рис. 2).

Важным показателем агроэкологического состояния пахотных почв является содержание органического вещества, особая роль которого заключается в аккумуляции элементов питания, что определяет пищевой режим почв в экстенсивном земледелии при недостаточном использовании удобрений. В частности, в органическом веществе сосредоточено до 90% от общих запасов азота [14].

Между содержанием в почве органического вещества и щелочногидролизуемого азота существует тесная корреляционная связь. На основе математической обработки выборки из 140 образцов чернозема типичного неэродированного нами получена модель, характеризующая данную зависимость:

$$y = 30,3x + 12,1; R^2 = 0,90,$$

где y — содержание щелочногидролизуемого азота по Корнфилду, мг/кг; x — содержание органического вещества, %.

В Чернянском районе, по результатам XI цикла агрохимического обследования, преобладают почвы со средневзвешенным содержанием органического вещества (4-6%) и щелочногидролизуемого азота (151-200 мг/кг). За период исследования содержание органического вещества выросло на 0,38% (с 4,40 до 4,78%), а щелочногидролизуемого азота — на 14 мг/кг (с 149 до 163 мг/кг) (табл. 1).

Тенденция роста данных характеристик плодородия почв связана как с внесением достаточных доз органических удобрений, так и с возросшим поступлением в почву побочной продукции в результате повышения урожайности культур. Кроме того, важная роль принадлежит сидеральным культурам, площадь посева которых за время реализации программы биологизации земледелия, принятой в 2011 г., существенно увеличилась.

Также на территории муниципального образования были заложены почвенные разрезы и проанализирована закономерность распределения органического вещества по профилю преобладающих черноземных почв. Наивысшее его содержание отмечено в пахотном горизонте A_1 — 5,6%. С увеличением глубины почвенного профиля отмечалось закономерное снижение данного параметра до 1,2% в горизонте С (рис. 3).

Содержание органического вещества в верхних горизонтах фонового целинного чернозема типичного было значительно выше, чем в пахотных аналогах (табл. 2).

Распределение органического вещества в верхнем горизонте пахотных почв в зависимости от степени эродированности представлено следующим образом: водораздел — 5,6%, слабозеродированные — 5,0%, среднеэродированные — 3,1%.

Значимым индикатором агроэкологического состояния пахотных почв является наличие кислых почв. Большинство сельскохозяйственных культур, возделываемых в Белгородской области и ЦЧР, отрицательно реагируют на кислую реакцию среды, снижая урожайность. В современном земледелии Центрального Черноземья и нечерноземной зоны России подкисление почв пашни является одним из самых масштабных видов их деградации. Известкование кислых черноземных почв оказывает положительный эффект на урожайность сельскохозяйственных культур сроком до 10 лет [15]. Реализация программы известкования кислых почв в Белгородской области наглядно показывает эффективность осуществляемых мероприятий. В 2014 г. в Чернянском районе площадь кислых почв занимала 43,9% обследованной пашни, в 2022 г. — 22,0%. При этом доля сильно- и среднекислых почв сократилась в 8,1 раза, средневзвешенное значение гидролитической кислотности (Нг) снизилось с 3,20 до 2,42 ммоль/100 г почвы, величина рНксл выросла с 5,70 до 5,96 ед. За период исследования было известковано 31,8 тыс. га пашни, внесено 438 тыс. т мелиоранта.

Помимо кислотности, содержание обменных форм кальция и магния является важным показателем физико-химических свойств почв. По результатам последнего цикла обследования средневзвешенное содержание обменного кальция составило 22,5 ммоль/100 г. При этом 78,4% почв относятся к группе с очень высоким содержанием (>20,1 ммоль/100 г), 15,5% — к группе высокого содержания (15,1-20,0 ммоль/100 г), а 1,44 и 4,67% — к группам повышенного (10,1-15,0 ммоль/100 г) и среднего (5,10-10,0 ммоль/100 г) содержания соответственно. Средневзвешенное содержание обменного магния составило 2,95 ммоль/100 г. При этом пахотные почвы по данному показателю распределились следующим образом: группа очень высокого содержания (>4,01 ммоль/100 г) — 2,54% почв, высокого (3,01-4,00 ммоль/100 г) — 52,34%, повышенного (2,01-3,00 ммоль/100 г) — 35,51%, среднего (1,01-2,00 ммоль/100 г) — 7,99%, низкого (0,51-1,00 ммоль/100 г) — 1,62%.

Фосфор и калий являются важнейшими макроэлементами. Поэтому обеспеченность почв подвижными формами этих элементов является очень важным агрохимическим показателем, существенно влияющим на урожайность

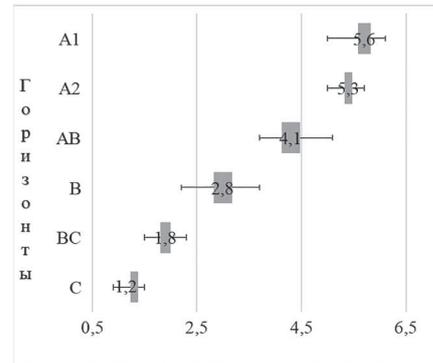


Рисунок 3. Содержание органического вещества в профиле основных черноземных почв, %
Figure 3. The content of organic matter in the profile of typical chernozem, %

и качество продукции сельскохозяйственных культур. Незначительное повышение содержания (с 157 до 160 мг/кг) подвижных форм калия, относительно IX цикла, зафиксировано в XI. В то же время содержание подвижных форм фосфора составило 154 мг/кг, что на 14 мг/кг меньше, чем в IX цикле (табл. 1). Данную динамику можно объяснить снижением доли фосфорных и увеличением доли калийных удобрений в структуре применения минеральных удобрений, а также большим отчуждением фосфора с основной продукцией сельскохозяйственных культур по сравнению с калием. Кроме того, фосфор существенно теряет свою подвижность на производственных почвах.

Содержание серы и микроэлементов в пахотных почвах многих регионов России находится на низком уровне [16, 17, 18]. За период исследования средневзвешенное содержание подвижных форм серы в почвах выросло на 0,87 мг/кг, меди — на 0,02 мг/кг, содержание марганца, цинка и кобальта снизилось на 0,06, 0,24 и 0,002 мг/кг.

По данным XI цикла обследования, 87,4% обследованных почв по содержанию серы относятся к группе низкообеспеченных (<6,0 мг/кг), 9,7% — к группе среднеобеспеченных (6-12 мг/кг) и только 2,9% — к группе высокообеспеченных (>12 мг/кг). По содержанию подвижных форм меди 99,1% обследованных почв относятся к группе с низким обеспечением (<0,2 мг/кг), 0,9% — с средним (0,2-0,5 мг/кг), по содержанию кобальта к группе низкообеспеченных (<0,15 мг/кг) относится 99,8% почв, к группе среднеобеспеченных (0,15-0,30 мг/кг) — 0,2%. Почв, высокообеспеченных подвижными формами меди и кобальта, выявлено не было. Все обследованные почвы относятся к категории низкообеспеченных (<2 мг/кг) по содержанию подвижных форм цинка. По содержанию марганца 68,6% относится к группе низкообеспеченных (<10 мг/кг) почв, 30,5% — к группе среднеобеспеченных (10-20 мг/кг), 0,9% — к группе высокообеспеченных (>20 мг/кг) (табл. 3).

Выборочное обследование, проводимое в Чернянском районе, показало, что средневзвешенное содержание подвижных форм бора в почве составляет 1,81 мг/кг. При этом 94,6% почв относятся к группе высокого обеспечения (>0,70 мг/кг), 5,4% — к группе среднего обеспечения (0,33-0,70 мг/кг). Почв, низкообеспеченных этим элементом, выявлено не было.



Таблица 2. Содержание органического вещества в целинном черноземе типичном мощном тучном участке «Ямская степь» заповедника «Белогорье»

Table 2. The content of organic matter in the virgin chernozem of the typical powerful fat area of the “Yamskaya steppe” of the “Belogorye” reserve

Генетические горизонты	A ₁	A ₂	AB	B	BC	C
Глубина забора проб, см	10-20	30-40	55-65	80-90	105-115	150-160
Содержание, %	10,1	5,8	4,7	3,3	2,8	1,1

Таблица 3. Динамика распределения пахотных почв по содержанию подвижных форм серы и микроэлементов
Table 3. Dynamics of the distribution of arable soils by the content of mobile forms of sulfur and trace elements

Элемент	Год обследования (цикл)		Отклонение
	2014 (IX)	2022 (XI)	
Средневзвешенное содержание, мг/кг			
Сера	2,50	3,37	0,87
Медь	0,106	0,126	0,020
Кобальт	0,086	0,084	-0,002
Цинк	0,60	0,36	-0,24
Марганец	9,43	9,37	-0,06
Группа низкой обеспеченности, % от обследованной площади			
Сера (<6 мг/кг)	98,8	87,4	-11,4
Медь (<0,2 мг/кг)	97,9	99,1	1,2
Кобальт (<0,15 мг/кг)	99,1	99,8	0,7
Цинк (<2 мг/кг)	97,7	100	2,3
Марганец (<10 мг/кг)	62,9	68,6	5,7
Группа средней обеспеченности, % от обследованной площади			
Сера (6-12 мг/кг)	1,0	9,7	8,7
Медь (0,2-0,5 мг/кг)	2,1	0,9	-1,2
Кобальт (0,15-0,3 мг/кг)	0,9	0,2	-0,7
Цинк (2-5 мг/кг)	2,2	0,0	-2,2
Марганец (10-20 мг/кг)	35,5	30,5	-5,0
Группа высокой обеспеченности, % от обследованной площади			
Сера (>12 мг/кг)	0,2	2,9	2,7
Медь (>0,5 мг/кг)	0,0	0,0	0,0
Кобальт (>0,3 мг/кг)	0,0	0,0	0,0
Цинк (>5 мг/кг)	0,1	0,0	-0,1
Марганец (>20 мг/кг)	1,6	0,9	-0,7

В XI цикле впервые, в рамках сплошного агрохимического обследования, были получены сведения о содержании подвижных форм молибдена в пахотных почвах. Средневзвешенное значение данного параметра составило 0,13 мг/кг. По содержанию подвижного молибдена 22,1% почв попало в группу низкообеспеченных (<0,1 мг/кг), оставшиеся 77,9% — в группу среднеобеспеченных (0,1-0,22 мг/кг).

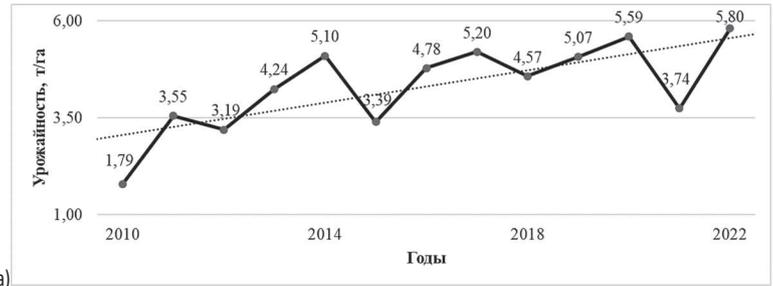
Фоновое содержание подвижных форм микроэлементов в целинном черноземе типичном заповедника «Белогорье» участка «Ямская степь» в горизонте A₁ (10-20 см) следующее: медь — 0,242 мг/кг, цинк — 0,79 мг/кг, кобальт — 0,197 мг/кг, марганец — 10,9 мг/кг, бор — 1,52 мг/кг. Пахотные почвы, по своей сути, являются наследниками целинных в элементном отношении. Как показывают результаты исследования, содержание многих микроэлементов в пахотных почвах ниже, чем в фоновых. Так, содержание подвижных форм Cu, Zn, Mn и Co в почвах пашни ниже, чем в целинных аналогах. Причиной этого, по всей видимости, является

некомпенсированный вынос данных микроэлементов с урожаем сельскохозяйственных культур. Превышения ПДК в пахотных почвах по данным элементам не установлено.

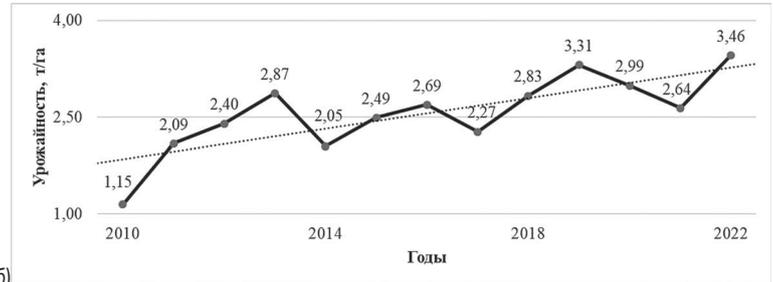
Загрязнение пахотных почв исследуемого района токсичными элементами (кадмий, свинец, мышьяк, ртуть) не выявлено, валовое содержание соответствует нормам и не превышает ОДК [9, 16, 19].

Совокупным критерием плодородия почв можно считать урожайность сельскохозяйственных культур. За период исследования отмечен рост урожайности основных культур: средняя урожайность озимой пшеницы за 2010-2014 гг. составила 3,57 т/га, подсолнечника на зерно — 2,11 т/га, кукурузы на зерно — 4,78 т/га, сои — 1,65 т/га, за период 2018-2022 гг. урожайность достигла уровня 5,05, 3,10, 7,57 и 2,14 т/га соответственно (рис. 4).

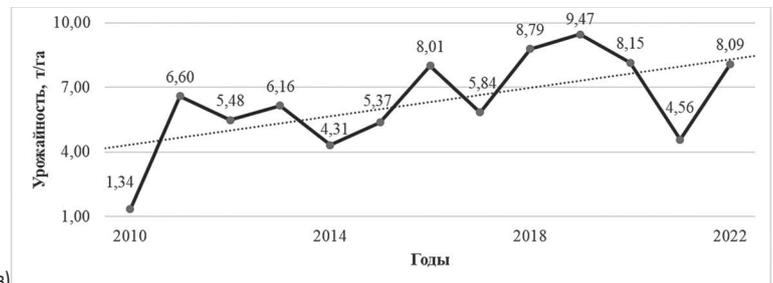
За период 2018-2022 гг. средняя урожайность упомянутых культур по Белгородской области составила 5,10, 2,95, 7,15 и 2,05 т/га, а по РФ — 3,54, 1,68, 5,34 и 1,58 т/га соответственно.



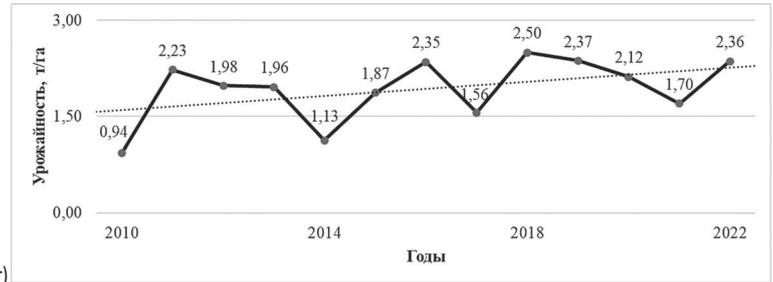
а)



б)



в)



г)

Рисунок 4. Динамика урожайности зерна: а) озимой пшеницы, б) подсолнечника, в) кукурузы, г) сои, т/га

Figure 4. Dynamics of grain yield: a) winter wheat, b) sunflower, c) corn, d) soybeans, t/ha

Выводы.

1. Таким образом, зафиксировано, что за 2018-2022 гг. в муниципальном образовании «Чернянский район» был достигнут максимум внесения минеральных удобрений (103,3 кг/га), доза органических удобрений составила 3,5 т/га.

2. В XI цикле обследования, по сравнению с IX циклом, средневзвешенное содержание органического вещества увеличилось на 0,38%, щелочногидролизуемого азота — на 14 мг/кг, калия — на 3 мг/кг, серы — на 0,87 мг/кг, содержание фосфора снизилось на 14 мг/кг. Площадь кислых почв сократилась в 2,2 раза, из них среднекислых — в 8,1 раза, величина рН_{KCl} увеличилась на 0,26 ед., а значение гидролитической кислотности снизилось на 0,78 ммоль/100 г. Средневзвешенное содержание обменных форм кальция (22,5 ммоль/100 г) и магния (2,95 ммоль/100 г) оценивается как очень высокое и повышенное.

3. В XI цикле обследования отмечено увеличение содержания меди на 0,020 мг/кг, а содержание цинка, марганца и кобальта снизилось на 0,24, 0,06 и 0,002 мг/кг соответственно.



Средневзвешенное содержание подвижных форм молибдена составило 0,13 мг/кг, бора — 0,81 мг/кг. Доля почв, низкообеспеченных подвижными формами меди, цинка, кобальта, марганца и молибдена, составила 97,9, 97,7, 99,1, 62,9 и 22,1% соответственно. На этих почвах целесообразно применять микроудобрения.

4. Урожайность основных сельскохозяйственных культур достигла исторического максимума: озимой пшеницы — 5,05 т/га, подсолнечника — 3,10 т/га, кукурузы на зерно — 7,57 т/га, сои — 2,14 т/га.

Список источников

1. Воронцова О.В. Европейская хартия почв: этапы правового регулирования // Вестник Саратовской государственной юридической академии. 2014. № 4 (99). С. 235-239. EDN SPLPKZ
2. Пересмотренная Всемирная хартия почв. ФАО, 2015. 10 с.
3. Кирушин В.И. Экологизация земледелия и технологическая политика. М.: Изд-во МСХА, 2000. 473 с.
4. Парахневич Т.М. Применение эколого-ландшафтного подхода к оценке устойчивости агроландшафтов. В кн.: Современное ландшафтно-экологическое состояние и проблемы оптимизации природной среды регионов: материалы XIII Международной ландшафтной конференции (Воронеж, 14-17 мая 2018 г.). Воронеж: Истоки, 2018. Т. 2. С. 182-184.
5. Surinov, A.V. (2022). Fertility dynamics of the forest-steppe zone's arable soils in the central chernozem region (on the example of the Prokhorovsky district of the Belgorod region). *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, 1043:012014. doi: 10.1088/1755-1315/1043/1/012014
6. Апарин Б.Ф., Захарова М.К. Признание (к 175-летию со дня рождения В.В. Докучаева) // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2021. С. 202-225.
7. Соловichenko В.Д. Плодородие и рациональное использование почв Белгородской области. Белгород: Отчий край, 2005. 291 с.
8. Соколов М.С. Оздоровление почвы и биологизация земледелия — важнейшие факторы оптимизации экологического статуса агрорегиона (Белгородский опыт) // Агрохимия. 2019. № 11. С. 3-16. doi: 10.1134/S0002188119110127. EDN OTEKOJ
9. Lukin, S.V. (2023). Monitoring of the Lead Content in Agroecosystems of the Central Black Earth Region of Russia. *Doklady Earth Sciences*, no. 510 (2), pp. 508-512. doi: 10.1134/S0002188119110127. EDN OTEKOJ
10. <http://www.fedstat.ru/indicators/stat.do> (дата обращения: 29.11.2023).
11. Malysheva, E.S. (2021). Application of geoinformation systems for a complex analysis of data from agrochemical and soil-erosion monitoring of soils. Bio web of conferences: *International Scientific and Practical Conference "Fundamental Scientific Research and Their Applied Aspects in Biotechnology and Agriculture"* (FSRAABA 2021), Tyumen, July 19-20, 2021. Tyumen, EDP Sciences, p. 03016. EDN FCSJYG
12. Malysheva, E.S., Malyshev, A.V., Kostin, I.G. (2021). Complex Analysis of Data from Agrochemical and Soil-Erosion Monitoring Using Geoinformation Systems. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Ussurijsk, June 20-21, 2021*. Ussurijsk, p. 032070. doi: 10.1088/1755-1315/937/3/032070
13. Костин И.Г. Использование геоинформационных систем для анализа экологического состояния агроланд-

шафтов // Московский экономический журнал. 2023. Т. 8. № 2. doi: 10.55186/2413046X_2023_8_2_54

14. Семенов В.М., Когут Б.М. Почвенное органическое вещество / Почвенный институт им. В.В. Докучаева. М.: ГЕОС, 2015. 233 с. EDN VQNCVL

15. Корнейко Н.И., Поддубный А.С. Программа известкования кислых почв Белгородской области // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 12. С. 17-19.

16. Kabata-Pendias, A. (2011). *Trace elements in soils and plants*. 4th ed. Boca Raton, Taylor and Francis Group, 534 p.

17. Лукин С.В., Авраменко П.М., Меленцова С.В. Динамика содержания подвижных форм цинка и марганца в пахотных почвах Белгородской области // Агрохимия. 2006. № 7. С. 5-8. EDN HUGDCL

18. Лукин С.В., Авраменко П.М. Микроэлементы в почвах Белгородской области // Земледелие. 2008. № 7. С. 21-22. EDN JUWXAF

19. Четверикова Н.С., Марциневская Л.В. Свинец в агроландшафтах лесостепной зоны ЦЧО // Международный журнал экспериментального образования. 2013. № 10-2. С. 303-306. EDN RCOCYF

20. Surinov, A.V. (2023). Agro-ecological assessment of the condition of arable soils of the CCR. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, volume 1206. *International Scientific and Practical Conference: Food and Environmental Security in Modern Geopolitical Conditions: Problems and Solutions (EPFS-2023) 21/02/2023-22/02/2023*. Kostanay, Kazakhstan, p. 012011. doi: 10.1088/1755-1315/1206/1/012011

References

1. Vorontsova, O.V. (2014). *Evropeiskaya khartiya pochv: ehptay pravovogo regulirovaniya* [The European Soil Charter: methods of legal regulation]. *Vestnik Saratovskoi gosudarstvennoi yuridicheskoi akademii* [Bulletin of the Saratov State Law Academy], no. 4 (99), pp. 235-239. EDN SPLPKZ
2. *Peresmotrennaya Vsemirnaya khartiya pochv* (2015). [Revised World Soil Charter]. ФАО, 10 p.
3. Kiryushin, V.I. (2000). *Ehkologizatsiya zemledeliya i tekhnologicheskaya politika* [Ecologization of agriculture and technological policy]. Moscow, Publishing house of the Moscow Agricultural Academy, 473 p.
4. Parakhnevich, T.M. (2018). *Primenenie ehkologo-landshaftnogo podkhoda k otsenke ustoiчивosti agrolandshaftov* [Application of an ecological and landscape approach to assessing the sustainability of agricultural landscapes]. In: *Sovremennoe landshaftno-ehkologicheskoe sostoyanie i problemy optimizatsii prirodnoi sredy regionov: materialy XIII Mezhdunarodnoi landshaftnoi konferentsii (Voronozh, 14-17 maya 2018 g.)* [The current landscape and ecological state and problems of optimizing the natural environment of the regions: materials of the XIII International Landscape Conference (Voronezh, May 14-17, 2018)]. Voronezh, Istoki Publ., vol. 2, pp. 182-184.
5. Surinov, A.V. (2022). Fertility dynamics of the forest-steppe zone's arable soils in the central chernozem region (on the example of the Prokhorovsky district of the Belgorod region). *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, 1043:012014. doi: 10.1088/1755-1315/1043/1/012014
6. Aparin, B.F., Zakharova, M.K. (2021). *Priznanie (k 175-letiyu so dnya rozhdeniya V.V. Dokuchaeva)* [Recognition (to the 175-th anniversary of the birth of V.V. Dokuchaev)]. *Bulleten' Pochvennogo instituta imeni V.V. Dokuchaeva* [Dokuchaev soil bulletin], pp. 202-225.
7. Solovichenko, V.D. (2005). *Plodorodie i ratsional'noe ispol'zovanie pochv Belgorodskoi oblasti* [Fertility and rational use of soils of the Belgorod region]. Belgorod, Otchii krai Publ., 291 p.
8. Sokolov, M.S. (2019). *Ozdorovlenie pochvy i biologizatsiya zemledeliya — vazhneishie faktory optimizatsii ehkologicheskogo statusa agroregiona (Belgorodskii opyt)* [Soil improvement and biologization of agriculture are the most important factors in optimizing the ecological status of the agro-region (Belgorod experience)]. *Agrokhi-miya* [Agricultural chemistry], no. 11, pp. 3-16. doi: 10.1134/S0002188119110127. EDN OTEKOJ
9. Lukin, S.V. (2023). Monitoring of the Lead Content in Agroecosystems of the Central Black Earth Region of Russia. *Doklady Earth Sciences*, no. 510 (2), pp. 508-512. doi: 10.1134/S0002188119110127. EDN OTEKOJ
10. <http://www.fedstat.ru/indicators/stat.do> (дата обращения: 29.11.2023).
11. Malysheva, E.S. (2021). Application of geoinformation systems for a complex analysis of data from agrochemical and soil-erosion monitoring of soils. Bio web of conferences: *International Scientific and Practical Conference "Fundamental Scientific Research and Their Applied Aspects in Biotechnology and Agriculture"* (FSRAABA 2021), Tyumen, July 19-20, 2021. Tyumen, EDP Sciences, p. 03016. EDN FCSJYG
12. Malysheva, E.S., Malyshev, A.V., Kostin, I.G. (2021). Complex Analysis of Data from Agrochemical and Soil-Erosion Monitoring Using Geoinformation Systems. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Ussurijsk, June 20-21, 2021*. Ussurijsk, p. 032070. doi: 10.1088/1755-1315/937/3/032070
13. Костин И.Г. Использование геоинформационных систем для анализа экологического состояния агроланд-

Информация об авторах:

Суринов Артем Владимирович, заведующий лабораторией агрохимического обследования Центра агрохимической службы «Белгородский», аспирант Белгородского государственного национального исследовательского университета, ORCID: <http://orcid.org/0009-0002-0083-5027>, surinoff.2012@yandex.ru

Четверикова Наталья Сергеевна, кандидат биологических наук, заведующая лабораторией ГИС и картографии Центра агрохимической службы «Белгородский», ORCID: <http://orcid.org/0009-0004-5079-2349>, chns-76@mail.ru

Information about the authors:

Artyom V. Surinov, head of the laboratory of agrochemical examination of the Center of Agrochemical Service "Belgorodsky", postgraduate student of Belgorod State National Research University, ORCID: <http://orcid.org/0009-0002-0083-5027>, surinoff.2012@yandex.ru

Natalia S. Chetverikova, candidate of biological sciences, head of the laboratory of GIS and cartography of the Center of Agrochemical Service "Belgorodsky", ORCID: <http://orcid.org/0009-0004-5079-2349>, chns-76@mail.ru



Научная статья

УДК 332.3; 332.54

doi: 10.55186/25876740_2024_67_4_384

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ТЕМАТИЧЕСКОГО ДЕШИФРИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ЦЕЛЬЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ БИОПРОДУКТИВНОСТИ УГОДИЙ

А.П. Сизов¹, Е.Г. Черных², В.Н. Щукина², К.Р. Меркурьева²¹Московский государственный университет геодезии и картографии, Москва, Россия²Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

Аннотация. Статья посвящена анализу дистанционного зондирования земли для определения величины средоформирующего показателя (СФП) территории муниципального образования. Актуальность работы выражена в необходимости получения информации с целью дальнейшего управления развитием территории, на основе достоверности и детализации полученной информации, с помощью которых достигаются краткосрочные или долгосрочные цели управления развитием земельного фонда муниципальных образований. В ходе исследования авторами применяется комбинирование процедур дешифрирования космических изображений и расчетных процедур вычисления вегетационного индекса, на основе чего осуществляется определение границ и типов сельскохозяйственных угодий в целях решения задач по мониторингу и оценки состояния указанных объектов. Применение разработанной методики обеспечивает стремительное получение необходимых данных и значительно ускоряет процесс оценки исследуемой территории. Авторами получен комплекс результатов по вычислению и анализу величины СФП территории, в частности алгоритм определения СФП территории применительно к территории муниципального образования и методика вычислений, результаты экспериментального вычисления потенциала для территорий репрезентативных муниципальных образований Тюменской области. Определение средоформирующего потенциала обеспечивает оценку состояния земель с точки зрения отражения динамических данных по приросту или уменьшению величины данного показателя, являющегося одновременно индикатором, способным интегрировать в себе совокупности показателей состояния и качества земель территории и отражать их в землеустроительных, градостроительных решениях и при территориальном планировании.

Ключевые слова: средоформирующий показатель территории, угодья, земли сельскохозяйственного назначения, дистанционное зондирование земли, вегетационный индекс, управление развитием территории

Благодарности: исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-27-00051, <https://rscf.ru/project/23-27-00051/>, выполняющегося на базе Московского государственного университета геодезии и картографии.

Original article

DEVELOPMENT OF A METHOD FOR THE THEMATIC INTERPRETATION OF SPACE IMAGES FOR THE PURPOSE OF DETERMINING BIOPRODUCTIVITY OF LAND

A.P. Sizov¹, E.G. Chernykh², V.N. Shchukina², K.R. Merkurieva²¹Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia²Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

Abstract. The article is devoted to the analysis of remote sensing of the earth to determine the value of the environmental indicator of the territory (SFP) of the municipality. The relevance of the work is expressed in the need to obtain information in order to further manage the development of the territory, based on the reliability and detail of the information received, with the help of which short-term or long-term goals of managing the development of the land fund of municipalities are achieved. In the course of the study, the authors use a combination of procedures for decoding satellite images and calculation procedures for calculating the vegetation index, on the basis of which the boundaries and types of agricultural land are determined in order to solve problems of monitoring and assessing the condition of these objects. The application of the developed methodology ensures the rapid receipt of the necessary data and significantly speeds up the assessment process of the studied area. The authors obtained a set of results for calculating and analyzing the value of the SFP of the territory, in particular, the algorithm for determining the environmental indicator of the territory of the territory in relation to the territory of the municipality and the calculation method, the results of experimental calculation of the potential for the territories of representative municipalities of the Tyumen region. The definition of the environmental potential provides an assessment of the state of the land in terms of reflecting dynamic data on the increase or decrease in the value of this indicator, which is at the same time an indicator capable of integrating a set of indicators of the state and quality of the territory's lands and reflecting them in land management, urban planning decisions and territorial planning.

Keywords: the environment-forming indicator of the territory, lands, agricultural lands, remote sensing of the land, vegetation index, territory development management

Acknowledgments: the research was carried out at the expense of a grant from the Russian Science Foundation No. 23-27-00051, <https://rscf.ru/project/23-27-00051/>, performed on the basis of the Moscow State University of Geodesy and Cartography.

Введение. Оценка биопродуктивности сельскохозяйственных угодий является важнейшей стратегической народнохозяйственной задачей страны.

Земельные угодья — это земли, систематически используемые или пригодные к использованию для конкретных хозяйственных целей и отличающиеся по природно-историческим признакам. Учет земель по угодьям ведется в соответствии с их фактическим состоянием и использованием (рис. 1).

В соответствии с Федеральным законом от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 25.12.2023) «Об охране окружающей среды» (с изм. и доп., вступившими в силу с 01.03.2024), компоненты природной среды — это земля, недра, почвы, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, растительный, животный мир и иные организмы, а также озоновый слой атмосферы и околоземное космическое пространство, обеспечивающие в совокупности благоприятные условия для существования жизни на Земле. Все

вышеуказанные компоненты образуют тесную взаимосвязь факторов и условий территории, обладающей средообразующими (СОС), средовоспроизводящими (СВС) и средозащитными (СЗС) свойствами.

Признаками эффективного использования земель является перечень из четырех групп показателей (рис. 2).

Актуальность работы продиктована необходимостью получения информации с целью дальнейшего управления развитием территории.



Благодаря достоверности и детализации этой информации достигаются краткосрочные или долгосрочные цели управления развитием земельного фонда муниципальных образований.

Методы или методология проведения исследования. Исследование выполнено на основе методов информационно-логического и сравнительно-географического анализа.

Под средоформирующим показателем (СФП) территорий в широком смысле в проекте мы понимаем сочетание компонентов природной среды, куда следует отнести запасы ресурсов, воздействие различных факторов естественной среды и условия, характерные для исследуемой территории, которые в своем сочетании и комбинировании обладают средообразую-

щими (СОС), средовоспроизводящими (СВС) и средозащитными (СЗС) свойствами (включая климатические, геологические, гидрологические, земельные, почвенные и др., а также антропогенные):

$$СФП = \Sigma(СОС, СВС, СЗС).$$

Указанные свойства определяют количественные показатели выделения кислорода и поглощения углекислого газа на единицу площади и соотношение данных процессов [2, 3]. Таким образом, можно формализовать концептуальное положение наших исследований:

$$O_2 \uparrow / \downarrow CO_2 = f(СФП).$$

Методика дешифрирования космических снимков и интерпретации данных для определения СФП территории в общем виде состоит из нескольких последовательных этапов [4] (рис. 3).

Расчет индекса NDVI необходим как инструмент, часто применяющийся в практике дистанционного зондирования земли (ДЗЗ) с целью подтверждения разработанной теории в определении СФП угодий. Вышеупомянутый индекс необходим для пикселизации растра с отображением в контурах угодий некоторых «элементарных ячеек», имеющих постоянный размер и изменяющиеся цветовые характеристики в зависимости от расчетных значений индекса NDVI (рис. 4).



Рисунок 1. Виды и состав угодий
Figure 1. Types and composition of land

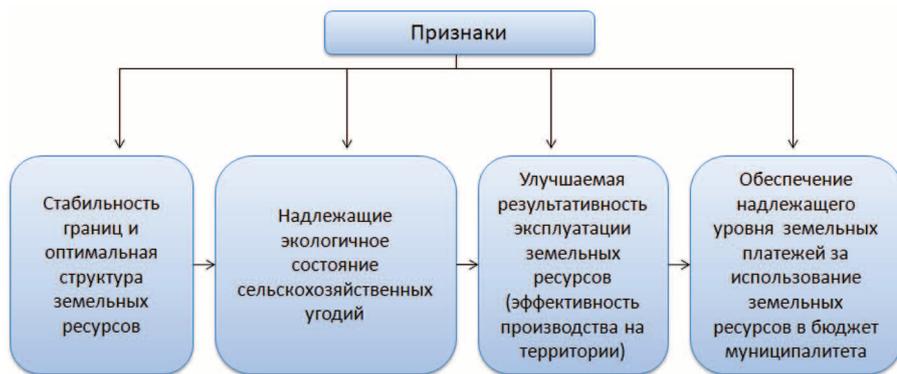


Рисунок 2. Признаками эффективного использования земель
Figure 2. Signs of efficient land use

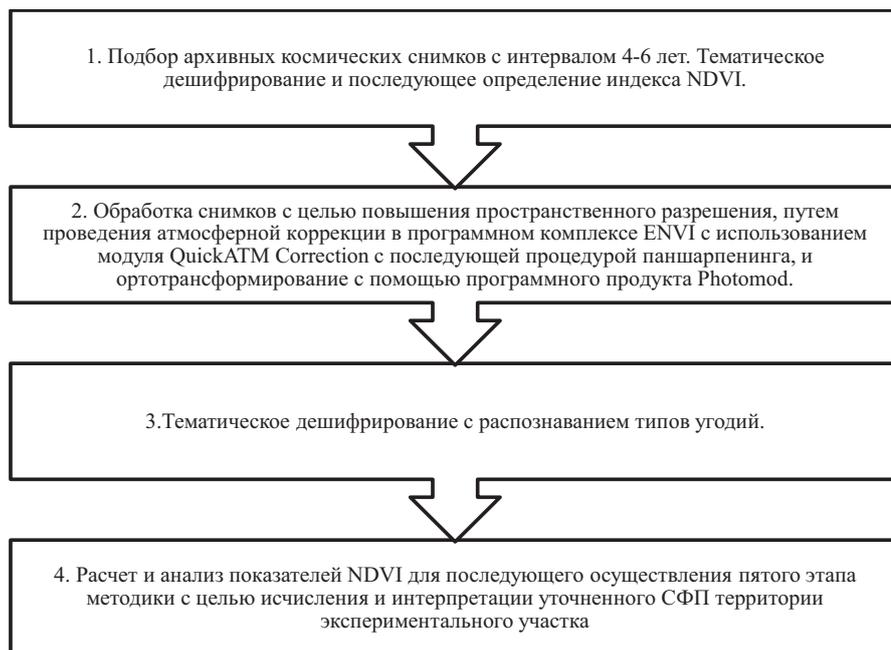
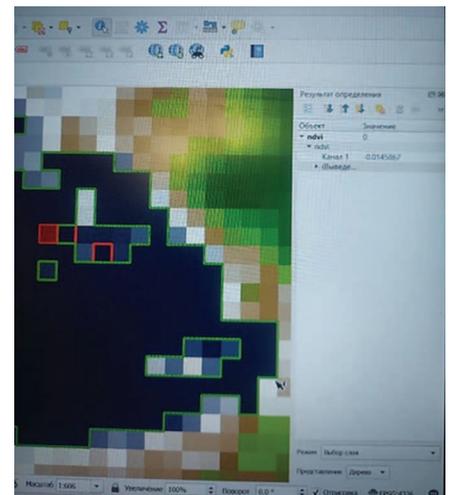


Рисунок 3. Методика дешифрирования космических снимков
Figure 3. Methodology for interpreting satellite images



Значение	Цвет	Обозначение
-0.000000	Dark Blue	-1.00 - 0.000
0.033000	Blue	0.000 - 0.033
0.066000	Light Blue	0.033 - 0.066
0.100000	Light Cyan	0.066 - 0.100
0.133000	Cyan	0.100 - 0.133
0.166000	Greenish Cyan	0.133 - 0.166
0.200000	Green	0.166 - 0.200
0.250000	Light Green	0.200 - 0.250
0.300000	Yellow-Green	0.250 - 0.300
0.350000	Yellow	0.300 - 0.350
0.400000	Light Yellow	0.350 - 0.400
0.450000	Yellow-Orange	0.400 - 0.450
0.500000	Orange	0.450 - 0.500
0.600000	Dark Orange	0.500 - 0.600
0.700000	Red-Orange	0.600 - 0.700
0.800000	Red	0.700 - 0.800
0.900000	Dark Red	0.800 - 0.900
1.000000	Black	0.900 - 1.000

Рисунок 4. Фрагмент выделения элементарных ячеек контура с соответствующей шкалой интерполяции цветов и значений NDVI
Figure 4. Fragment of the selection of elementary cells of a contour with the corresponding interpolation scale of colors and NDVI values



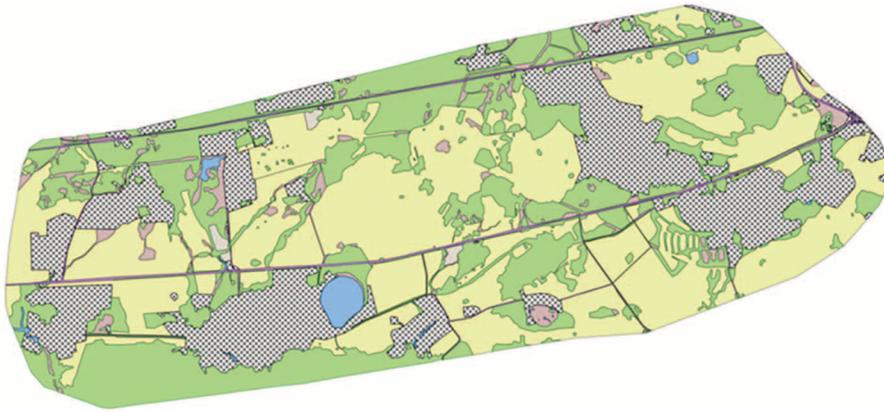


Рисунок 5. Фрагмент представления оцифрованного спутникового снимка по видам угодий средствами QGIS
Figure 5. Fragment of representation of a digitized satellite image by land type using QGIS

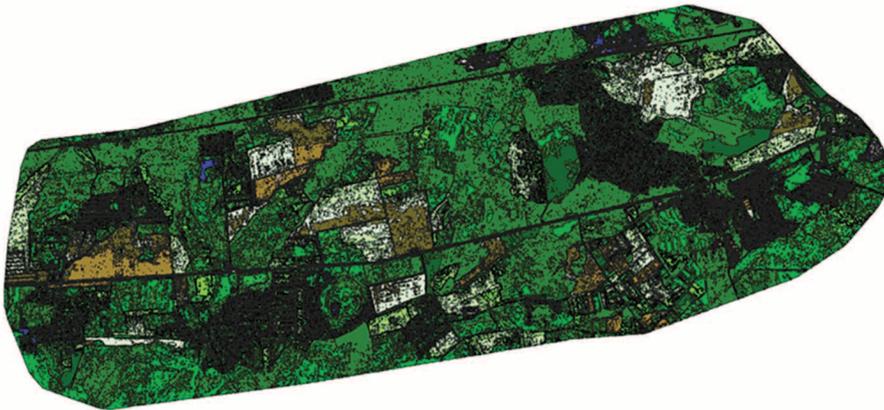


Рисунок 6. Фрагмент представления растрового изображения в векторной форме по преобразованным значениям индекса
Figure 6. Fragment of the representation of a raster image in vector form using converted index values

Таблица. Фрагмент сводной таблицы распределения значений индекса NDVI в соответствии с видом угодья для отдельных контуров
Table. Fragment of the summary table of distribution of NDVI index values in accordance with the type of land for individual contours

Категория	Количество контуров	№ контура	Интервал ndvi	Кол-во ячеек
1-Пашня	3	1-3	0,35-0,4	213
1-Пашня	3	1-3	0,4-0,45	1059
1-Пашня	3	1-3	0,45-0,5	15551
1-Пашня	3	1-3	0,5-0,6	7091
1-Пашня	3	1-3	0,7-0,8	22
1-Пашня	3	1-3	0,8-0,9	0
Итого				175766
2-Прочие с/х земли	1	1-1	-1-0	0
2-Прочие с/х земли	1	1-1	0-0,033	2
2-Прочие с/х земли	1	1-1	0,033-0,066	50
2-Прочие с/х земли	1	1-1	0,066-0,1	119
2-Прочие с/х земли	1	1-1	0,1-0,133	100
2-Прочие с/х земли	1	1-1	0,133-0,166	82
2-Прочие с/х земли	1	1-1	1,66-0,2	105
2-Прочие с/х земли	1	1-1	0,2-0,25	232
2-Прочие с/х земли	1	1-1	0,25-0,3	490
2-Прочие с/х земли	1	1-1	0,3-0,35	561
2-Прочие с/х земли	1	1-1	0,35-0,4	471
2-Прочие с/х земли	1	1-1	0,4-0,45	458
2-Прочие с/х земли	1	1-1	0,45-0,5	494
2-Прочие с/х земли	1	1-1	0,5-0,6	1900
2-Прочие с/х земли	1	1-1	0,7-0,8	500
2-Прочие с/х земли	1	1-1	0,8-0,9	0
Итого				5564
3-Залежь	2	1-1	-1-0	0
3-Залежь	2	1-1	0-0,033	0
3-Залежь	2	1-1	0,033-0,066	0



Рисунок 7. Фрагмент представления векторного слоя для контура «Гидрография» со значениями индекса меньше 0
Figure 7. Fragment of the vector layer representation for the “Hydrography” contour with index values less than 0

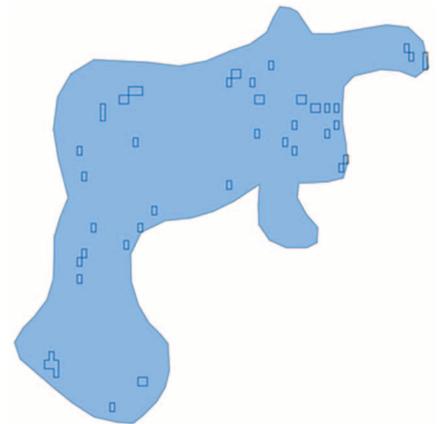


Рисунок 8. Фрагмент представления векторного слоя для контура «Гидрография» со значениями индекса в интервале от 0 до 0,033
Figure 8. Fragment of the vector layer representation for the “Hydrography” contour with index values in the range from 0 to 0.033

В качестве экспериментальной территории рассматривается территория Тюменского района, отличающегося своим сельскохозяйственным профилем.

Ход исследования. По итогам оцифровки слоев сельскохозяйственных угодий были получены следующие слои: пашня; многолетние насаждения; прочие сельскохозяйственные земли; залежь; нарушенные земли; древесная растительность; гидрография; дорожная сеть; защитные лесополосы (рис. 5).

Для определения значений вегетационного индекса необходимо получение и интегрирование растрового снимка в слой векторизации, выполняемые средствами QGIS с помощью инструмента «Создание полигонов (растр в вектор...)». Для всех цветовых схем вегетационного индекса формируется слой векторизации с числовой характеристикой (рис. 6).

В результате синергии расчетных показателей, при совмещении растрового и векторного слоев, получается определенное значение индекса NDVI внутри каждого контура исследуемого угодья (рис. 7).

По мнению авторов, важной деталью совершенствования методики дешифрирования является понятие «элементарной ячейки» — это минимальный пиксель векторного слоя, равный 90,8 кв. м на местности.



Следующее значение индекса — от 0 до 0,033 — внутри указанного контура наличествует в 51 элементарной ячейке (рис. 8).

Далее, пошагово проводится анализ распределения NDVI в последующих интервалах до конечного значения — 1. Расчетные значения заносятся в сводную таблицу по категориям (видам угодий), количествам контуров и интервалам индекса NDVI (табл.).

В результате совершенствования методики дешифрирования с целью определения биопродуктивности угодий произведены дальнейшие шаги по определению вегетационного индекса по каждой элементарной ячейке.

Результаты и обсуждение. Эклектизм процесса дешифрирования космических снимков с практически одновременным проведением расчетных процедур вегетационного индекса в методике исчисления СФП территории объясняется стремительностью получения необходимых данных. В целях решения задач мониторинга и оценки состояния сельскохозяйственных угодий в части определения границ и типов сельскохозяйственных угодий такое комбинирование обеспечивается возможностью использования космических снимков и осуществления процедуры их дешифрирования. Это вполне реализуемо и в отношении отдельных территорий муниципального значения. Процесс дешифрирования космических изображений ускоряет процесс получения данных при проведении процедуры распознавания угодий, в том числе сельскохозяйственных, необходимых для осуществления анализа развития территорий и получения соответствующих результатов для последующего градостроительного освоения ареала исследования, а также снижает количество затрачиваемого времени и материальных ресурсов при полевых исследованиях, что, безусловно, оказывает влияние на эффективность в точности и достоверности получаемых материалов [6–9].

Выводы. Необходимо отметить, что получение и последующий анализ величины СФП территории дает возможность прогнозирования оценки состояния земель сельскохозяйственного назначения. Наиболее информативные показатели могут служить индикаторами состояния земель, адекватно отражая трудно измеряемое совокупное качество земель различных классификационных единиц. СФП территории рассматривается как один из важнейших индикаторов, способный интегрировать в себе показатели состояния и качества земель территории.

Информация об авторах:

Сизов Александр Павлович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры землеустройства и кадастров, Московский государственный университет геодезии и картографии, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6175-0145>, Scopus ID: 57214974937, ap_sizov@mail.ru

Черных Елена Германовна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры геодезии и кадастровой деятельности, Тюменский индустриальный университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2644-4721>, Scopus ID: 57199391561, chernyheg@tyuiu.ru

Щукина Вера Николаевна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры геодезии и кадастровой деятельности, Тюменский индустриальный университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4706-0671>, schukinavn@tyuiu.ru

Меркурьева Кристина Рудольфовна, ассистент кафедры геодезии и кадастровой деятельности, Тюменский индустриальный университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6650-9107>, Scopus ID: 57212388081, merkurevkr@tyuiu.ru

Information about the authors:

Alexander P. Sizov, doctor of technical sciences, professor, professor of the department of land management and cadastre, Moscow State University of Geodesy and Cartography, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6175-0145>, Scopus ID: 57214974937, ap_sizov@mail.ru

Elena G. Chernykh, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the department of geodesy and cadastral activities, Industrial University of Tyumen, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2644-4721>, Scopus ID: 57199391561, chernyheg@tyuiu.ru

Vera N. Shchukina, candidate of technical sciences, associate professor, associate professor of the department of geodesy and cadastral activities, Industrial University of Tyumen, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4706-0671>, schukinavn@tyuiu.ru

Kristina R. Merkurieva, assistant of the department of geodesy and cadastral activities, Industrial University of Tyumen, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6650-9107>, Scopus ID: 57212388081, merkurevkr@tyuiu.ru

Таким образом, перспективы исследования связаны с масштабированием разработанных подходов и алгоритмов для решения новых задач, в частности для исчисления величины СФП по результатам дешифрирования космических снимков на разных территориальных уровнях. Это подразумевает объединение процесса дешифрирования с одновременным проведением расчетных процедур. Кроме того, исследование имеет прикладное значение, которое заключается в использовании динамических данных прироста или уменьшения величины СФП территории в качестве критерия для отражения результатов градостроительных и землеустроительных решений, а также установления оптимальности результатов территориального планирования.

Список источников

1. Гузева И.В., Черных Е.Г., Бударова В.А. Некоторые проблемы землеустройства как сферы деятельности и ведущей отрасли науки // Московский экономический журнал. 2019. № 10. С. 137-146. doi: 10.24411/2413-046X-2019-10082

2. Доклад «О состоянии и использовании земель в Тюменской области в 2022 году»: официальный сайт Росреестра. URL: <https://rosreestr.ru/site/activity/sostoyanie-zemel-rossii/gosudarstvenny-natsionalny-doklad-ostoyanii-i-ispolzovanii-zemel-v-rossiyskoy-federatsii/> (дата обращения: 09.05.2024).

3. Сизов А.П. Оценка средоформирующего потенциала территории населенных пунктов при осуществлении государственного мониторинга земель // Геодезия и картография. 2018 № 6. С. 43-50.

4. Ramos Aguila, L.C., Sánchez Moreano, J.P., Akutse, K.S., Bamisile, B.S., Liu, J., Haider, F.U., Ashraf, H.J., Wang, L. (2023). Comprehensive genome-wide identification and expression profiling of ADF gene family in *Citrus sinensis*, induced by endophytic colonization of *Beauveria bassiana*. *Int J Biol Macromol.*, vol. 225, pp. 886-898. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2022.11.153

5. Wilcken, C.F., Dal Pogetto, M.H. F.D.A., Lima, A.C. V., Soliman, E.P., Fernandes, B.V., da Silva, I.M., Zanoncio, A.J. V., Barbosa, L.R., Zanoncio, J.C. (2019). Chemical vs entomopathogenic control of *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera: Thaumastocoridae) via aerial application in eucalyptus plantations. *Sci. Rep.*, vol. 9, no. 1, p. 416. doi: 10.1038/s41598-019-45802-y

6. Barra-Bucarei, L., France Iglesias, A., Gerding González, M., Silva Aguayo, G., Carrasco-Fernández, J., Castro, J.F., Ortiz Campos, J. (2019). Antifungal Activity of *Beauveria bassiana* Endophyte against *Botrytis cinerea* in Two Solanaceae Crops. *Microorganisms*, vol. 8, no. 1, p. 65. doi: 10.3390/microorganisms8010065

7. Foley, J.A., Defries, R., Asner, G.P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S.R., Chapin, F.S., Coe, M.T., Daily, G.C., Gibbs, H.K. (2005). Global consequences of land use. *Science*, 309 (5734), 570.

8. Lambin, E.F., Turner, B.L., Geist, H.J., Agbola, S.B., Angelsen, A., Bruce, J.W., Coomes, O.T., Dirzo, R., Fischer, G., Folke, C., George, P.S., Homewood, K., Imbernon, J., Leemans, R., Li, X., Moran, E.F., Mortimore, M., Ramakrishnan, P.S., Richards, J.F., Skanes, H., Steff en W., Stone, G.D., Svedin, U., Veldkamp, T.A., Vogel, C., Xu, J. (2001). The causes of land-use and landcover change: moving beyond the myths. *Glob. Environ. Change*, 11 (4), 261.

References

1. Guzeva, I.V., Chernykh, E.G., Budarova, V.A. (2019). Nekotorye problemy zemleustroystva kak sfery deyatel'nosti i vedushchei otrasli nauki [Some problems of land management as a sphere of activity and leading branch of science]. *Moskovskii ehkonomicheskii zhurnal* [Moscow economic journal], no. 10, pp. 137-146. doi: 10.24411/2413-046X-2019-10082

2. Doklad «O sostoyanii i ispol'zovanii zemel' v Tyumenskoi oblasti v 2022 godu» [Report "On the condition and use of land in the Tyumen region" in 2022]. Available at: <https://rosreestr.ru/site/activity/sostoyanie-zemel-rossii/gosudarstvenny-natsionalny-doklad-ostoyanii-i-ispolzovanii-zemel-v-rossiyskoy-federatsii/> (accessed: 09.05.2024).

3. Sizov, A.P. (2018). Otsenka sredoformiruyushchego potentsiala territorii naselennykh punktov pri osushchestvlenii gosudarstvennogo monitoringa zemel' [Assessment of the environment-forming potential of the territory of settlements in the implementation of state monitoring of lands]. *Geodeziya i kartografiya* [Geodesy and cartography], no. 6, pp. 43-50.

4. Ramos Aguila, L.C., Sánchez Moreano, J.P., Akutse, K.S., Bamisile, B.S., Liu, J., Haider, F.U., Ashraf, H.J., Wang, L. (2023). Comprehensive genome-wide identification and expression profiling of ADF gene family in *Citrus sinensis*, induced by endophytic colonization of *Beauveria bassiana*. *Int J Biol Macromol.*, vol. 225, pp. 886-898. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2022.11.153

5. Wilcken, C.F., Dal Pogetto, M.H. F.D.A., Lima, A.C. V., Soliman, E.P., Fernandes, B.V., da Silva, I.M., Zanoncio, A.J. V., Barbosa, L.R., Zanoncio, J.C. (2019). Chemical vs entomopathogenic control of *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera: Thaumastocoridae) via aerial application in eucalyptus plantations. *Sci. Rep.*, vol. 9, no. 1, p. 416. doi: 10.1038/s41598-019-45802-y

6. Barra-Bucarei, L., France Iglesias, A., Gerding González, M., Silva Aguayo, G., Carrasco-Fernández, J., Castro, J.F., Ortiz Campos, J. (2019). Antifungal Activity of *Beauveria bassiana* Endophyte against *Botrytis cinerea* in Two Solanaceae Crops. *Microorganisms*, vol. 8, no. 1, p. 65. doi: 10.3390/microorganisms8010065

7. Foley, J.A., Defries, R., Asner, G.P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S.R., Chapin, F.S., Coe, M.T., Daily, G.C., Gibbs, H.K. (2005). Global consequences of land use. *Science*, 309 (5734), 570.

8. Lambin, E.F., Turner, B.L., Geist, H.J., Agbola, S.B., Angelsen, A., Bruce, J.W., Coomes, O.T., Dirzo, R., Fischer, G., Folke, C., George, P.S., Homewood, K., Imbernon, J., Leemans, R., Li, X., Moran, E.F., Mortimore, M., Ramakrishnan, P.S., Richards, J.F., Skanes, H., Steff en W., Stone, G.D., Svedin, U., Veldkamp, T.A., Vogel, C., Xu, J. (2001). The causes of land-use and landcover change: moving beyond the myths. *Glob. Environ. Change*, 11 (4), 261.





ОСОБЕННОСТИ УСТАНОВЛЕНИЯ ОХРАННЫХ ЗОН ДЛЯ ЛИНЕЙНЫХ ОБЪЕКТОВ НА МЕЖСЕЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

А.А. Матвеева, Т.А. Юрина

Государственный аграрный университет Северного Зауралья, Тюмень, Россия

Аннотация. Статья посвящена рассмотрению комплекса работ по установлению охранной зоны газопровода-шлейфа. Для линейных сооружений, выступающих элементом инженерно-транспортной инфраструктуры страны, имеется необходимость в установлении охранных зон. Основным назначением охранных зон является обеспечение безопасности объектов и создание необходимых условий для их эксплуатации. Объект исследования (газопровод-шлейф) расположен на территории Ямсовейского нефтегазоконденсатного месторождения, Пуровского района, Ямало-Ненецкого автономного округа. В качестве методики исследования в статье представлена технологическая схема, сформированная на основе практического опыта и нормативно-правовых регламентов, представленных в законодательных актах разного уровня. Технологическая схема отражает этапность проведения работ по установлению границ охранной зоны. В ходе проведения исследования каждый из этапов рассмотрен на конкретном примере. По результатам подготовительных работ приведен перечень необходимой документации, которая ложится в основу последующих полевых и камеральных работ. Представлены топографо-геодезические работы, в том числе применяемое оборудование (геодезические приборы и программное обеспечение). Обработка полученных результатов и формирование описания местоположения границ охранной зоны относится к камеральному этапу процесса установления границ. Готовый пакет документов, подписанный электронной цифровой подписью, в формате XML-файла представляется орган регистрации прав через многофункциональный центр (МФЦ). Результатом установления границ охранной зоны является уведомление о внесении сведений о ней в единый государственный реестр недвижимости. В ходе проведенного исследования определены особенности установления охранных зон для газопроводов-шлейфов, расположенных на межселенных территориях. Также в статье перечислены несовершенства технологического процесса установления границ охранных зон и предложены рекомендации по их устранению.

Ключевые слова: линейные объекты недвижимости, охранная зона, межселенная территория, топографо-геодезические работы, кадастровые работы, режим использования территории

Original article

FEATURES OF ESTABLISHING SECURITY ZONES FOR LINEAR OBJECTS IN INTERVILLAGE TERRITORIES

A.A. Matveeva, T.A. Yurina

Nothern Trans-Ural State Agricultural University, Tyumen, Russia

Abstract. The article is devoted to the consideration of the complex of works on the establishment of a protective zone of the gas pipeline-a plume. For linear structures that act as an element of the engineering and transport infrastructure of the country, there is a need to establish security zones. The main purpose of security zones is to ensure the safety of facilities and create the necessary conditions for their operation. The object of the study (gas pipeline-plume) is located on the territory of the Yamsoveisky oil and gas condensate field, Purovsky district, Yamalo-Nenets Autonomous Okrug. As a research methodology, the article presents a technological scheme formed on the basis of practical experience and regulatory legal regulations presented in legislative acts of various levels. The technological scheme reflects the stages of work on the establishment of the boundaries of the security zone. During the research, each of the stages is considered on a specific example. Based on the results of the preparatory work, a list of necessary documentation is provided, which forms the basis for subsequent field and desk work. Topographic and geodetic works are presented, including the equipment used (geodetic instruments and software). The processing of the results obtained and the formation of a description of the location of the boundaries of the security zone refers to the desk stage of the boundary setting process. A ready-made package of documents signed with an electronic digital signature, in XML file format, is submitted to the rights registration authority through the multifunctional center (MFC). The result of the establishment of the boundaries of the protected zone is a notification of the entry of information about it into the unified state register of real estate. In the course of the study, the features of the establishment of protective zones for gas pipelines-plumes located in inter-settlement territories were determined. The article also lists the imperfections of the technological process of establishing the boundaries of security zones and offers recommendations for their elimination.

Keywords: linear real estate objects, security zone, inter-settlement territory, topographic and geodetic works, cadastral works, the mode of use of the territory

В современном мире линейные объекты имеют высокое значение, благодаря им происходит транспортировка газа, нефти, подача электричества и т.д. [16]. Для предупреждения повреждений или нарушений условий нормальной эксплуатации для каждого вида линейных объектов устанавливается зона с особыми условиями использования территории (ЗООИТ), внутри которой существуют ограничение или полный запрет деятельности, не совместимой с целью установления таких зон [3, 18]. Особенностью линейных объектов является их протяженность, что предопределяет необходимость использования разнородных исходных данных и разных методов определения координат характерных точек границ ЗООИТ [2].

Целью исследования является анализ комплекса работ по установлению границ охранных зон линейных объектов на примере газо-

провода-шлейфа от куста газовых скважин Ямсовейского нефтегазоконденсатного месторождения (НГКМ).

Предметом исследования выступают кадастровые работы по установлению границ охранной зоны линейного объекта на межселенных территориях.

Методика исследования. Охранные зоны (ОЗ) устанавливаются на земельных участках, непосредственно прилегающих к объекту, в отношении, которого устанавливается данная зона. Граница этой территории определяется исходя из категории охраняемого объекта, в строгом соответствии с действующими нормативно-правовыми актами, устанавливающими особые требования к использованию данного участка в целях охраны условий жизни человека, среды обитания растений и животных, а также объектов хозяйственной и иной деятельности,

оказывающих негативное воздействие на окружающую среду [8].

Установление границ ОЗ линейного объекта представляет собой комплекс мероприятий, включающий три основных этапа: подготовительные работы, полевые и камеральные работы (рис. 1).

Исходя из представленной технологической схемы, очевидно, что процедура установления границ охранных зон линейных объектов достаточно длительная по срокам. При этом, время подготовки графического материала к описанию местоположения границ охранной зоны, в первую очередь, зависит от протяженности объекта [10].

Исследуемый объект в административном отношении расположен на территории Ямало-Ненецкого автономного округа, Пуровского района, в границах Ямсовейского нефтегазоконденсатного месторождения (рис. 2).

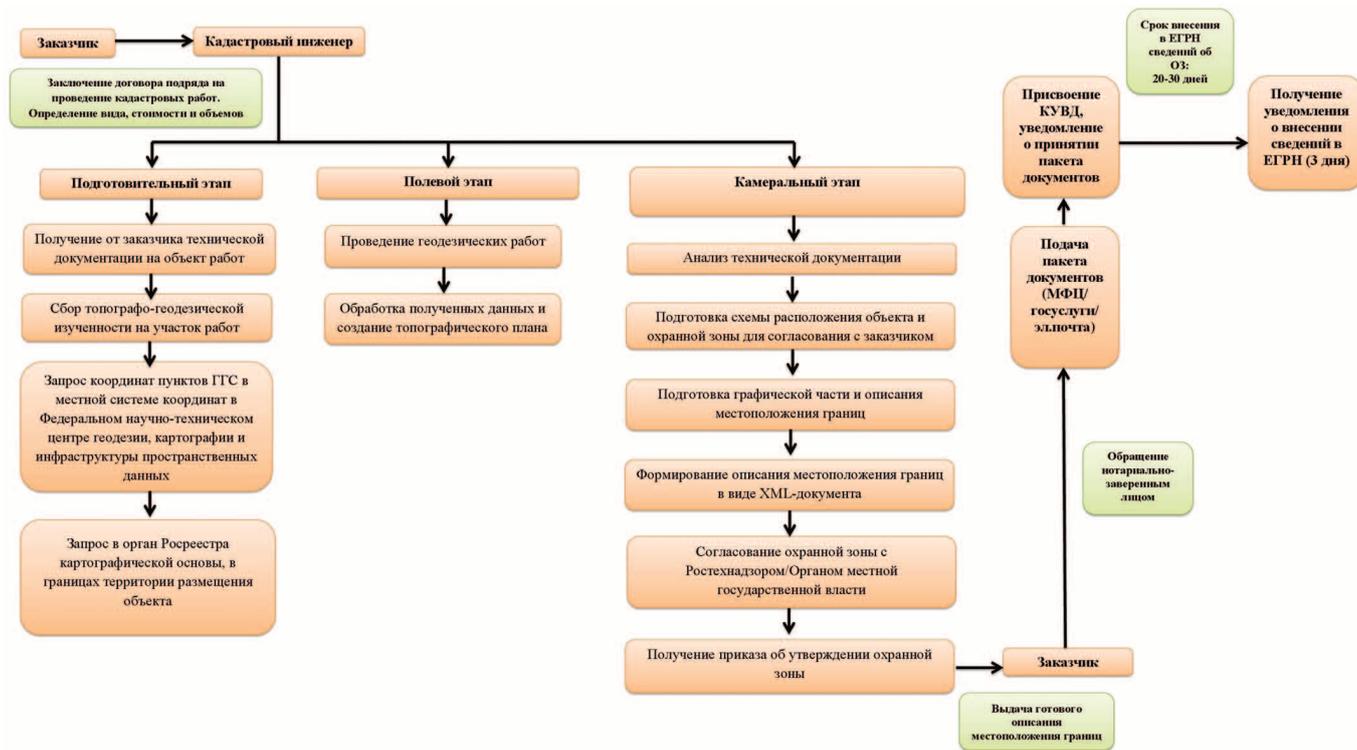


Рисунок 1. Этапы кадастровых работ по установлению охранных зон для линейных объектов
Figure 1. Stages of cadastral work to establish security zones for linear objects

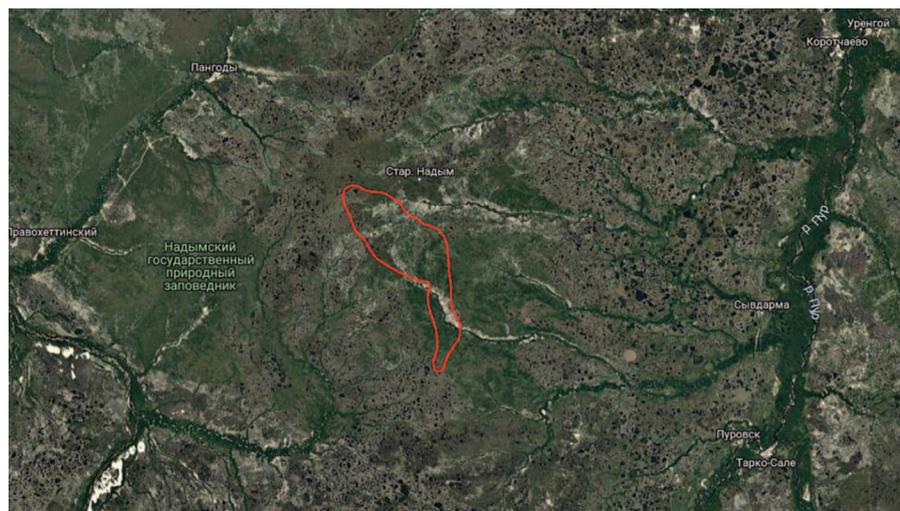


Рисунок 2. Месторасположение Ямсовейского НГКМ
Figure 2. Location of the Yamsoveyskoye NGKM

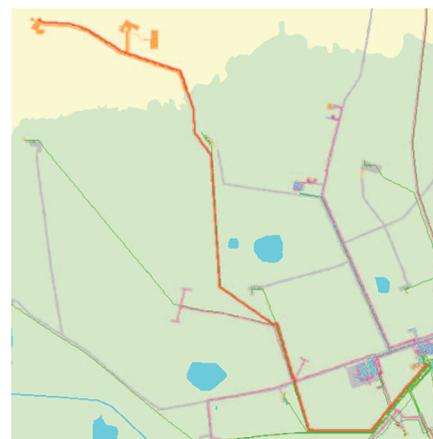


Рисунок 3. Газопровод-шлейф от куста газовых скважин Ямсовейского НГКМ
Figure 3. Gas pipeline-trail from the gas well cluster of the Yamsoveyskoye NGKM

Месторождение открыто в 1970 г. и введено в промышленную эксплуатацию в 1997 г. На сегодняшний день является одним из самых крупных в России. Общая площадь территории Ямсовейского НГКМ составляет 58 369,42 га.

Объектом исследования выступает газопровод-шлейф от куста газовых скважин УКПГ Ямсовейского НГКМ (рисунок 3).

Газопроводы-шлейфы предназначены для транспортировки пластовой смеси от скважин (куста скважин) месторождений и подземных хранилищ газа до установок комплексной подготовки газа, установок предварительной подготовки газа, пунктов сбора и от компрессорных станций подземных хранилищ газа до скважин (куста скважин) для закачки газа в пласт [4].

Газопровод проходит надземно по эстакаде, расположен на землях промышленности и иного специального назначения. Согласно исходным данным, объект работ относится

к газопроводам высокого давления. Протяженность газопровода составляет 13 398 м.

Установление границ охранной зоны начинается со сбора необходимых сведений об объекте работ.

На подготовительном этапе между заказчиком и организацией заключается договор подряда, в котором, согласно статье 36 Федерального закона от 24.07.2007 г. № 221-ФЗ «О кадастровой деятельности», прописывается: предмет договора, цена, права и обязанности сторон, расчёт стоимости выполнения работ, техническое задание [17].

В качестве исходных данных заказчиком предоставлено свидетельство о государственной регистрации права на объект и технический паспорт.

Через личный кабинет кадастрового инженера на портале Росреестра запрашиваются необходимые для проведения кадастровых

работ сведения (кадастровый план территории). До начала проведения полевых работ анализируется топографо-геодезическая изученность участка работ [6]. В Управлении Росреестра по Тюменской области получены координаты пунктов ГТС в местной системе координат.

Установлено, что на рассматриваемый участок отсутствуют материалы ранее выполненных топографических работ, поэтому возникла необходимость в выполнении топографо-геодезической съемки.

Топографо-геодезические работы по съемке и полевой корректуре объектов выполнялись геодезическими методами с применением спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС/GPS и электронных тахеометров с точностью необходимой для внесения данных в ЕГРН.

Работы выполнены приборами, прошедшими метрологическое освидетельствование, сведения о которых представлены в таблице 1.



Таблица 1. Сведения об используемых приборах
Table 1. Information about the devices used

Наименование прибора	Тип прибора	Область применения
Спутниковая аппаратура	GNSS приемник TRIUMPH-1M	Создание опорной сети, топографическая съемка в режиме RTK
Спутниковая аппаратура	GNSS приемник TRIUMPH-1-G3T	Создание плано-высотного съёмочного обоснования
Электронный тахеометр	Leica FlexLine TS06 plus 5	Тахеометрическая съемка

Съёмочная геодезическая сеть создана с целью гущения геодезической плановой и высотной основы до плотности и точности, обеспечивающих создание (обновление) инженерно-топографических планов в масштабах 1:500 — 1:5000.

При выполнении топографической съемки с применением метода спутниковых геодезических определений, при достаточной плотности пунктов государственной геодезической сети съёмочная сеть не создается или создается на отдельных участках [1].

Камеральная обработка результатов измерений, выполненных при создании (развитии) съёмочной геодезической сети, включает:

- обработку полевых материалов;
- вычисление невязок и проверку их соответствия допускам;
- уравнивание и оценку точности результатов измерений;
- вычисление координат и высот определяемых пунктов,
- составление каталогов;
- составление ведомостей, схем и других отчетных материалов.

На первом этапе топографо-геодезических работ выполнено развитие съёмочного обоснования методом построения сети от исходных пунктов, находящихся в районе работ, с целью определения параметров перехода от системы координат WGS-84 к местной системе координат.

Измерения на исходных пунктах и базовых GPS-станциях выполнены при помощи спутниковой геодезической аппаратуры TRIUMPH в статическом режиме. Метод развития съёмочного обоснования — построение сети.

Установка антенн спутниковых приёмников над центрами пунктов сети осуществлялась с применением центрировочного устройства. Высота антенны измерялась дважды (до и после завершения сеанса наблюдений) с точностью 1-2 мм.

Качество полевых наблюдений контролируется оператором непосредственно на наблюдаемом пункте (показания геометрического фактора, количество наблюдаемых спутников, соотношения «сигнал/шум», степень разрядки аккумуляторной батареи, количество произошедших сбоев в приёме сигналов, записи эпох). Количество наблюдаемых спутников не было менее 5, PDOP не выше 3 [11].

Второй этап постобработки заключается в предварительном анализе уравниваемых данных, что позволяет заблаговременно обнаружить грубые ошибки в векторных данных. Далее проводится уравнивание свободной сети, где используются только условия, возникающие внутри сети, что позволяет провести оценку внутренней точности сети.

На заключительном этапе выполнено уравнивание по методу наименьших квадратов, в результате чего получены окончательные координаты и высоты определяемых пунктов.

Закрепление точек плано-высотного съёмочного обоснования производилось по временной схеме.

Во время приёма спутникового сигнала на точке непрерывно наблюдалось не менее четырех спутников одновременно. Состав спутников в продолжении приёма менялся.

Вся измерительная информация автоматически фиксировалась в карте памяти приёмников. Данные полевых геодезических измерений передавались в компьютер и с помощью Topcon Tools.

Работы по геодезической съемке произведены в соответствии с требованиями ГКИНП (ОНТА) 02-033-82 «Инструкция по топографическим съемкам масштаба 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500», ГКИНП (ОНТА) -02-262-02 «Инструкция по развитию съёмочного обоснования и съемке ситуации и рельефа с применением глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS».

Контроль топографической съемки выполнялся спутниковым методом в режиме RTK, непосредственно с базовых станций [14].

На открытых участках местности, где было возможно осуществить беспрепятственный прием навигационных сигналов от СНС «GPS» и «ГЛОНАСС» геодезическая съемка выполнялась спутниковым методом в режиме RTK. При применении данного метода использовались два спутниковых геодезических приемника, причем один неподвижный устанавливался над исходным пунктом опорной сети, осуществлял сбор навигационных данных, выступая в качестве референсной базовой станции.

Для развития геодезической опорной сети выбран статический метод относительных спутниковых наблюдений. Сущность данного метода заключается в одновременной регистрации двумя или более приемниками сигналов от спутников «GPS» и «ГЛОНАСС» для последующей совместной обработки и вычисления координат определяемого пункта, причем один из приемников (или несколько) должен быть установлен на пункт с известными координатами в используемой системе координат. Спутниковые наблюдения производились с использованием двухчастотных спутниковых геодезических приемников TRIUMPH, прошедших в установленном порядке метрологическое обслуживание в соответствии с требованиями государственных стандартов.

Обработка результатов производилась с использованием сертифицированного программного обеспечения. Процесс обработки разделен на этапы:

1. Предварительная обработка спутниковых наблюдений и анализ качества полученных векторов.
2. Минимально ограниченное уравнивание сети и анализ качества исходных данных.
3. Окончательное уравнивание сети. На этапе предварительной обработки производилось формирование и вычисление всех векторов полученных в результате наблюдений.

Далее, для оценки точности измерений, производился анализ по невязкам в замкнутых полигонах. В качестве полигонов выбраны треугольники, образованные всеми векторами в сети. Анализ производился автоматически.

При создании топографических планов применяется отработанная технология, при которой топографические планы отрисовываются в программе MapInfo.

Результатом работ является топографический план в проекции «план-схема» МСК, принятой для ведения Единого государственного реестра недвижимости на территории Ямало-Ненецкого округа.

На этапе камеральных работ кадастровый инженер занимается подготовкой описания местоположения границ охранной зоны (ОМГ).

При помощи программного продукта MapInfo подготавливается схема расположения объекта и охранной зоны для согласования с заказчиком [9]. Используя характеристики объекта и Постановление Правительства РФ от 8 сентября 2017 г. № 1083 определяется ширина охранной зоны. Ширина охранной зоны рассматриваемого объекта составляет 25 м от оси газопровода с каждой стороны (рис. 4).

После согласования с заказчиком схемы расположения границ объекта и охранной зоны, подготавливается графическая часть описания местоположения границ — план границ объекта (рис. 5).

- В плане границ отображаются:
- кадастровый план территории;
 - ось магистрального газопровода;
 - картографическая подложка;
 - охранная зона;
 - иные необходимые слои для отображения ситуации.

Текстовая часть ОМГ подготавливается в программе Технокад-Экспресс. Она включает в себя сведения об объекте (характеристики объекта, местоположение, площадь объекта и иные характеристики), сведения о местоположении границ объекта (система координат; сведения о характерных точках границ объекта), сведения о местоположении измененных (уточненных) границ объекта (табл. 2).

Готовый пакет документов подписывается электронной цифровой подписью представителя по доверенности [7].

Выгруженный XML-файл (ZoneToGKN) записывается на диск и подается заказчиком вместе с заявлением в МФЦ. Срок внесения в Единый государственный реестр недвижимости сведений об охранной зоне составляет 20 дней. Готовым результатом является уведомление о внесении.

В результате анализа комплекса работ по установлению охранной зоны газопровод-шлейфа, расположенного на межселенных территориях, определены следующие особенности:

- 1) Варьирование размера охранной зоны в зависимости от разновидности транспортируемого по газопроводу газа: если это природный газ ширина охранной зоны составит 25 м, если сжатый газ — 100 м в каждую сторону.

- 2) Влияние категории местоположения объекта работ на предельную величину средней квадратической погрешности установления границ охранной зоны (табл. 3).

- 3) Необходимость согласования границы охранной зоны с местным органом государственной власти по местонахождению объекта работ перед подачей сведений о границе в Единый государственный реестр недвижимости.

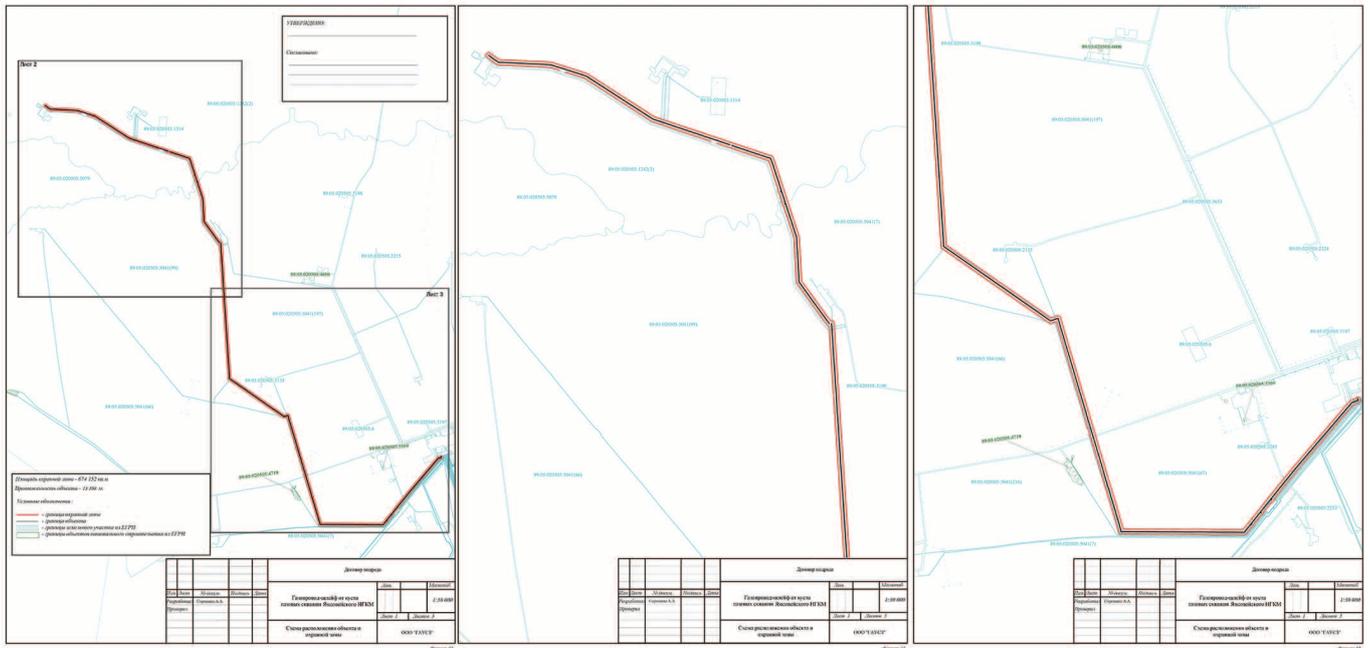


Рисунок 4. Схема расположения объекта и охранный зоны для согласования с заказчиком работ
Figure 4. The layout of the facility and the security zone for coordination with the customer of the work

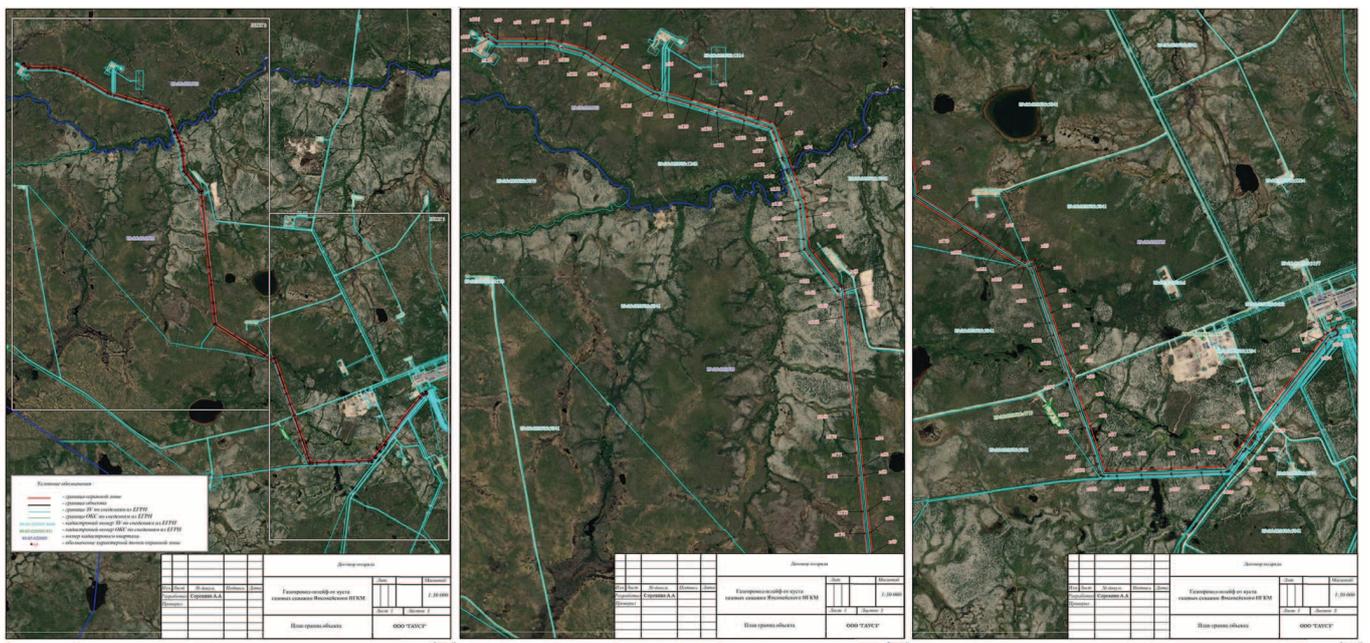


Рисунок 5. План границ охранный зоны
Figure 5. The plan of the boundaries of the security zone

В силу части 1 статьи 32 Федерального закона от 13 июля 2015 г. № 218-ФЗ «О государственной регистрации недвижимости» сведения об установлении, изменении или прекращении существования зоны с особыми условиями использования территории вносятся в ЕГРН в порядке межведомственного информационного взаимодействия на основании соответствующих решений (актов) органов государственной власти либо органов местного самоуправления [13].

В правилах охраны магистральных газопроводов, утвержденных Постановлением Правительства Российской Федерации от 08 сентября 2017 № 1083, отсутствуют положения, устанавливающие требования по принятию органами государственной власти, органами местного самоуправления соответствующих актов об уста-

новлении, изменении или о прекращении существования ЗОУИТ, отсутствует требование по направлению в орган регистрации прав сведений об установленной ЗОУИТ, также не установлены ответственные субъекты (органы, лица) за подготовку и направление в орган регистрации прав сведений об установленной ЗОУИТ [15].

Таким образом, можно заключить, что на данный момент законом не предусмотрена возможность направления в орган регистрации прав в порядке межведомственного информационного взаимодействия документов об охранных зонах магистральных трубопроводов, линий и сооружений связи, в отношении которых органами государственной власти или органами местного самоуправления не принимаются решения об их установлении [12].

Таблица 2. Информация об объекте работ
Table 2. Information about the object of work

Параметр	Сведения об объекте
Наименование объекта	Газопровод-шлейф от куста газовых скважин Ямсовейского НГКМ
Местоположение объекта	Ямало-Ненецкий АО, Пуровский район, Ямсовейское НГКМ
Кадастровый номер	89:05:000000:11768
Система координат	МСК-89, зона 4
Площадь объекта и величина погрешности	674 009 +/- 1 408 м²



Таблица 3. Значения точности определения координат характерных точек границ земельных участков
Table 3. Accuracy values for determining the coordinates of characteristic points of land boundaries

№ п/п	Категория земель и разрешенное использование земельных участков	Средняя квадратическая погрешность определения координат (местоположения) характерных точек, м	Размер проекции пикселя на местности для аэрофотоснимков и космических снимков, см
1	Земельные участки, отнесенные к землям населенных пунктов	0,10	5
2	Земельные участки, отнесенные к землям сельскохозяйственного назначения и предоставленные для ведения личного подсобного хозяйства, огородничества, садоводства, строительства гаража для собственных нужд или индивидуального жилищного строительства	0,20	7
3	Земельные участки, отнесенные к землям сельскохозяйственного назначения, за исключением земельных участков, указанных в пункте 2 настоящих значений	2,50	35
4	Земельные участки, отнесенные к землям промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, землям для обеспечения космической деятельности, землям обороны, безопасности и землям иного специального назначения	0,50	9
5	Земельные участки, отнесенные к землям особо охраняемых территорий и объектов	2,50	35
6	Земельные участки, отнесенные к землям лесного фонда, землям водного фонда и землям запаса	5,00	60
7	Земельные участки, не указанные в пунктах 1-6 настоящих значений	2,50	35

4) Установление определенного режима использования для охранной зоны газопровода-шлейфа в утвержденных границах на основании Постановления Правительства РФ от 8 сентября 2017 г. № 1083, согласно которого запрещается:

- повреждение и перемещение опознавательных знаков местонахождения магистральных газопроводов;
- открывание/закрывание, включение/выключение технологических элементов газопровода без согласования с его владельцами;
- создание свалок, осуществление сброса химических веществ, негативно влияющих на обшивку газопровода;
- складирование любых материалов;
- повреждение вспомогательных устройств газопровода, предохраняющих его от разрушения (берегозащитные, водовыпускные сооружения, земляные и иные сооружения и устройства);
- разведение костров, нахождение в границах газопровода с открытым огнем;
- огораживание и перегораживание охранных зон;
- размещение каких-либо зданий, строений и сооружений, не относящихся к объектам газопровода;
- осуществление несанкционированного подключения (присоединения) к магистральному газопроводу.

Согласно постановлению Правительства РФ от 12 июля 2016 г. № 662 уведомление владельцев земельных участков, которые попадают в границы ОЗ, занимается Росреестр. Уведомление высылается по электронной почте правообладателю, либо почтовым отправлением в течение 15 дней со дня внесения ОЗ в ЕФРН [5].

Помимо перечисленных особенностей установления охранных зон магистральных газопроводов (газопроводов-шлейфов), стоит упомянуть несовершенства в рассмотренном технологическом процессе.

На сегодняшний день охранная зона не регламентируется по срокам установления с момента постройки и ввода объекта в эксплуатацию. В таком случае, незнание или безответственный подход к эксплуатации данного объекта, отсутствие опознавательных знаков о наличии подземного газопровода, может привести к повреждениям или нарушениям условий эксплуатации, а также несет опасность для жизни человека.

Для решения данной проблемы имеется необходимость принятия нормативно-правового акта, регламентирующего временной промежуток для установления охранной зоны газопровода до/после ввода его в эксплуатацию.

Еще одна проблема обнаружена при подаче готового пакета документов с описанием местоположения границ охранной зоны в органы регистрации прав. Для каждого региона Российской Федерации свои требования по подписанию XML-файла. Например, для подачи XML-файла в филиал Роскадастра по ХМАО (Ханты-Мансийскому автономному округу — Югра), необходима только подпись заявителя по доверенности, при этом, в филиале Роскадастра ЯНАО (Ямало-Ненецкому автономному округу) помимо подписи заявителя по доверенности, необходима подпись кадастрового инженера. Установление единого регламента значительно сократит случаи отказа при подаче заявления.

Список источников

1. Андреев Н.П. Анализ методики проведения инженерно-геодезических изысканий на кустовой площадке (на примере Самотлорского месторождения) / Н.П. Андреев, Е.Ю. Конушина // Достижения молодежной науки для агропромышленного комплекса: сборник трудов LVII научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. Тюмень: ГАУ Северного Зауралья, 2023. С. 22-27.
2. Белоусова К.В. Особенности формирования земельного участка под линейные объекты нефтегазового комплекса / К.В. Белоусова, А.А. Матвеева // Нефть и газ Западной Сибири: материалы Международной научно-технической конференции. Тюмень: ТИУ, 2017. С. 218-220.
3. Драгич О.А. Некоторые вопросы экологического состояния городских территорий / О.А. Драгич, К.А. Сидорова, А.А. Матвеева, Т.А. Юрина // Международный сельскохозяйственный журнал. 2023. № 6(396). С. 576-578. DOI: 10.55186/25876740_2023_66_6_576.
4. Евтушкова Е.П. Особенности рекультивации земель, нарушенных при обустройстве кустов скважин (на материалах Сугмутского месторождения) // Вестник КрасГАУ. 2022. № 2(179). С. 12-18. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-2-12-18.
5. Коноплин М.А. Процедура формирования сервитута под линейные объекты в границах населенного пункта на примере города Алапаевска / М.А. Коноплин, М.С. Хорохордина // Рациональное использование земельных ресурсов в условиях современного развития АПК: сборник материалов Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Тюмень, 2021. С. 95-104.
6. Матвеева А.А. Обеспечение информационно-геодезических процессов оценки недвижимости / А.А. Матвеева, В.В. Демина // Современные вопросы зем-

леустройства, кадастра и мониторинга земель: материалы региональной научно-практической конференции. Тюмень: ТИУ, 2016. С. 96-101.

7. Матвеева А.А. Особенности формирования земельного участка под кустовую площадку газовых скважин (на материалах Бованенковского нефтегазоконденсатного месторождения Ямальского района ЯНАО) / А.А. Матвеева, Т.А. Юрина // Московский экономический журнал. 2022. Т. 7, № 10. DOI: 10.55186/2413046X_2022_7_10_586.

8. Матвеева А.А. Проблемы установления зон с особыми условиями использования территории в границах города Тюмени / А.А. Матвеева, А.Э. Губайдуллина // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель: проблемы и перспективы развития: сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции. Тюмень: ГАУ Северного Зауралья, 2023. С. 67-72.

9. Матвеева А.А. Формирование и установление водоохранных зон как фактора обеспечения экологизации землепользования в условиях нефтегазопромыслов (на территории Восточно-Таймырского месторождения) / А.А. Матвеева, К.В. Белоусова, М.М. Шимановская // Геоэкология и нефтегазоносность Западно-Сибирского мегабассейна (опыт, инновации): материалы десятой международной научно-технической конференции. — Тюмень: ТИУ, 2016. С. 184-188.

10. Матвеева А.А. Формирование стоимости кадастровых работ при установлении границ охранной зоны линейного объекта на межселенных территориях / А.А. Матвеева, А.А. Сорокина // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель: проблемы и перспективы развития: сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции. Тюмень: ГАУ Северного Зауралья, 2023. С. 61-66.

11. Рябкова Е.В. Термины, устройства, приспособления и инструменты, используемые при проведении землеустроительных геодезических работ / Е.В. Рябкова, Н.В. Литвиненко, А.А. Юрлова // Успехи молодежной науки в агропромышленном комплексе: сборник трудов LVII Студенческой научно-практической конференции. Тюмень: ГАУ Северного Зауралья, 2022. С. 183-196.

12. Симаков А.В. Установление права ограниченного пользования земельными участками для размещения линейного объекта / А.В. Симаков // Интеграция науки и образования в аграрных вузах для обеспечения продовольственной безопасности России: сборник трудов национальной научно-практической конференции. Тюмень: ГАУ Северного Зауралья, 2022. С. 94-104.

13. Тельманов А.С. Формирование земельного участка с особыми условиями использования (на примере села Аксарка Приуральского района ЯНАО) / А.С. Тельманов, А.В. Симаков // Достижения молодежной науки для агропромышленного комплекса: сборник трудов LVII научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. Тюмень: ГАУ Северного Зауралья, 2023. С. 257-262.

14. Филатов В.К. Особенности производства геодезических работ при выполнении изысканий под линейные объекты / В.К. Филатов, С.С. Рацен // Достижения



молодежной науки для агропромышленного комплекса: сборник трудов LVII научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. Тюмень: ГАУ Северного Зауралья, 2023. С. 288-293.

15. Шляхова Е.И. Методические подходы проведения кадастровых работ при образовании объектов недвижимости для целей недропользования / Е.И. Шляхова, Т.В. Симакова, С.С. Рацен // Достижения молодежной науки для агропромышленного комплекса: сборник трудов LVII научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. Тюмень: ГАУ Северного Зауралья, 2023. С. 305-310.

16. Podkovyrova M.A. Landscape-ecological approach to optimization of natural-management systems of administrative districts / M.A. Podkovyrova, A.M. Oleinik, A.A. Matveeva // International Journal of Civil Engineering and Technology. 2018. Vol. 9, No. 7. P. 513-521.

17. Simakova T. The Assessment of land pollution by oil products in the vicinity of the operating oil pipeline in the territory of the Sverdlovsk region / T. Simakova, A. Simakov, V. Tolstov, L. Skipin // Journal of Ecological Engineering. 2021. Vol. 22, no. 10, P. 14-18. DOI: 10.12911/22998993/142273.

18. Shvets N.I. Ecological monitoring of soils in urban and rural areas / N.I. Shvets, K.A. Sidorova, T.A. Yurina, A.A. Matveeva // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. Vol. 1045, No. 1. P. 012144. DOI: 10.1088/1755-1315/1045/1/012144.

References

1. Andreev N.P., Konushina E.Yu. (2023). *Analiz metodiki provedeniya inzhenerno-geodezicheskix izy'skanij na kustovoj ploshhadke (na primere Samotlorskogo mestorozhdeniya)* [Analysis of the methodology for conducting engineering and geodetic surveys at a well pad (using the example of the Samotlor field)]. *Dostizheniya molodezhnoj nauki dlya agropromy'shennogo kompleksa: sbornik trudov LVII nauchno-prakticheskoy konferencii studentov, aspirantov i molody'x uchyoniy'x* [Achievements of youth science for the agro-industrial complex: collection of proceedings of the LVII scientific and practical conference of students, graduate students and young scientists], pp. 22-27.

2. Belousova K.V., Matveeva A.A. (2017). *Osobennosti formirovaniya zemel'nogo uchastka pod linejny'e ob'ekty neftegazovogo kompleksa* [Features of the formation of a land plot for linear objects of the oil and gas complex]. *Neft' i gaz Zapadnoj Sibiri: materialy' Mezhdunarodnoj nauchno-texnicheskoy konferencii* [Oil and gas of Western Siberia: materials of the international scientific and technical conference], pp. 218-220.

3. Dragich O.A., Sidorova K.A., Matveeva A.A., Yurina, T.A. (2023). *Nekotory'e voprosy' e'kologicheskogo sostoyaniya gorodskix territorij* [Some issues of the ecological state of urban areas]. *Mezhdunarodny'j sel'skoxozyajstvenny'j zhurnal* [International Agricultural Journal], no. 6(396), pp. 576-578. doi: 10.55186/25876740_2023_66_6_576.

4. Evtushkova E.P. (2022). *Osobennosti rekul'tivacii zemel', narushenny'x pri obustroystve kustov skvazhin (na materialax Sugmutskogo mestorozhdeniya)* [Features of reclamation of lands disturbed during the construction of well clusters (based on materials from the Sugmutskoye field)]. *Vestnik KrasGAU* [Bulletin of KrasGAU], no. 2(179), pp. 12-18. doi: 10.36718/1819-4036-2022-2-12-18.

5. Konoplin M.A., Xoroxordina M.S. (2021). *Procedura formirovaniya servituta pod linejny'e ob'ekty v granicax naselennogo punkta na primere goroda Alapaevska* [The procedure for creating an easement for linear objects within the boundaries of a populated area using the ex-

ample of the city of Alapaevsk]. *Racional'noe ispol'zovanie zemel'ny'x resursov v usloviyax sovremennogo razvitiya APK: sbornik materialov Vserossijskoj (nacional'noj) nauchno-prakticheskoy konferencii* [Rational use of land resources in the context of modern development of the agro-industrial complex: a collection of materials from the All-Russian (national) scientific and practical conference], pp. 95-104.

6. Matveeva A.A., Demina V.V. (2016). *Obespechenie informacionnogo soprovozhdeniya processa ocenki nedvizhimosti* [Providing information support for the real estate valuation process]. *Sovremennye voprosy' zemleustrojstva, kadastra i monitoringa zemel': materialy' regional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Modern issues of land management, cadastre and land monitoring: materials of the regional scientific and practical conference], pp. 96-101.

7. Matveeva A.A., Yurina T.A. (2022). *Osobennosti formirovaniya zemel'nogo uchastka pod kustovuyu ploshhadku gazovy'x skvazhin (na materialax Bovanenkovskogo neftegazokondensatnogo mestorozhdeniya Yamal'skogo rajona YaNAO)* [Features of the formation of a land plot for a cluster pad for gas wells (based on materials from the Bovanenkovskoye oil and gas condensate field in the Yamal region of the Yamal-Nenets Autonomous Okrug)]. *Moskovskij e'konomicheskij zhurnal* [Moscow economic journal], vol. 7, no. 10, pp. 44-56. doi: 10.55186/2413046X_2022_7_10_586.

8. Matveeva A.A., Gubajdullina A.E. (2023). *Problemy' ustanovleniya zon s osoby'mi usloviyami ispol'zovaniya territorij v granicax goroda Tyumeni* [Problems of establishing zones with special conditions for the use of territory within the boundaries of the city of Tyumen]. *Zemleustrojstvo, kadastr i monitoring zemel': problemy' i perspektivy' razvitiya: sbornik trudov Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Land management, cadastre and land monitoring: problems and development prospects: collection of proceedings of the All-Russian scientific and practical conference], pp. 67-72.

9. Matveeva A.A., Belousova K.V., Shimanovskaya M.M. (2016). *Formirovanie i ustanovlenie vodooxranny'x zon kak faktora obespecheniya e'kologizacii zemlepol'zovaniya v usloviyax neftegazopromy'slova (na territorii Vostochno-Tajmyr'skogo mestorozhdeniya)* [Formation and establishment of water protection zones as a factor in ensuring the greening of land use in oil and gas fields (on the territory of the East Taimyr field)]. *Geologiya i neftegazonosnost' Zapadno-Sibirskogo megabassejna (opy't, innovacii): materialy' desyatj mezhdunarodnoj nauchno-texnicheskoy konferencii* [Geology and oil and gas potential of the West Siberian megabasin (experience, innovations): materials of the tenth international scientific and technical conference], pp. 184-188.

10. Matveeva A.A., Sorokina A.A. (2023). *Formirovanie stoimosti kadastrovy'x rabot pri ustanovlenii granic oxrannoj zony' linejnogo ob'ekta na mezhselenny'x territoriyax* [Formation of the cost of cadastral work when establishing the boundaries of the security zone of a linear object in intersettlement territories]. *Zemleustrojstvo, kadastr i monitoring zemel': problemy' i perspektivy' razvitiya: sbornik trudov Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Land management, cadastre and land monitoring: problems and development prospects: collection of proceedings of the All-Russian scientific and practical conference], pp. 61-66.

11. Ryabkova E.V., Litvinenko N.V., Yurlova A.A. (2022). *Terminy', ustrojstva, prispособleniya i instrumenty', ispol'zuemy'e pri provedenii zemel'no-kadastrovy'x geodezicheskix rabot* [Terms, devices, devices and tools used

when carrying out land cadastral geodetic work]. *Uspexi molodezhnoj nauki v agropromy'shennom komplekse: sbornik trudov LVII studencheskoj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Advances of youth science in the agro-industrial complex: collection of proceedings of the LVII student scientific and practical conference], pp. 183-196.

12. Simakov A.V. (2022). *Ustanovlenie prava ogranichenogo pol'zovaniya zemel'ny'mi uchastkami dlya razmeshheniya linejnogo obekta* [Establishment of the right to limited use of land plots for the location of a linear facility]. *Integraciya nauki i obrazovaniya v agrarny'x vuzax dlya obespecheniya prodovol'stvennoj bezopasnosti Rossii: sbornik trudov nacional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii* [Integration of science and education in agricultural universities to ensure food security in Russia: collection of proceedings of the national scientific and practical conference], pp. 94-104.

13. Telmanov A.S., Simakov A.V. (2023). *Formirovanie zemel'nogo uchastka s osoby'mi usloviyami ispol'zovaniya (na primere sela Aksarka Priural'skogo rajona YaNAO)* [Formation of a land plot with special conditions of use (using the example of the village of Aksarka, Priural'sky district of the Yamal-Nenets Autonomous Okrug)]. *Dostizheniya molodezhnoj nauki dlya agropromy'shennogo kompleksa: sbornik trudov LVII nauchno-prakticheskoy konferencii studentov, aspirantov i molody'x uchyoniy'x* [Achievements of youth science for the agro-industrial complex: collection of proceedings of the LVII scientific and practical conference of students, graduate students and young scientists], pp. 257-262.

14. Filatov V.K., Racen S.S. (2023). *Osobennosti proizvodstva geodezicheskix rabot pri vy'polnenii izy'skanij pod linejny'e obekty* [Features of geodetic work when performing surveys for linear objects]. *Dostizheniya molodezhnoj nauki dlya agropromy'shennogo kompleksa: sbornik trudov LVII nauchno-prakticheskoy konferencii studentov, aspirantov i molody'x uchyoniy'x* [Achievements of youth science for the agro-industrial complex: collection of proceedings of the LVII scientific and practical conference of students, graduate students and young scientists], pp. 288-293.

15. Shlyaxova E.I., Simakova T.V., Racen S.S. (2023). *Metodicheskie podходы provedeniya kadastrovy'x rabot pri obrazovanii obektov nedvizhimosti dlya celej nedropolzovaniya* [Methodological approaches to conducting cadastral work in the formation of real estate for subsoil use purposes]. *Dostizheniya molodezhnoj nauki dlya agropromy'shennogo kompleksa: sbornik trudov LVII nauchno-prakticheskoy konferencii studentov, aspirantov i molody'x uchyoniy'x* [Achievements of youth science for the agro-industrial complex: collection of proceedings of the LVII scientific and practical conference of students, graduate students and young scientists], pp. 305-310.

16. Podkovyrova M.A., Oleinik A.M., Matveeva A.A. (2018). *Landscape-ecological approach to optimization of natural-management systems of administrative districts. International journal of civil engineering and technology*, vol. 9, no. 7, pp. 513-521.

17. Simakova T., Simakov A., Tolstov V., Skipin L. (2021). *The assessment of land pollution by oil products in the vicinity of the operating oil pipeline in the territory of the Sverdlovsk region. Journal of ecological engineering*, vol. 22, no. 10, pp. 14-18. doi 10.12911/22998993/142273.

18. Shvets N.I., Sidorova K.A., Yurina T.A., Matveeva A.A. (2022). *Ecological monitoring of soils in urban and rural areas. IOP conference series: Earth and environmental science*, vol. 1045, no. 1, pp. 012144. doi 10.1088/1755-1315/1045/1/012144.

Информация об авторах:

Матвеева Анна Александровна, старший преподаватель кафедры землеустройства и кадастров,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5940-3109>, matveevaaa@gausz.ru

Юрина Татьяна Александровна, кандидат биологических наук, доцент кафедры землеустройства и кадастров,

ORCID: <http://orcid.org/0009-0006-3412-8864>, yurina.ta@gausz.ru

Information about the authors:

Anna A. Matveeva, senior lecturer at the department of land management and cadastre,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5940-3109>, matveevaaa@gausz.ru

Tatyana A. Yurina, candidate of biological sciences, associate professor of the department of land management and cadastre,

ORCID: <http://orcid.org/0009-0006-3412-8864>, yurina.ta@gausz.ru





АГРАРНАЯ РЕФОРМА И ФОРМЫ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ

Научная статья

УДК 336.02

doi: 10.55186/25876740_2024_67_4_394

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ОТ СУБСИДИРОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

В.Л. Аничин, А.И. Добрунова, Н.Ю. Яковенко, О.С. Акупиан, А.А. Белов

Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, Белгород, Россия

Аннотация. Экономическая оценка субсидирования сельскохозяйственных организаций одновременно актуальная и сложная тема исследований, привлекающая многих ученых и специалистов. Далеко не всегда полученные результаты имеют практическое и теоретическое значение, поскольку до сих пор отсутствует общепринятая научно обоснованная методика экономической оценки государственной поддержки. Целью нашего исследования служит разработка способа измерения эффекта от государственного субсидирования сельскохозяйственных организаций. Объектом исследования избраны сельхозорганизации Белгородской области, не вошедшие в состав агрохолдингов. Установлено, что при относительно небольшом размере субсидий, составляющем менее 2% от оборота организаций в среднем по Белгородской области в 2022 г., оценить эффект субсидирования возможно, во-первых, путем сопоставления удельных субсидий (в % к выручке) в базисном году с приростом рентабельности продаж в отчетном году; во-вторых, при соблюдении принципа единственного различия. Последнее достигается формированием совокупности сопряженных пар (по признаку территориальной общности), состоящих из организаций, получавших и не получавших субсидий. Вывод о значимости эффекта субсидирования составляется с помощью критерия Стьюдента. В обследованной совокупности сельхозорганизаций наблюдаемое значение критерия (2,56) больше нормативного (2,18 при уровне значимости $\alpha=0,05$ и числе степеней свободы $v=12$), из чего следует, что нулевую гипотезу (в данном случае — предположение о несущественности разностей в совокупности смежных пар сельхозорганизаций) следует отвергнуть и считать преобладание положительных разностей свидетельством существенности влияния удельных субсидий на прирост рентабельности продаж сельскохозяйственных организаций.

Ключевые слова: сельскохозяйственные организации, государственная поддержка, субсидии, оценка экономического эффекта, принцип единственного различия, критерий Стьюдента

Original article

ASSESSMENT OF THE ECONOMIC EFFECT OF SUBSIDIZING AGRICULTURAL ORGANIZATIONS

V.L. Anichin, A.I. Dobrunova, N.Yu. Yakovenko, O.S. Akupiyana, A.A. Belov

Belgorod State Agrarian University named after V. Gorin, Belgorod, Russia

Abstract. The economic assessment of subsidizing agricultural organizations is both an urgent and complex research topic that attracts many scientists and specialists. The results obtained are not always of practical and theoretical importance, since there is still no generally accepted scientifically based methodology for the economic assessment of state support. The purpose of our study is to develop a way to measure the effect of government subsidies to agricultural organizations. The object of the study is agricultural organizations of the Belgorod region that are not part of agricultural holdings. It was found that with a relatively small amount of subsidies amounting to less than 2% of the turnover of organizations on average in the Belgorod region in 2022, it is possible to assess the effect of subsidies, firstly, by comparing unit subsidies (in % of revenue) in the base year with an increase in profitability of sales in the reporting year; secondly, when observing the principle of the only difference. The latter is achieved by forming a set of conjugate pairs (based on territorial community) consisting of organizations that received and did not receive subsidies. The conclusion about the significance of the subsidy effect is made using the Student's criterion. In the surveyed set of agricultural organizations, the observed value of the criterion (2.56) is greater than the normative one (2.18 at the significance level $\alpha=0.05$ and the number of degrees of freedom $v=12$), which means that the null hypothesis (in this case, the assumption of the insignificance of differences in the totality of adjacent pairs of agricultural organizations) should be rejected and the predominance of positive differences should be considered evidence of materiality the impact of unit subsidies on the increase in the profitability of sales of agricultural organizations.

Keywords: agricultural organizations, government support, subsidies, assessment of the economic effect, the principle of the only difference, the Student's criterion

Введение. Экономическая оценка государственной поддержки сельскохозяйственных организаций призвана дать в концентрированном виде заключение об успешности/неуспешности осуществляемых мер и о целесообразности/нецелесообразности их применения. А.В. Корниенко с соавторами отмечают, что оценка эффективности использования бюджетных средств является актуальной как для совершенствования практических механизмов государственной поддержки, так и для развития экономической науки [3]. Н.В. Шишкина, Т.В. Сабетова и Т.Н. Гоголева рассматривают два, по их мнению, взаимодополняющих подхода к оценке эффективности господдержки сельского хозяйства:

1) сопоставление результатов агробизнеса (объемов производства либо реализации продукции) в условиях получения господдержки, с одной стороны, и результатов без господдержки, с другой стороны; 2) сопоставление уровня окупаемости аграрных предприятий в условиях получения господдержки и без господдержки [16]. Однако, как при этом устранить искажающее влияние других факторов, авторы не поясняют. Проблема состоит в том, что не существует двух одинаковых предприятий, одно из которых получает государственную поддержку, а второе — нет. Не существует также двух одинаковых (по погодным и иным условиям, например, по обеспеченности ресурсами)

периодов времени, в одном из которых предприятие получало государственную поддержку, а в другом — нет.

Ряд авторов полагают, что для оценки эффективности использования бюджетных средств в сельскохозяйственных организациях необходимо сравнивать темпы роста производства валовой продукции и темпы роста государственной поддержки [5, 8, 14].

При этом Н.Н. Семенова и А.Ю. Аверин констатируют отсутствие четкой связи между изменениями индекса сельскохозяйственной продукции отраслей растениеводства и животноводства и темпом роста субсидирования сельскохозяйственного страхования [11].



Н.М. Пахновская также приходит к выводу, что уровень государственной финансовой поддержки очень слабо связан с эффективностью хозяйственной деятельности предприятий, получающих бюджетную помощь [9].

Очевидно, что при подходе, игнорирующем необходимость соблюдать принцип единственности различия, вывод о (не)эффективности государственной поддержки будет зависеть от того, какой интервал времени взят для анализа и какие предприятия этим анализом охвачены.

А.М. Калинин и В.А. Самохвалов применяли более сложный аппарат исследования динамических рядов и исходили из того, что «в условиях годового цикла производства в растениеводстве и достаточно коротких циклов в большинстве направлений животноводства расходование бюджетных средств должно приводить к наблюдаемому эффекту в том же году» [2]. Построенные регрессионные модели и модели ARIMA позволили А.М. Калинин и В.А. Самохвалову утверждать, что зависимость результатов деятельности сельского хозяйства от объемов финансовой поддержки государства в отрасль не просто существует, она значительна с точки зрения результатов ее деятельности. Зависимыми переменными использованы выпуск продукции сельского хозяйства (по всем категориям хозяйств) и валовая добавленная стоимость; объясняющими переменными послужили расходы федерального бюджета и собственные расходы консолидированных региональных бюджетов (регрессия с двумя переменными), в совокупности составляющие расходы консолидированного бюджета РФ. Анализ выполнялся по данным за 2003-2018 гг. в фактических и постоянных ценах. При этом авторы отмечают, что в рассматриваемых моделях не учитывается и в целом не решается проблема зависимости внутри рядов объясняющих переменных [2].

Л.И. Хоружий, Н.А. Кокорев и В.А. Матчинов еще в 2008 г. предложили для оценки эффективности государственной поддержки использовать показатель «коэффициент эффективности использования государственной помощи», рассчитываемый по формуле:

$$K\phi = \frac{P2 - P1}{y1 - y0} \quad (1)$$

где P2 — значение прибыли на конец текущего года, руб.; P1 — значение прибыли на конец предыдущего года, руб.; Y1 — уровень государственной поддержки на конец предыдущего года, руб.; Y0 — уровень государственной поддержки на конец года, предшествующего предыдущему, руб. [15]

Для данной формулы анализируемый период составляет минимум 3 года, что позволяет, по мнению ее авторов, отследить в динамике

изменения оцениваемых показателей. Однако формула (1), как и тривиальное сопоставление рядов динамики, не позволяет вычлнить эффект государственной поддержки, поскольку при этом не соблюдается принцип единственности различия.

В ряде публикаций предлагается оценивать эффективность мер поддержки по степени реализации целей и задач государственных программ развития АПК [7, 10]. В.А. Кувшинов справедливо подвергает критике такой подход. По его мнению, такая методика преимущественно направлена на оценку выполнения запланированных мероприятий и расходования бюджетных средств и не дает ответа на вопрос: «насколько эффективным было расходование определенного объема средств, и какой эффект они обеспечили для развития отрасли?» [4]. В.А. Кувшинов считает важным элементом в анализе эффективности государственной поддержки оценку ее бюджетной эффективности, которую, предлагает оценивать как отношение дисконтированной суммы бюджетных доходов от реализации мероприятий государственной поддержки отрасли к дисконтированным бюджетным расходам на поддержку конкретной отрасли [4]. Но если бюджетные расходы всегда известны, то вызываемые ими бюджетные доходы требуется доказательно идентифицировать.

Ряд авторов прилагают немалые усилия, чтобы увеличить объем релевантной информации и повысить ее качество. Так, А.А. Брылев и И.Н. Турчаева обосновывают необходимость использования управленческого учета для получения объективной, своевременной и достоверной информации о мерах государственной поддержки и получаемых результатах [1]. В.П. Чайка и соавторы предлагают определять роль и значение используемых инструментов государственной поддержки методом группировок по показателям субсидирования, отраслевого развития, прибыльности и окупаемости [12]. Но остается под вопросом каким образом, используя такую обширную по перечню показателей информацию, можно однозначно интерпретировать, например, считать повышение производительности труда следствием государственной поддержки.

В соответствии с Методическими рекомендациями по оценке эффективности инвестиционных проектов, утвержденными на правительственном уровне, оценка эффективности инвестиционного проекта должна производиться сопоставлением ситуаций не «до проекта» и «после проекта», а «без проекта» и «с проектом» [6]. Применительно к вопросу экономической оценки мер государственной поддержки, сопоставлению должны подвергаться ситуации «без поддержки» и «с поддержкой».

Таким образом, экономическая оценка государственной поддержки сельскохозяйственных организаций одновременно актуальная и сложная тема исследований, привлекающая многих ученых и специалистов. Далеко не всегда полученные результаты имеют практическое и теоретическое значение, поскольку до сих пор отсутствует общепринятая научно обоснованная методика экономической оценки государственной поддержки.

Методология исследования основывается на использовании различных приемов экономико-статистического анализа (группировки, корреляционно-регрессионный анализ, проверка статистической гипотезы), призванных вычлнить влияние государственной поддержки на результаты производственно-коммерческой деятельности сельскохозяйственных организаций. Эмпирической базой послужили сведения по сельскохозяйственным организациям Белгородской области, не входящим в состав каких-либо агропромышленных формирований в качестве дочерних или зависимых обществ.

Одним из препятствий при измерении эффекта государственной поддержки выступает ее незначительный размер. Судя по данным таблицы 1, объем государственной поддержки по России за 2018-2022 гг. составил в среднем 5% от оборота сельскохозяйственных организаций, по ЦФО — 4,5%, а по Белгородской области не превышал 2%. Очевидно, что влияние на результаты производственно-коммерческой деятельности других факторов, например, погодных условий, значительно больше. Отсюда вытекают сложности в вычлнении эффекта государственной поддержки.

Статистически значимая прямая зависимость между удельными субсидиями в базисном году и приростом рентабельности продаж в отчетном году объясняется эффектом полученных субсидий (табл. 2).

График этой зависимости представлен на рисунке.

Вариация уровня удельных субсидий, которую визуально характеризует разброс точек по оси абсцисс, позволяет выделить в составе сельскохозяйственных организаций несколько групп (табл. 3).

Техническая возможность оценки эффекта государственной поддержки состоит в том, что сельскохозяйственные организации получают различный объем субсидий, а немалое число организаций не получают субсидии на протяжении нескольких лет. В нашем исследовании организации, не получавшие субсидии, послужили базой для сравнения с теми предприятиями, которые получали различные объемы субсидий.

Таблица 1. Объем средств государственной поддержки в рамках программ и мероприятий по развитию сельского хозяйства в расчете на 1 тыс. руб. оборота сельскохозяйственных организаций, руб.

Table 1. The amount of state support funds within the framework of programs and measures for the development of agriculture per one thousand rubles of turnover of agricultural organizations, rubles

	Годы					В среднем за год	Тренд	Тренд к среднему уровню, %
	2018	2019	2020	2021	2022			
Российская Федерация	67,0	56,4	47,5	40,7	40,4	50,4	-6,9	-13,71
Центральный федеральный округ	67,8	53,0	39,8	32,3	30,8	44,7	-9,5	-21,16
Белгородская область	34,2	22,3	16,6	11,3	11,4	19,1	-5,7	-29,60

Источник: рассчитано авторами по данным Росстата (ЕМИСС).





Чтобы обеспечить объективное измерение экономического эффекта от субсидирования сельскохозяйственных организаций, важно, в первую очередь, не нарушать принцип единственного различия. Для этого требуется использовать информацию по совокупности предприятий, находящихся в схожих природных условиях и имеющих схожую отраслевую структуру, но получающих различный уровень государственной поддержки. Принцип единственного различия соблюдается, если сравниваются ситуации, отличающиеся друг от друга только тем, что

в одной из них государственная поддержка не оказывалась, а в другой — оказывалась.

Если сравниваются ситуации, одна из которых возникла до получения субсидий, а другая — после получения субсидий, принцип единственного различия, как правило, не соблюдается, поскольку эти ситуации отличаются не только объемом полученных субсидий, но и рядом других факторов, например, погодой, составом работников и пр.

Аналогичный подход применяется при экономической оценке проектов, при котором

сравниваются ситуации «с проектом» и «без проекта», но не ситуации «после проекта» и «до проекта».

Ход исследования. Исследование выполнено в следующей последовательности.

1. Отобраны административные районы Белгородской области, на территории которых в базисном и отчетном периодах одновременно осуществляли хозяйственную деятельность организации, одни из которых получали субсидии, а другие не получали.

2. Путем случайного отбора сформированы сопряженные пары, состоящие из организаций, получавших и не получавших субсидии. Признаком сопряженности выступает локализация организаций в границах административного района.

3. Выполнена процедура проверки статистической гипотезы о несущественности средней разности по совокупности сопряженных пар. Заключение о статистической значимости влияния удельных субсидий на прирост рентабельности получено с помощью критерия Стьюдента.

Аналогичный подход был реализован при оценке эффективности вхождения сельскохозяйственных организаций в состав агрохолдинга [13].

Состав сопряженных пар представлен в таблице 4. В целях обеспечения конфиденциальности экономической информации, названия административных районов не приводятся, названия сельскохозяйственных организаций представлены в сокращенном виде, годы обозначены как базисный и отчетный.

Расчет наблюдаемого значения критерия Стьюдента по данным таблицы 4 представлен в таблице 5.

Поскольку наблюдаемое значение критерия (2,56) больше нормативного (2,18 при уровне значимости $\alpha=0,05$ и числе степеней свободы $\nu=12$), то нулевую гипотезу (в данном случае — предположение о несущественности разностей) следует отвергнуть и считать преобладание положительных разностей (см. табл. 4) свидетельством существенности влияния удельных субсидий на прирост рентабельности продаж сельскохозяйственных организаций. Однако при уровне значимости $\alpha=0,01$ нормативное значение критерия составляет 3,06, и нулевая гипотеза не отвергается.

Результаты и обсуждение. Описанный в статье авторский способ оценки экономического эффекта от субсидирования сельскохозяйственных организаций базируется на принципе единственного различия, что обеспечивает объективность измерения влияния государственной поддержки агробизнеса. Он может и должен быть дополнен анализом

Таблица 2. Параметры уравнения линейной регрессии между удельными субсидиями в базисном году (в % к выручке) и приростом рентабельности продаж самостоятельных сельскохозяйственных организаций Белгородской области

Table 2. Parameters of the linear regression equation between unit subsidies in the base year (as a percentage of revenue) and the increase in profitability of sales of independent agricultural organizations of the Belgorod region

Коэффициенты	Значение	Уровень значимости (α)
Пересечение (a_0)	2,666	0,18
Наклон (a_1)	0,558	0,00
Коэффициент корреляции (r)	0,404	0,00

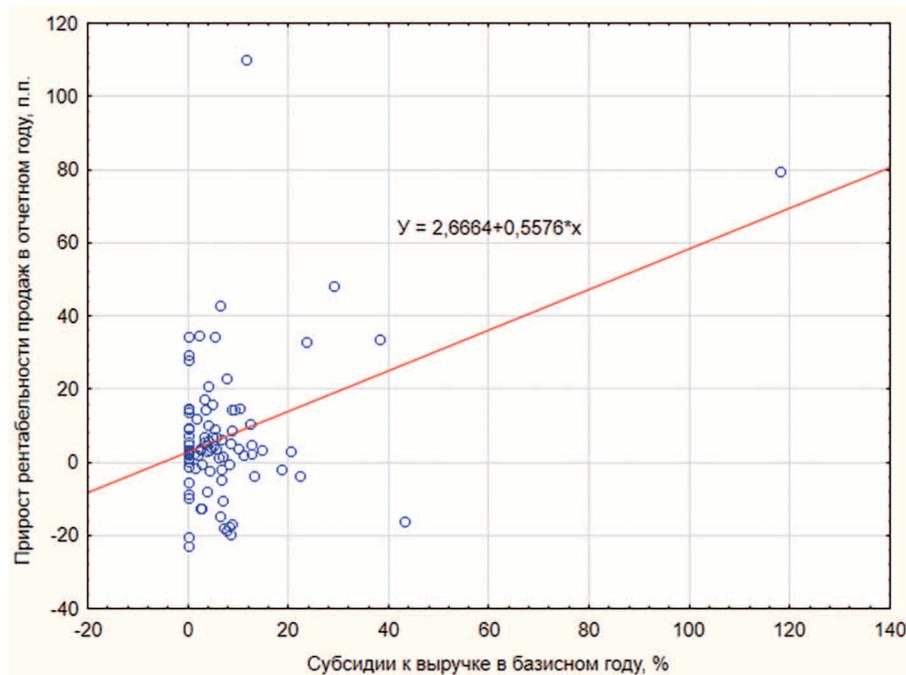


Рисунок. Корреляционное поле связи между удельными субсидиями в базисном году (в % к выручке) и приростом рентабельности продаж в отчетном году в самостоятельных сельскохозяйственных организациях Белгородской области

Figure. The correlation field of the relationship between unit subsidies in the base year (as a percentage of revenue) and the increase in profitability of sales in the reporting year in independent agricultural organizations of the Belgorod region

Таблица 3. Группировка самостоятельных организаций Белгородской области по размеру удельных субсидий (к выручке)

Table 3. Grouping of independent organizations of the Belgorod region by the amount of specific subsidies (to revenue)

Группы по размеру удельных субсидий, %	Число организаций в группе	Средний размер удельных субсидий, %	Рентабельность продаж по прибыли без субсидий, %		Прирост рентабельности продаж, п.п.
			базисный год	отчетный год	
Без субсидий	28	0,00	17,1	19,8	2,7
0,00-4,99	28	2,87	9,9	16,4	6,5
5,00-9,99	25	7,21	11,3	13,6	2,3
10,00-44,99	15	19,59	-6,9	9,1	16,0
45,00 и более	1	118,11	-88,1	-8,7	79,4



Таблица 4. Сопряженные пары предприятий, отобранные с использованием таблицы случайных чисел
Table 4. Paired pairs of businesses selected using a random number table

№ п/п	Организации	Удельные субсидии, %	Рентабельность продаж по прибыли без субсидий, %		Прирост рентабельности продаж, п.п.	Разность разностей, п.п. (Δ)
			базисный год	отчетный год		
Район 1						
1	ООО «З»	0,0	3,9	6,2	2,3	4,1
	ООО «В»	6,6	2,9	9,3	6,4	
Район 2						
2	ООО «Д»	0,0	8,2	13,1	4,9	28,0
	ООО «М»	23,6	11,1	44,0	32,9	
Район 3						
3	ООО «Д»	0,0	4,0	-1,4	-5,4	8,3
	АО «Б»	20,6	-10,8	-7,9	2,9	
4	ООО «В»	0,0	27,2	30,1	2,9	-0,8
	ОАО «Р»	2,0	-1,1	1,0	2,1	
5	ООО «К»	0,0	1,9	11,2	9,3	1,0
	АО «РК»	4,0	6,8	17,1	10,3	
6	АО «К»	0,0	28,0	26,9	-1,1	6,3
	СПК «Б»	8,4	3,8	9,0	5,2	
Район 4						
7	АО «В»	0,0	0,1	0,2	0,1	34,1
	СПК «К»	5,3	5,1	39,3	34,2	
8	ОГАОУ «Н»	0,0	79,3	59,0	-20,3	25,7
	АО «П»	3,3	11,3	16,7	5,4	
Район 5						
9	ООО «Р»	0,0	1,8	5,3	3,5	1,0
	ООО «О»	5,1	0,6	5,1	4,5	
10	ООО «Р»	0,0	4,5	19,2	14,7	-12,5
	СПК «З»	1,2	20,1	22,3	2,2	
Район 6						
11	ООО «Н»	0,0	24,3	3,7	-20,6	16,9
	СПК «М»	13,1	5,5	1,8	-3,7	
Район 7						
12	ООО «Б»	0,0	1,5	15,0	13,5	-4,6
	ООО «Д»	5,3	3,7	12,6	8,9	
13	ООО «Ш»	0,0	31,3	21,4	-9,9	25,9
	ООО «Н»	4,7	4,6	20,6	16	

других результативных показателей (например, выхода добавленной стоимости в расчете на одного работника) и применением других критериев проверки статистической гипотезы (например, критерия Вилкоксона). Апробация предложенного способа с использованием критерия Стьюдента на материалах сельскохозяйственных организаций Белгородской области показала, что эффект от их субсидирования статистически значим при $\alpha=0,05$. На более высоком уровне значимости ($\alpha=0,01$) случайная ошибка превышает эффект, что обусловлено незначительным объемом субсидий (1,9% к обороту организаций в среднем за 2018-2022 гг.) и многочисленностью влияющих на экономические результаты факторов, элиминировать действие которых в полном объеме невозможно.

Выводы. Оценка экономического эффекта от субсидирования сельскохозяйственных

организаций с использованием статистических методов позволяет объективно измерить результаты применения этой формы государственной поддержки, что, в свою очередь, служит материалом для совершенствования государственного регулирования аграрного сектора экономики. Релевантная информация для проведения такой оценки содержится в годовых отчетах сельскохозяйственных организаций и доступна региональным органам публичной власти. Поэтому предложенный способ вполне применим в практике государственного регулирования аграрной экономики на макро- и мезо- уровнях.

Дальнейшие исследования перспективны в следующих направлениях: 1) оценка эффективности различных видов субсидирования; 2) обоснование объема субсидирования; 3) оптимальное распределение субсидий между регионами и хозяйствующими субъектами.

Таблица 5. Расчет наблюдаемого значения критерия Стьюдента
Table 5. Calculation of the observed value of the Student's criterion

№ п/п	Δ_i	$\Delta_i - \bar{\Delta}$	$(\Delta_i - \bar{\Delta})^2$
1	4,1	-6,16	37,96
2	28,0	17,74	314,65
3	8,3	-1,96	3,85
4	-0,8	-11,06	122,36
5	1,0	-9,26	85,78
6	6,3	-3,96	15,69
7	34,1	23,84	568,27
8	25,7	15,44	238,35
9	1,0	-9,26	85,78
10	-12,5	-22,76	518,09
11	16,9	6,64	44,07
12	-4,6	-14,86	220,87
13	25,9	15,64	244,56
Итого	133,4	-	2500,27

$$\bar{\Delta} = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta_i}{n} = \frac{133,4}{13} = 10,26$$

$$\sigma_{\Delta} = \sqrt{\frac{\sum(\Delta_i - \bar{\Delta})^2}{(n-1)n}} = \sqrt{\frac{2500,27}{12 \times 13}} = 4,00$$

$$t_{\text{набл.}} = \frac{|\bar{\Delta}|}{\sigma_{\Delta}} = \frac{10,26}{4,00} = 2,56$$

Список источников

1. Брылев А.А., Турчаева И.Н. Учет в системе формирования аналитической базы эффективности использования средств господдержки в сельскохозяйственных организациях // Бухучет в сельском хозяйстве. 2023. № 1. С. 25-35.
2. Калинин А.М., Самохвалов В.А. Эффективность финансовой поддержки сельского хозяйства: общая оценка и межбюджетный эффект // Проблемы прогнозирования. 2020. № 5 (182). С. 142-152.
3. Корниенко А.В., Можаяев Е.Е., Костомахин Н.М. Методы оценки эффективности использования государственных средств // Нормирование и оплата труда в сельском хозяйстве. 2017. № 11. С. 24-31.
4. Кувшинов В.А. Особенности определения эффективности государственной поддержки сельского хозяйства. В сборнике: Актуальные проблемы АПК и инновационные пути их решения: сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции. Курган, 2021. С. 499-503.
5. Кудинова М.Г. Эффективность использования средств государственной финансовой поддержки сельскохозяйственными товаропроизводителями Алтайского края. В сборнике: Аграрная наука в условиях модернизации и цифрового развития АПК России. Курган, 2022. С. 368-373.
6. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов / утв. Минэкономки РФ, Минфином РФ, Госстроем РФ 21.06.1999 № ВК 477. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28224/
7. Минаков И.А. Направления и результативность государственной поддержки аграрной экономики // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2022. № 10. С. 9-15.





8. Озерова М.Г., Пыжикова Н.И., Шорохов Л.Н. Формирование приоритетных направлений государственной поддержки АПК Красноярского края // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. № 4. С. 134-140.

9. Пахновская Н.М. Оценка эффективности государственной поддержки российских сельхозтоваропроизводителей // Управленческий учет. 2021. № 4-1. С. 108-116.

10. Саянова И.Г. Методика оценки эффективности оказания государственной поддержки организаций агропромышленного комплекса Республики Беларусь // Аграрная экономика. 2022. № 12 (331). С. 4-21.

11. Семенова Н.Н., Аверин А.Ю. Оценка эффективности государственной поддержки страхования в сельском хозяйстве России // Регионология. 2022. Т. 30. № 2 (119). С. 299-323.

12. Чайка В.П., Толмачев А.В., Михайлушкин П.В. и др. Системная оценка эффективности госрегулирования АПК // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2019. № 78. С. 59-65.

13. Турьянский А.В., Аничин В.Л. Методика оценки эффективности вхождения сельскохозяйственных организаций в состав агрохолдинга // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2004. № 8. С. 31-34.

14. Маслова В.В., Светлов Н.М., Силаева Л.П., Авдеев М.В. Формирование и совершенствование мер государственной поддержки в сельском хозяйстве России // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2022. № 12 (94). С. 19-30.

15. Хоружий Л.И., Кокорев Н.А., Матчинов В.А. Вопросы анализа эффективности государственной поддержки сельскохозяйственных товаропроизводителей // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2008. № 11. С. 14-17.

16. Шишкина Н.В., Сабетова Т.В., Гоголева Т.Н. Оценка эффективности проектных мероприятий по поддержке регионального АПК на этапе планирования // Регион: системы, экономика, управление. 2023. № 1 (60). С. 85-93.

References

1. Bylev, A.A., Turchaeva, I.N. (2023). Uchet v sisteme formirovaniya analiticheskoi bazy ehffektivnosti ispol'zovaniya sredstv gospodderzhki v sel'skokhozyaystvennykh organizatsiyakh [Accounting in the system of forming an analytical base for the effectiveness of the use of state support funds in agricultural organizations]. *Bukhuchet v sel'skom khozyaistve* [Accounting in agriculture], no. 1, pp. 25-35.

2. Kalinin, A.M., Samokhvalov, V.A. (2020). Ehffektivnost' finansovoi podderzhki sel'skogo khozyaistva: obshchaya otsenka i mezhybudzhetnyi ehffekt [Effectiveness of financial support to agriculture: general assessment and inter-budget effect]. *Problemy prognozirovaniya* [Problems of forecasting], no. 5 (182), pp. 142-152.

3. Kornienko, A.V., Mozhaev, E.E., Kostomakhin, N.M. (2017). Metody otsenki ehffektivnosti ispol'zovaniya gosudarstvennykh sredstv [Methods for Evaluating the Effectiveness of the Use of Public Funds]. *Normirovanie i oplata truda v sel'skom khozyaistve* [Rationing and remuneration of labor in agriculture], no. 11, pp. 24-31.

4. Kuvshinov, V.A. (2021). Osobennosti opredeleniya ehffektivnosti gosudarstvennoi podderzhki sel'skogo khozyaistva [Features of Determining the Effectiveness of State Support for Agriculture]. In: *Aktual'nye problemy APK i innovatsionnye puti ikh resheniya: sbornik statei po materialam Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Current problems of the agro-industrial complex and innovative ways to solve them: a collection of articles based on the materials of the International Scientific and Practical Conference]. Kurgan, pp. 499-503.

5. Kudinova, M.G. (2022). Ehffektivnost' ispol'zovaniya sredstv gosudarstvennoi finansovoi podderzhki sel'skokhozyaystvennykh tovaroproizvoditelyami Altayskogo kraya [The effectiveness of the use of state financial support by agricultural producers of the Altai Territory]. In: *Agrarnaya nauka v usloviyakh modernizatsii i tsifrovogo razvitiya APK Rossii* [Agricultural science in the context of modernization and digital development of the Russian agro-industrial complex]. Kurgan, pp. 368-373.

6. Metodicheskie rekomendatsii po otsenke ehffektivnosti investitsionnykh proektov [Methodological recommendations for evaluating the effectiveness of investment projects]. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28224/

7. Minakov, I.A. (2022). Napravleniya i rezul'tativnost' gosudarstvennoi podderzhki agrarnoi ehkonomiki [Directions and effectiveness of state support of the agrarian economy]. *Ehkonomika sel'skokhozyaystvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii* [Economy of agricultural and processing enterprises], no. 10, pp. 9-15.

8. Ozerova, M.G., Pyzhikova, N.I., Shorokhov, L.N. (2023). Formirovanie prioritetnykh napravlenii gosudarstvennoi podderzhki APK Krasnoyarskogo kraya [Formation of priority areas of state support for the agro-industrial complex of the Krasnoyarsk Territory]. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaystvennoi akademii* [Vestnik of Kursk State Agricultural Academy], no. 4, pp. 134-140.

9. Pakhnovskaya, N.M. (2021). Otsenka ehffektivnosti gosudarstvennoi podderzhki rossiiskikh sel'khoz-

tovaroproizvoditelei [Evaluation of the effectiveness of state support for Russian agricultural producers]. *Upravlencheskiy uchët* [Management accounting], no. 4-1, pp. 108-116.

10. Sayanova, I.G. (2022). Metodika otsenki ehffektivnosti okazaniya gosudarstvennoi podderzhki organizatsii agropromyshlennogo kompleksa Respubliki Belarus' [Methodology for assessing the effectiveness of state support for organizations of the agro-industrial complex of the Republic of Belarus]. *Agrarnaya ehkonomika* [Agrarian economics], no. 12 (331), pp. 4-21.

11. Semenova, N.N., Avenir, A.Yu. (2022). Otsenka ehffektivnosti gosudarstvennoi podderzhki strakhovaniya v sel'skom khozyaistve Rossii [Assessment of the effectiveness of state support for insurance in agriculture in Russia]. *Regionologiya* [Russian journal of regional studies], vol. 30, no. 2 (119), pp. 299-323.

12. Chaika, V.P., Tolmachev, A.V., Mikhailushkin, P.V. i dr. (2019). Sistemnaya otsenka ehffektivnosti gosregulirovaniya APK [Systematic evaluation of the effectiveness of agrarian and industrial complex regulation]. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the Kuban State Agrarian University], no. 78, pp. 59-65.

13. Tur'yanskii, A.V., Anichin, V.L. (2004). Metodika otsenki ehffektivnosti vkhozheniya sel'skokhozyaystvennykh organizatsii v sostav agrokholdinga [Methodology for evaluating the effectiveness of the entry of agricultural organizations into the agricultural holding]. *Ehkonomika sel'skokhozyaystvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii* [Economy of agricultural and processing enterprises], no. 8, pp. 31-34.

14. Maslova, V.V., Svetlov, N.M., Silaeva, L.P., Avdееv, M.V. (2022). Formirovanie i sovershenstvovanie mer gosudarstvennoi podderzhki v sel'skom khozyaistve Rossii [Formation and improvement of state support measures in agriculture in Russia]. *Ehkonomika, trud, upravlenie v sel'skom khozyaistve* [Economy, labor, management in agriculture], no. 12 (94), pp. 19-30.

15. Khoruzhii, L.I., Kokorev, N.A., Matchinov, V.A. (2008). Voprosy analiza ehffektivnosti gosudarstvennoi podderzhki sel'skokhozyaystvennykh tovaroproizvoditelei [Issues of analyzing the effectiveness of state support for agricultural producers]. *Ehkonomika sel'skokhozyaystvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii* [Economy of agricultural and processing enterprises], no. 11, pp. 14-17.

16. Shishkina, N.V., Sabetova, T.V., Gogoleva, T.N. (2023). Otsenka ehffektivnosti proektnykh meropriyatii po podderzhke regional'nogo APK na ehstage planirovaniya [Evaluation of the efficiency of project measures to support the regional AIC at the planning stage]. *Region: sistema, ehkonomika, upravlenie* [Region: systems, economics, management], no. 1 (60), pp. 85-93.

Информация об авторах:

Аничин Владислав Леонидович, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры экономики, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9844-6662>, vladislavanichin@rambler.ru

Добрунова Алина Ивановна, доктор экономических наук, доцент, доцент кафедры экономики, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9228-9491>, Scopus ID: 56800849300, dobrunova_ai@bsaa.edu.ru

Яковенко Наталья Юрьевна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры экономики, nata.jackovencko2010@yandex.ru

Акупиан Ольга Станиславовна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры экономики, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0523-4872>, akupijan_os@bsaa.edu.ru

Белов Алексей Анатольевич, кандидат социологических наук, доцент, доцент кафедры экономики, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2482-4680>, belov_aa@bsaa.edu.ru

Information about the authors:

Vladislav L. Anichin, doctor of economic sciences, professor, professor of the department of economics, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9844-6662>, vladislavanichin@rambler.ru

Alina I. Dobrunova, doctor of economic sciences, associate professor, associate professor of the department of economics, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9228-9491>, Scopus ID: 56800849300, dobrunova_ai@bsaa.edu.ru

Natalia Yu. Yakovenko, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the department of economics, nata.jackovencko2010@yandex.ru

Olga S. Akupijan, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the department of economics, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0523-4872>, akupijan_os@bsaa.edu.ru

Alexey A. Belov, candidate of sociology sciences, associate professor, associate professor of the department of economics, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2482-4680>, belov_aa@bsaa.edu.ru

 vladislavanichin@rambler.ru



Научная статья
УДК 631.1; 338.43
doi: 10.55186/25876740_2024_67_4_399

ПРОГНОЗНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОТЕНЦИАЛА АГРОПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ

М.Я. Васильченко, Е.А. Дерунова

Институт аграрных проблем — обособленное структурное подразделение
Федерального исследовательского центра «Саратовский научный центр
Российской академии наук» (ИАГП РАН), Саратов, Россия

Аннотация. Сложившаяся геополитическая ситуация и санкционная политика стали серьезным вызовом устойчивому развитию агропродовольственного комплекса России. Целью исследования является обоснование прогнозных тенденций устойчивого развития производственного потенциала агропродовольственного комплекса России. Разработаны концептуальные аспекты прогнозирования научно-технологического развития в условиях необходимости обеспечения продовольственной безопасности и устойчивого социально-экономического развития агропродовольственного комплекса. Обобщены методики оценки и прогнозирования научно-технологического развития агропродовольственного комплекса зарубежных стран. Проведена оценка современных трендов инновационного развития сельского хозяйства в условиях неоиндустриализации. Проведенные расчеты показывают, что при сохранении существующих тенденций валовая добавленная стоимость в 2024 г. достигнет 6407,2 млрд руб., а в 2030 г. — 7462,5 млрд руб.; фондовооруженность труда в ближайшие 2-3 года увеличится на 15-16%, а к 2030 г. — на 55,7%; число высокопроизводительных рабочих мест возрастет к 2030 г. до 1160 тыс. ед. Данные результаты обосновывают необходимость совершенствования методов и инструментов государственной поддержки в аграрном секторе экономики: стимулирование научно-исследовательской, научно-технической и инновационной деятельности; согласованность экономических интересов участников инновационного процесса; реализация стратегических программ научно-технологического развития; повышение инвестиционной привлекательности регионов за счет увеличения добавленной стоимости высокотехнологичной продукции. Практическая значимость результатов проведенного исследования заключается в разработке мер совершенствования инновационной и научно-технологической политики с целью достижения положительных эффектов от неоиндустриализации в аграрном секторе при переходе к Индустрии 4.0.

Ключевые слова: устойчивое развитие, агропродовольственный комплекс, научно-технологическая политика, прогнозирование, тенденции, неоиндустриализация, государственная поддержка, Индустрия 4.0.

Благодарности: статья подготовлена в соответствии с тематикой исследований ИАГП РАН.

Original article

FORECAST TRENDS IN INCREASING THE SUSTAINABILITY OF PRODUCTION POTENTIAL OF THE RUSSIA AGRIFOOD COMPLEX

M.Ya. Vasilchenko, E.A. Derunova

Institute of Agrarian Problems — Subdivision of the Federal Research Center
“Saratov Scientific Center of the Russian Academy of Sciences” (IAgP RAS),
Saratov, Russia

Abstract. The current geopolitical situation and sanctions policy have become a serious challenge to the sustainable development of the Russian agri-food complex. The purpose of the study is to substantiate the forecast trends in the sustainable development of the production potential of the Russian agri-food complex. Conceptual aspects of forecasting scientific and technological development have been developed in the context of the need to ensure food security and sustainable socio-economic development of the agri-food complex. The methods for assessing and forecasting the scientific and technological development of the agri-food complex of foreign countries are generalized. An empirical assessment of current trends in innovative development of agriculture in the conditions of neo-industrialization was carried out. The calculations show that if current trends continue, gross value added in 2024 will reach 6407.2 billion rubles, and in 2030 — 7462.5 billion rubles; the capital-labor ratio will increase by 15-16% in the next 2-3 years, and by 2030 — by 55.7%; the number of high-performance jobs will increase by 2030 to 1,160 thousand. These results justify the need to improve methods and tools of state support in the agricultural sector of the economy: stimulation of research, scientific, technical and innovation activities; consistency of economic interests of participants in the innovation process; implementation of strategic programs for scientific and technological development; increasing the investment attractiveness of regions by increasing the added value of high-tech products. The practical significance of the results of the study lies in the development of measures to improve innovation and science and technology policies in order to achieve positive effects from neo-industrialization in the agricultural sector during the transition to Industry 4.0.

Keywords: sustainable development, agri-food complex, science and technology policy, forecasting, trends, neo-industrialization, government support, Industry 4.0.

Acknowledgments: the article was prepared in accordance with the research topics of the IAgP RAS.

Введение. Обновленная Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия ставит целью увеличение объема производства продукции сельского хозяйства в 2030 г. на 14,6% по сравнению с 2020 г., в том числе продукции растениеводства — на 22,1%; продукции животноводства — на 8%. Предполагается, что в рассматриваемом периоде объем инвестиций в основной капитал возрастет не менее чем на 70% [1].

Важная роль в достижении устойчивого развития агропродовольственного сектора России отводится повышению научно-технологического уровня и цифровой трансформации. В Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов до 2030 года отмечена приоритетная роль импортозамещения программного обеспечения и управления, а также станкового оборудования и оборудования для комбикормовых заводов, расширения отечественного производства отдельных

компонентов комбикормов, обоснована необходимость модернизации и строительства новых предприятий, соответствующих требованиям передовых зарубежных технологий.

В современных условиях основным трендом развития мирового сельского хозяйства определено повышение уровня цифровизации и автоматизации производственного процесса. К 2030 г. в России предполагается создание единой цифровой платформы агропромышленного комплекса, что позволит принимать



оперативные управленческие решения в соответствии с требованиями устойчивого развития сельских территорий и обеспечения продовольственной безопасности. В этой связи представляется достаточно актуальной оценка влияния цифровой трансформации на динамику производства в отраслях агропромышленного комплекса [2].

Научно-технологические прогнозы широко используются странами мирового сообщества при определении долгосрочных трендов экономического развития.

Методологические основы экономического роста и развития с учетом цифровой трансформации и технологических сдвигов получили отражение в ряде многочисленных публикаций зарубежных и отечественных ученых. Периодизация стадий экономического роста в теории У. Ростоу основывается на эволюционных изменениях и учитывает технологические сдвиги, происходящие в процессе производства [3].

В настоящее время экономическая динамика большинства развитых стран определяется преимущественно технологическими инновациями. Основными направлениями научно-технологического прогресса признаны развитие биотехнологий и нанотехнологий и процессы информатизации. На межгосударственном уровне поддержка развития инновационных процессов осуществляется на основе финансирования определенных проектов и направлений исследовательских программ; на национальном уровне формируются стратегии развития цифровой экономики и электронного сельского хозяйства. Например, в Албании реализуется Национальный план по устойчивому развитию цифровой инфраструктуры, широкополосной связи 2020-2025; в Азербайджане — Стратегия электронной сельскохозяйственной информационной системы [4]. Необходимые условия для ускоренного технологического развития в развитых странах определяются приоритетами научно-технологического развития, действующими механизмами

стимулирования разработки и внедрения новых технологий, что находит отражение в технологических прогнозах с использованием различных методик. Особенностью научно-технологического прогнозирования является многообразие применяемых методологических подходов. Так, методика Technology Assessment (технологическое обоснование) основана на мониторинге технологического развития и перспективных оценок. Technology Foresight позволяет принимать решения как на национальном, так и региональном уровнях [5].

Основными направлениями аграрных научных исследований США являются информационные технологии, биотехнологии, экологически чистые технологии и методы восстановления пострадавших экосистем, гибкие автоматизированные производства для обрабатывающей промышленности. В странах Европейского союза исследования связаны с нанотехнологиями и информатикой; в Японии и Южной Корее большое значение отводится нанотехнологиям и новым материалам, а также информационным технологиям и охране окружающей среды [6].

Зарубежные авторы отмечают тесную взаимосвязь инноваций, инвестиций и затрат на научные исследования [7].

В работе [8] обоснованы концептуальные подходы к разработке стратегий развития регионов в условиях технологических преобразований, предложены механизмы стимулирования процессов модернизации и прогрессивных структурных сдвигов.

Концепция неиндустриального развития реализуется в условиях конвергенции нанотехнологий, информационных технологий, биотехнологий, следствием чего является создание критических технологий, определяющих основные направления экономического развития [9].

Структурно-технологическая модернизация экономики России направлена на повышение эффективности использования научно-исследовательского потенциала и формирование

экономики знаний, завоевание ведущих позиций на высокотехнологичных мировых рынках по отдельным направлениям, прорыв в технологиях искусственного интеллекта и природосберегающих технологиях [10].

Целью исследования является обоснование прогнозных тенденций устойчивого развития производственного потенциала агропродовольственного комплекса России.

Материалы и методы исследования. Методологической основой исследования послужили государственные законодательные акты, постановления и решения правительства, научные труды отечественных и зарубежных ученых-экономистов и специалистов-аграрников по исследуемой проблеме. В процессе исследования были использованы монографический, абстрактно-логический, аналитический, экономико-статистический, экспертный методы исследования. В качестве информационной базы исследования были использованы нормативно-правовые и законодательные акты, информация Росстата, НИУ ВШЭ, Министерства сельского хозяйства РФ, а также нормативные документы и материалы научной литературы и периодических изданий.

Методология исследования перспектив научно-технологического развития аграрного сектора России опирается на синтез теорий неиндустриализации, экономического роста, инновационного и инвестиционного развития.

Ход исследования. Динамичное развитие экономики стран мирового сообщества во многом определяется научно-инновационным потенциалом и темпами цифровизации экономики.

Согласно исследованиям, научный потенциал России сопоставим с такими странами как Венгрия, Греция, Испания, Италия, Канада, Польша, Португалия, Словакия, Словения. Вместе с тем, наряду с высокой изобретательской активностью, публикационная и патентная активность в России существенно ниже, чем в развитых странах, например, в Китае [11]. Согласно исследованиям зарубежных ученых,

Таблица. Индикаторы цифровизации сельского хозяйства России, % к соответствующему показателю по виду деятельности «Растениеводство и животноводство, охота и предоставление соответствующих услуг» (2022 г.)

Table. Indicators of digitalization of Russian agriculture, % of the corresponding indicator for the type of activity "Crop and livestock farming, hunting and provision of related services" (2022)

	Растениеводство и животноводство, охота и предоставление соответствующих услуг	Выращивание однолетних культур	В том числе выращивание зерновых	Разведение молочного КРС, производство сырого молока	Разведение свиней	Разведение сельскохозяйственной птицы
Затраты организаций на внедрение и использование цифровых технологий, млн руб.	100	40,7	27,7	17,0	15,9	14,2
Затраты организаций на приобретение машин и оборудования, связанных с цифровыми технологиями, а также техническое обслуживание, модернизацию, текущий и капитальный ремонт, млн руб.	100	37,5	25,2	14,8	21,1	17,4
Число организаций, использующих технологии искусственного интеллекта, ед.	100	35,8	19,4	11,6	8,6	5,6
Число организаций, использующих технологии Интернета вещей, ед.	100	42,7	26,6	24,8	7,0	9,1
Число организаций, использующих информационные и коммуникационные технологии, ед.	100	36,3	29,6	25,3	5,1	7,8
Число организаций, использующих специальные программные средства российского производства, ед.	36,4	23,4	23,4	25,7	5,5	8,1



патентная активность является важнейшим фактором инновационного развития отраслей экономики Китая [12, 13].

Аналогичный вывод сделан в отношении экономики США: отмечена линейная связь между количеством патентов и объемом продаж в ряде отраслей экономики [14].

Повышение уровня цифровизации и автоматизации производственных процессов является основным трендом развития мирового сельского хозяйства.

В таблице представлены основные индикаторы цифровизации сельского хозяйства России.

Анализ данных таблицы показал, что в 2022 г. наибольшая доля затрат организаций на внедрение и использование цифровых технологий, а также приобретение машин и оборудования, связанных с цифровыми технологиями, наблюдалась по виду деятельности «выращивание зерновых культур» (27,7 и 25,2% соответственно). В зерновом производстве и молочном скотоводстве более широко используются технологии искусственного интеллекта, технологии Интернета вещей, информационные и коммуникационные технологии.

Результаты и обсуждение. Использование трендового анализа позволило осуществить прогнозную оценку изменения объемов производства и показателей научно-технологического развития на период до 2030 г. (рис. 1, 3).

Траектория изменения валовой добавленной стоимости сельского хозяйства отражает линейную зависимость с положительными трендами, что в определенной степени связано с проходящим процессом научно-технологического развития, сопровождающимся определенными технологическими сдвигами. Достаточно высокий коэффициент детерминации (0,92) характеризует устойчивый характер увеличения объемов валовой добавленной стоимости.

Расчеты показали, что при сохраняющихся трендах неоиндустриального развития сельского хозяйства анализируемый показатель в 2024 г./ достигнет 6407,2 млрд руб., а в 2030 г. — 7462,5 млрд руб. В предыдущих исследованиях представлена прогнозная оценка динамики объемов абсолютных и относительных показателей инновационной продукции сельского хозяйства. Согласно проведенным расчетам, в краткосрочной перспективе сохранится отставание сельского хозяйства от других отраслей по темпам роста как абсолютных, так и относительных показателей отгруженных инновационных товаров. Доля инновационной продукции в общем объеме отгруженной продукции, выполненных работ и услуг сельского хозяйства составит в 2024-2025 гг. лишь 2,7-2,9% [15].

Динамика показателя фондовооруженности труда также характеризуется положительным линейным трендом с высоким коэффициентом детерминации (0,97). Пролонгирование сложившейся тенденции, по нашим расчетам, приведет к росту фондовооруженности в ближайшие 2-3 года на 15-16%, а к 2030 г. — на 55,7%.

Создание высокопроизводительных рабочих мест является фактором динамичного развития аграрного сектора, усиливая неоиндустриальные тренды. По данным Росстата, за период 2017-2022 гг. число высокопроизводительных рабочих мест в сельском хозяйстве увеличивалось ускоренными темпами по сравнению с обрабатывающими отраслями и макроэкономическими параметрами (рис. 2).

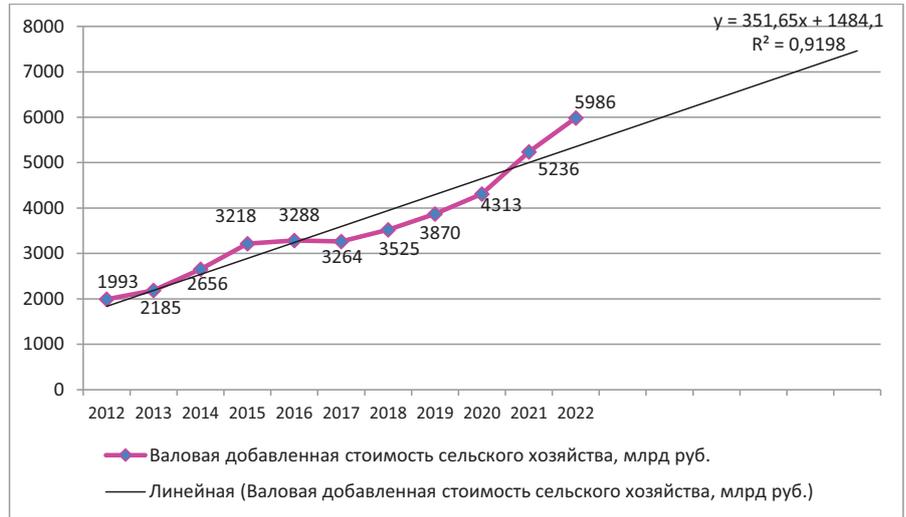


Рисунок 1. Трендовый анализ валовой добавленной стоимости по виду деятельности: сельское хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство в России (2012-2022 гг.)

Figure 1. Trend analysis of gross value added of agriculture, hunting, fishing and fish farming in Russia (2012-2022)

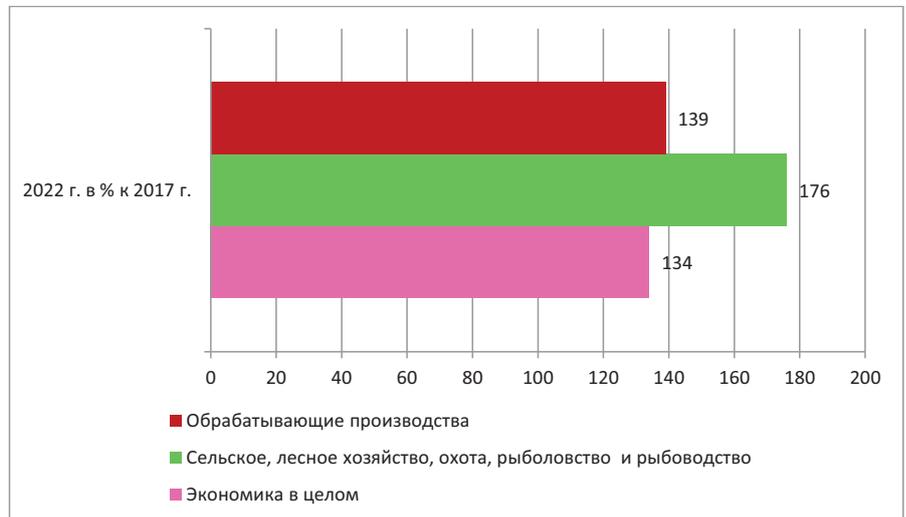


Рисунок 2. Темпы увеличения высокопроизводительных рабочих мест по различным видам экономической деятельности в России

Figure 2. The rate of increase in high-productivity jobs for various types of economic activity in Russia

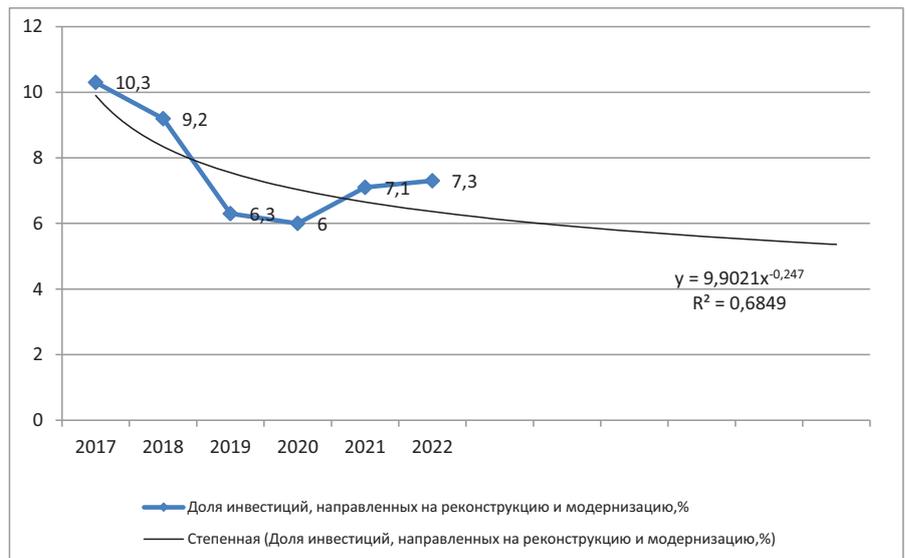


Рисунок 3. Трендовый анализ инвестиций, направленных на реконструкцию и модернизацию, в общем объеме инвестиций в основной капитал

Figure 3. Trend analysis of investments aimed at reconstruction and modernization in the total volume of investments in fixed capital





Сохранение достигнутой положительной динамики изменения высокопроизводительных рабочих мест в сельском хозяйстве, по нашим расчетам, приведет к увеличению рассматриваемого показателя к 2030 г. до 1160 тыс. ед. Важнейшим условием сохранения высоких темпов роста высокопроизводительных рабочих мест является стимулирование этого процесса на федеральном и региональном уровнях. Например, региональная программа стимулирования создания высокопроизводительных рабочих мест в Свердловской области включала меры господдержки нового строительства, модернизации, реконструкции и технического перевооружения основных средств; инфраструктурную поддержку создания и модернизации рабочих мест; подготовку и переподготовку кадров [16].

Укрепление и качественные преобразования технологической базы сельского хозяйства связаны с увеличением объемов инвестирования и повышением эффективности использования инвестиционных ресурсов. Согласно экспертным оценкам, для ускоренного обновления капитальных ресурсов среднегодовые темпы прироста инвестиций в основную капитал должны быть не менее 7% [17]. В последние годы стабильное увеличение инвестиционных вложений в отрасли агропромышленного комплекса было связано с благоприятной ценовой конъюнктурой на мировых агрорынках, расширением объемов производства и экспорта [18]. Исследования Аналитического центра НАФИ показали, что почти треть предприятий агропромышленного комплекса России отметили увеличение объемов производства. В то же время индекс развития деловой среды микро-, малого и среднего предпринимательства в 2022 г. составил 38 ед. из 100, что свидетельствует о неиспользованных возможностях наращивания инвестиций в модернизацию производственных процессов [19].

Успешное развитие процесса неоиндустриализации во многом определяется достигнутым уровнем модернизации и технологического перевооружения сельскохозяйственных предприятий. Исследование выявило нелинейный характер изменения показателя «доля инвестиций, направленных на реконструкцию и модернизацию» с ярко выраженной понижательной тенденцией в 2019-2020 гг. Недостаточно высокий уровень коэффициента детерминации (0,59) также свидетельствует о неустойчивом характере изменений данного инвестиционного фактора в краткосрочной перспективе. При неблагоприятных условиях инвестирования и недостаточной государственной поддержке технологических преобразований доля инвестиций на вышеуказанные цели может снизиться к 2030 г. до 5,25% (рис. 3).

Выборочное обследование инвестиционной активности организаций позволило установить, что в 2022 г. лишь 55% организаций использовали инвестиции на цели автоматизации и механизации существующих производственных процессов, а 35% — на внедрение новых технологий [20].

Прогнозные оценки научно-технологических сдвигов необходимо принимать во внимание при разработке механизмов стратегического управления экономикой на различных уровнях с участием государства, научных учреждений, бизнес-структур [21].

В целях успешного развития процесса неоиндустриализации аграрного сектора необходимо совершенствование механизмов стимулирования научно-технологического развития и поддержки инновационной деятельности [22]. Важнейшими направлениями государственной поддержки инновационного сценария являются: стимулирование научно-исследовательской, научно-технической и инновационной деятельности [23], согласованность экономических интересов участников инновационного процесса [24], реализация стратегических программ научно-технологического развития, повышение инвестиционной привлекательности регионов за счет увеличения добавленной стоимости высокотехнологичной продукции [25, 26]. Важнейшим направлением развития высокотехнологичных отраслей является взаимодействие предприятий этого сектора экономики с образовательными и научно-исследовательскими учреждениями с целью подготовки квалифицированных кадров и формирования соответствующих компетенций.

Выводы. В исследовании развиты концептуальные аспекты прогнозирования научно-технологического развития в условиях необходимости обеспечения продовольственной безопасности и устойчивого социально-экономического развития агропродовольственного комплекса. Эмпирическим путем проведена оценка технологических преобразований в сельском хозяйстве. Расчеты показали, что в 2022 г. наибольшая доля затрат организаций на внедрение и использование цифровых технологий, а также приобретение машин и оборудования, связанных с цифровыми технологиями, наблюдалась по виду деятельности «выращивание зерновых культур» (27,7 и 25,2%). В зерновом производстве и молочном скотоводстве более широко используются технологии искусственного интеллекта, технологии Интернета вещей, информационные и коммуникационные технологии.

Конкретизированы современные тренды инновационного развития сельского хозяйства в условиях неоиндустриализации и выявлены прогнозные тенденции развития аграрного сектора России. Обоснована необходимость совершенствования организационно-экономического механизма реализации стратегий инновационного развития в целях повышения инновационной активности предприятий аграрного сектора, достижения тесной взаимосвязи между использованием передовых технологий и выпуском инновационных продуктов.

Практическая значимость результатов проведенного исследования заключается в разработке мер совершенствования инновационной и научно-технологической политики с целью достижения положительных эффектов от неоиндустриализации в аграрном секторе при переходе к Индустрии 4.0.

Список источников

1. Паспорт Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия с изменениями, утвержденными решением Председателя Правительства Российской Федерации М.В. Мишустина от 29 декабря 2023 г. № ММ-П11-22247. URL: <https://mcs.gov.ru/upload/iblock/1b6/kl53xwqrqkzembkfmigvhu32dk7q0z0.pdf> (дата обращения: 15.01.2024).

2. Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года: утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 8 сентября 2022 г. № 2567-р. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/405172287/> (дата обращения: 25.02.2024).

3. Rostow, W.W. (1971). *Politics and the Stages of Growth*. Cambridge University Press, 424 p.

4. Ключкин А. Современное развитие цифровизации АПК: отечественный и зарубежный опыт // Аграрная экономика. 2023. № 12. С. 72-86.

5. Комков Н.И., Ерошкин С.Ю. Методические основы прогнозирования технологического развития // Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. 2006. № 4. С. 176-206.

6. Никитская Е.Ф. Прогнозирование инновационного развития: международные тенденции и российский опыт // Вестник Евразийской науки. 2014. № 3. С. 51.

7. Alvarez, R., Bravo-Ortega, C., Navarro, L. (2011). Innovation, RandD Investment and Productivity in Chile. *IDB Working Paper*, April, no. 64, 61 p.

8. Константиныди Х.А. Стратегирование развития региональной экономической системы в условиях ускорения постиндустриальных преобразований. М., 2015. 247 с.

9. Дорошенко Ю.А., Старикова М.С., Ряпухина В.Н. Выявление моделей индустриально-инновационного развития региональных экономических систем // Экономика региона. 2022. Т. 18. Вып. 1. С. 78-91.

10. Широков А.А., Белоусов Д.Р., Блохин А.А., Гусев М.С., Клепач А.Н., Узьяков М.Н. Россия 2035: новое качество национальной экономики // Проблемы прогнозирования. 2024. № 2. С. 6-20.

11. Заварухин В.П., Чинаева Т.И., Чурилова Э.Ю. Сравнительный межстрановой анализ уровня развития научной и инновационной деятельности // Статистика и экономика. 2023. Т. 20. № 3. С. 67-84.

12. Chen, Z., Zhang, J., Zi, Y. (2021). A cost-benefit analysis of R&D and patents: Firm-level evidence from China. *European Economic Review*, vol. 133, p. 103633.

13. Howell, A., Lin, J., Worack, S. (2020). Going out to innovate more at home: Impacts of outward direct investments on Chinese firms' domestic innovation performance. *China Economic Review*, vol. 60, p. 101404.

14. Комков Н.И. Комплексное прогнозирование научно-технологического развития: опыт и уроки // Проблемы прогнозирования. 2014. № 2 (143). С. 3-17.

15. Sandu I., Nechaev V. (2023). Neoindustrialization of the agricultural sector of the economy as a necessary condition for innovative transformation of productive forces and achieving technological sovereignty. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture & Rural Development*, vol. 23, no. 3.

16. Смирных С.Н. Политика стимулирования создания высокопроизводительных рабочих мест в регионах России (на примере Свердловской области) // Российские регионы в фокусе перемен. Ч. 2. Екатеринбург. 2018. Т. 2. № 12. С. 646-655.

17. Баранов А.О., Квартун М.И. Прогнозирование ускоренного обновления капитала в России с использованием динамической межотраслевой модели // Проблемы прогнозирования. 2020. № 2. С. 48-59.

18. Дерунова Е.А., Устинова Н.В., Дерунов В.А., Семенов А.С. Моделирование диверсификации рынка как основы устойчивого экономического роста // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2016. № 6. С. 91-109.

19. Кулистикова Т. Инвестпроекты снимают с паузы. АПК остается привлекательным для вложений, несмотря на трудности и падение рентабельности // Агроинвестор, 7 августа 2023. URL: <https://www.agroinvestor.ru/analytics/article/40788-investproekty-snimayut-s-pauzy-apk-ostaetsya-privlekatelnym-dlya-vlozheniy-nesmotrya-na-trudnosti> (дата обращения: 17.03.2024).

20. Российский статистический ежегодник. 2023: статистический сборник / Росстат. М., 2023. 701 с.

21. Направления господдержки АПК в 2024 г. URL: <https://sfera.fm/> (дата обращения: 11.03.2024).



22. Власюк Л.И., Минакир П.А. Долгосрочный региональный прогноз: синтез технологического и экономического подходов // Проблемы прогнозирования. 2013. № 2. С. 3-14.

23. Трифонова Е.Н., Дерунова Е.А. Классификация регионов по влиянию инновационных процессов на поставки продукции пищевой промышленности // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2020. № 1. С. 56-62.

24. Дерунова Е.А. Рыночно-государственная модель управления инновационным развитием АПК // Инновационный вестник Регион. 2012. № 3. С. 58-63.

25. Андрищенко С.А., Кутенков Р.П., Шабанов В.Л. и др. Развитие агропродовольственных систем в регионах России, неблагоприятных для ведения сельского хозяйства: возможности и регулирование / под общ. ред. С.А. Андрищенко. Саратов: Саратовский источник, 2020. 215 с.

26. Андрищенко С.А., Шабанов В.Л., Бондаренко Ю.П., Васильченко М.Я. Дифференциация стратегий развития агропродовольственных систем в регионах России, неблагоприятных для сельскохозяйственного производства // Региональные агросистемы: экономика и социология. 2020. № 3.

References

1. Passport Gosudarstvennoi programmy razvitiya sel'skogo khozyaistva i regulirovaniya rynkov sel'skokhozyaistvennoi produktsii, syr'ya i prodovol'stviya s izmeneniyami, utverzhdenymi resheniem Predsedatelya Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii M.V. Mishustina ot 29 dekabrya 2023 g. № MM-P11-22247. [Passport of the State Program for the Development of Agriculture and Regulation of Markets for Agricultural Products, Raw Materials and Food, as amended, approved by the decision of the Chairman of the Government of the Russian Federation M.V. Mishustin dated December 29, 2023. No. MM-P11-22247]. Available at: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/1b6/k153xwqkxzembkfiimgvxu32dk7q0z0.pdf> (accessed: 15.01.2024).

2. Strategiya razvitiya agropromyshlennogo i rybkhozyaistvennogo kompleksov Rossiiskoi Federatsii na period do 2030 goda: utverzhdena rasporyazheniem Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 8 sentyabrya 2022 g. № 2567-r [Strategy for the development of the agro-industrial and fishery complexes of the Russian Federation for the period until 2030: approved by Decree of the Government of the Russian Federation of September 8, 2022 No. 2567-r.]. Available at: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/405172287/> (accessed: 25.02.2024).

3. Rostow, W.W. (1971). *Politics and the Stages of Growth*. Cambridge University Press, 424 p.

4. Klyukin, A. (2023). Sovremennoe razvitie tsifrovizatsii APK: otechestvennyi i zarubezhnyi opyt [Modern development of digitalization of the agro-industrial complex: domestic and foreign experience]. *Agrarnaya ekonomika* [Agrarian economics], no. 12, pp. 72-86.

5. Komkov, N.I., Eroshkin, S.Yu. (2006). Metodicheskie osnovy prognozirovaniya tekhnologicheskogo razvitiya [Methodological basis for forecasting technological development]. *Nauchnye trudy: Institut narodnokhozyaistvennogo prognozirovaniya RAN* [Scientific works: Institute of

National Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences], no. 4, pp. 176-206.

6. Nikitskaya, E.F. (2014). Prognozirovaniye innovatsionno razvitiya: mezhdunarodnye tendentsii i rossiiskii opyt [Forecasting innovative development: international trends and Russian experience]. *Vestnik Evraziiskoi nauki* [Bulletin of Eurasian science], no. 3, p. 51.

7. Alvarez, R., Bravo-Ortega, C., Navarro, L. (2011). Innovation, RandD Investment and Productivity in Chile. *IDB Working Paper*, April, no. 64, 61 p.

8. Konstantinidi, Kh.A. (2015). *Strategirovaniye razvitiya regional'noi ekonomicheskoi sistemy v usloviyakh uskoreniya postindustrial'nykh preobrazovaniy* [Strategy for the development of the regional economic system in the context of accelerating post-industrial transformations]. Moscow, 247 p.

9. Doroshenko, Yu.A., Starikova, M.S., Ryapukhina, V.N. (2022). Vyyavlenie modelei industrial'no-innovatsionnogo razvitiya regional'nykh ekonomicheskikh sistem [Identification of models of industrial-innovative development of regional economic systems]. *Ekonomika regiona* [Economy of regions], vol. 18, no. 1, pp. 78-91.

10. Shirov, A.A., Belousov, D.R., Blokhin, A.A., Gusev, M.S., Klepach, A.N., Uzyakov, M.N. (2024). Rossiya 2035: novoe kachestvo natsional'noi ekonomiki [Russia 2035: new quality of the national economy]. *Problemy prognozirovaniya* [Problems of forecasting], no. 2, pp. 6-20.

11. Zavarukhin, V.P., Chinaeva, T.I., Churilova, E.Yu. (2023). Sravnitel'nyi mezhranovyy analiz urovnya razvitiya nauchnoi i innovatsionnoi deyatel'nosti [Comparative cross-country analysis of the level of development of scientific and innovative activities]. *Statistika i ekonomika* [Statistics and economics], no. 3, pp. 67-84.

12. Chen, Z., Zhang, J., Zi, Y. (2021). A cost-benefit analysis of R&D and patents: Firm-level evidence from China. *European Economic Review*, vol. 133, p. 103633.

13. Howell, A., Lin, J., Worack, S. (2020). Going out to innovate more at home: Impacts of outward direct investments on Chinese firms' domestic innovation performance. *China Economic Review*, vol. 60, p. 101404.

14. Komkov, N.I. (2014). Kompleksnoe prognozirovaniye nauchno-tekhnologicheskogo razvitiya: opyt i uroki [Integrated forecasting of scientific and technological development: experience and lessons]. *Problemy prognozirovaniya* [Problems of forecasting], no. 2 (143), pp. 3-17.

15. Sandu I., Nechaev V. (2023). Neoindustrialization of the agricultural sector of the economy as a necessary condition for innovative transformation of productive forces and achieving technological sovereignty. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture & Rural Development*, vol. 23, no. 3.

16. Smirnykh, S.N. (2018). Politika stimulirovaniya sozdaniya vysokoproizvoditel'nykh rabochikh mest v regionakh Rossii (na primere Sverdlovskoi oblasti) [Policy for stimulating the creation of high-performance jobs in the regions of Russia (on the example of the Sverdlovsk region)]. *Rossiiskie regiony v fukuse peremen* [Russian regions in the focus of change], vol. 2, no. 2, pp. 646-655.

17. Baranov, A.O., Kvaktun, M.I. (2020). Prognozirovaniye uskorenno obnoveniya kapitala v Rossii s ispol'zovaniem dinamicheskoi mezhotraslevoi modeli [Forecasting ac-

celerated capital renewal in Russia using a dynamic inter-industry model]. *Problemy prognozirovaniya* [Problems of forecasting], no. 2, pp. 48-59.

18. Derunova, E.A., Ustinova, N.V., Derunov, V.A., Semenov, A.S. (2016). Modelirovaniye diversifikatsii rynka kak osnovy ustoychivogo ekonomicheskogo rosta [Modeling market diversification as the basis for sustainable economic growth]. *Ekonomicheskie i sotsial'nye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz* [Economic and social changes: facts, trends, forecast], no. 6, pp. 91-109.

19. Kulistikova, T. (2023). Investproekty snimayut s pauzy. APK ostaetsya privlekatel'nym dlya vlozhenii, nesmotrya na trudnosti i padenie rentabel'nosti [Investment projects are being taken off pause. The agricultural sector remains attractive for investment, despite the difficulties and falling profitability]. *Agroinvestor*, 7 avgusta 2023 [Agroinvestor, August 7, 2023]. Available at: <https://www.agroinvestor.ru/analytics/article/40788-investproekty-snimayut-s-pauzy-apk-ostaetsya-privlekatel'nym-dlya-vlozheniy-nesmotrya-na-trudnosti> (accessed: 17.03.2024).

20. Rossiiskii statisticheskii ezhegodnik. 2023: statisticheskii sbornik (2023). [Russian statistical yearbook. 2023: statistical collection]. Moscow, 701 p.

21. Napravleniya gospodderzhki APK v 2024 g. [Directions of state support for the agricultural sector in 2024]. Available at: <https://sfera.fm/> (accessed: 11.03.2024).

22. Vlasyuk, L.I., Minakir, P.A. (2013). Dolgosrochnyi regional'nyi prognoz: sintez tekhnologicheskogo i ekonomicheskogo podkhodov [Long-term regional forecast: synthesis of technological and economic approaches]. *Problemy prognozirovaniya* [Problems of forecasting], no. 2, pp. 3-14.

23. Trifonova, E.N., Derunova, E.A. (2020). Klassifikatsiya regionov po vliyaniyu innovatsionnykh protsessov na postavki produktov pishchevoi promyshlennosti [Classification of regions according to the influence of innovative processes on the supply of food industry products]. *Ekonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii* [Economy of agricultural and processing enterprises], no. 1, pp. 56-62.

24. Derunova, E.A. (2012). Rynочно-gosudarstvennaya model' upravleniya innovatsionnym razvitiem APK [Market-state model for managing innovative development of the agro-industrial complex]. *Innovatsionnyi vestnik Region* [Innovative bulletin Region], no. 3, pp. 58-63.

25. Andryushchenko, S.A., Kutenkov, R.P., Shabanov, V.L. i dr. (2020). *Razvitie agropridol'stvennykh sistem v regionakh Rossii, neblagopriyatnykh dlya vedeniya sel'skogo khozyaistva: vozmozhnosti i regulirovaniye* [Development of agri-food systems in regions of Russia unfavorable for farming: opportunities and regulation]. Saratov, Saratovskii istochnik Publ., 215 p.

26. Andryushchenko, S.A., Shabanov, V.L., Bondarenko, Yu.P., Vasilchenko, M.Ya. (2020). Differentsiatsiya strategii razvitiya agropridol'stvennykh sistem v regionakh Rossii, neblagopriyatnykh dlya sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva [Differentiation of strategies for the development of agri-food systems in regions of Russia that are unfavorable for agricultural production]. *Regional'nye agrosistemy: ekonomika i sotsiologiya* [Regional agrosystems: economics and sociology], no. 3.

Информация об авторах:

Васильченко Марианна Яковлевна, кандидат экономических наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории инновационного развития производственного потенциала агропромышленного комплекса, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0504-0533>, Scopus ID: 57201476113, Researcher ID: ABE-8894-2020, mari.vasilchenko@yandex.ru

Дерунова Елена Анатольевна, кандидат экономических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории инновационного развития производственного потенциала агропромышленного комплекса, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9391-0123>, Scopus ID: 55916305900, Researcher ID: L-6088-2015, ea.derunova@yandex.ru

Information about the authors:

Marianna Ya. Vasilchenko, candidate of economic sciences, associate professor, senior researcher of the laboratory of innovative development of the production potential of the agro-industrial complex, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0504-0533>, Scopus ID: 57201476113, Researcher ID: ABE-8894-2020, mari.vasilchenko@yandex.ru

Elena A. Derunova, candidate of economic sciences, associate professor, leading researcher of the laboratory of innovative development of the production potential of the agro-industrial complex, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9391-0123>, Scopus ID: 55916305900, Researcher ID: L-6088-2015, ea.derunova@yandex.ru





ТЕХНОЛОГИЯ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМНЫМ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕМ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И МОДЕЛЕЙ — ДВОЙНИКОВ ОРГАНИЗАЦИИ

Д.А. Рогачев¹, Л.В. Кирейчева¹, И.Ф. Юрченко¹, А.Ф. Рогачев²

¹Федеральный научный центр гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова, Москва, Россия

²Волгоградский государственный аграрный университет, Волгоград, Россия

Аннотация. Повышение эффективности системного водопользования неразрывно связано с использованием в практике мелиораций инновационных технологий информационной и технологической поддержки управленческих решений. Цель исследований — обоснование перспективной технологии управления водопользованием на межхозяйственных оросительных системах с применением методов искусственного интеллекта и моделей — двойников организации. Методологические подходы к созданию унифицированной автоматизированной системы управления базировались на оптимизации управленческих решений, принимающихся в условиях неполноты и неопределенности сведений и информации, а также требующих обработки больших массивов данных. Выполнен анализ теории и практики принятия управленческих решений и сформулированы принципы создания автоматизированной системы управления водопользованием на орошении с использованием искусственного интеллекта и моделей — двойников организации. Выявлены приоритетные направления совершенствования управленческих воздействий. Сформирована функционально-структурная схема АСУ «Водопользование» и алгоритмы поддержки управленческих решений. Разработана система моделей оптимизации водораспределения в условиях дефицита водных ресурсов; прогнозирования технического состояния водопроводящих сетей и сооружений; управления финансово-экономическим состоянием производства, а также вспомогательные и сервисные модели. Определены состав и структура базы данных; знаний и моделей АСУ «Водопользование». Автоматизация и оптимизация процесса принятия решений по результатам диагностики решаемых проблем, многовариантности формирования и классификации решений, информационной и технологической поддержки специалистов, занимающихся подготовкой и принятием решений, обеспечат повышение производительности труда и качества управляющих воздействий.

Ключевые слова: управление, орошение, водопользование, технологии, цифровизация, искусственный интеллект

Original article

SYSTEM CONTROL TECHNOLOGY WATER USE USING METHODS ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND MODELS — DOUBLE ORGANIZATIONS

D.A. Rogachev¹, L.V. Kireicheva¹, I.F. Yurchenko¹, A.F. Rogachev²

¹All-Russian Research Center for Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov, Moscow, Russia

²Volgograd State Agricultural University, Volgograd, Russia

Abstract. Improving water efficiency is closely linked with the use of innovative information and technologies to support management decisions in land reclamation projects. The aim of this study is to validate a promising approach for managing water use in inter-farm irrigation systems using artificial intelligence techniques and twin models. Methodological approaches to creating a unified and automated management system are based on the optimization of management decisions made in conditions of incomplete and uncertain information, as well as the necessity to process large volumes of data. The analysis of the theoretical and practical aspects of managerial decision-making has been conducted, and principles for the creation of an automated irrigation management system using artificial intelligence and dual organizational models have been formulated. Priority areas for enhancing the management impact have been identified, and a functional and structural design of the automated control system “Water Use” and algorithms to support management decisions have been developed. A system of models has been developed to optimize water distribution in conditions of water scarcity, and to forecast the technical status of water supply networks and infrastructure. It also manages the financial and economic performance of operations, as well as auxiliary and service functions. The composition and structure of the database and knowledge for the automated control system, “Water Use”, have been determined. Automation and optimization of decision making based on diagnostic analysis of current issues, a range of possible solutions, and informational and technological support for specialists involved in preparation and decision making, will ensure enhanced efficiency and quality in control activities.

Keywords: management, irrigation, water use, technology, digitalization, artificial intelligence

Введение. Сохранение и расширение необходимого преимущества производства при усиливающейся конкуренции на рынке сельскохозяйственной продукции неразрывно связано с масштабностью внедрения в практику отечественного АПК новых, современных и креативных технологий и оборудования. Задачи управления водопользованием на межхозяйственных оросительных системах (ОС), характеризующихся значимой ресурсоемкостью, включая важнейший природный ресурс — пресную воду; высокой вероятностью изношенности оборудования и стохастичностью природно-климатических условий сельскохозяйственного производства, требуют повышенного внимания

к качеству, своевременности и рациональности управленческих решений. Необходима перманентная оценка последствий принятых решений и прогнозирование развития ситуаций при эксплуатации ОС.

Основное содержание дихотомии между рациональными решениями, поученными на основе формализованных процедур количественной оценки результата, и решениями, основанными на суждениях лица, принимающего решения (ЛПР), состоит в том, что первые не критично зависят от ретроспективного опыта и предпочтений ЛПР. Практическая реализация формализованных подходов эффективно осуществляется, прежде всего, в компьютерных программах

систем поддержки принятия решений на базе информационно-аналитических технологий. Приоритетным вектором общего развития сельхозпроизводства в мире становится создание умных хозяйств и предприятий в сферах растениеводства и животноводства [1, 2].

Методологической основой современных систем поддержки управленческих решений в мире становятся нейротехнологии и искусственный интеллект (ИИ) [3, 4]. Новые решения открывают масштабные возможности для конкуренции, формируя интерфейсы, способствующие развитию взаимодополняющих разработок [5, 6]. Актуализация процессов разработки и использования перспективных технологий



планирования и реализации водораспределения на орошении, базирующихся на достижениях цифровизации отечественной экономики, повышая действенность агропроизводства на мелиорируемых землях становится значимым фактором для всей сферы мелиорации [7].

В публикации представлены концептуальные подходы к созданию унифицированной автоматизированной системы управления технологическими и финансово-экономическими процессами водопользования на межхозяйственных ОС с использованием ИИ и моделей — двойников организации (АСУ «Водопользование ОС»), реализуемой в составе исследований ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова».

Материалы и методы. Объектом автоматизации являются процедуры управленческих решений по водопользованию на межхозяйственных оросительных системах (ОС). Служба эксплуатации ОС в пределах своей компетенции, руководствуясь требованиями законодательства, нормативными документами, Положением об организации и должностными инструкциями осуществляет [8]:

- забор воды из источника, подачу поливной воды хозяйствам/потребителям согласно принятым планам водопользования;
- учет и контроль мелиоративного состояния орошаемых земель;
- обеспечение ремонтно-восстановительных работ, реконструкции, модернизации и должного уровня технического состояния ОС.

Планирование водораспределения на межхозяйственной оросительной системе осуществляется в соответствии с заявками водопотребителей на подачу воды. Определение объемов забора воды на систему выполняется по результатам суммирования объемов водоподдачи сельхозтоваропроизводителям в узлах-водовыделах ОС. Требующиеся объемы водоподдачи ОС согласуются с объемами возможного водозабора из источника орошения. В условиях маловодности водисточника рассогласование баланса указанных статей водопользования становится основным лимитирующим фактором водораспределения межхозяйственной ОС. Баланс считается увязанным при отклонении объемов возможного водозабора из источника орошения от планируемого объема водоподдачи потребителям на ОС не более ±5%.

Управление водораспределением на оросительной системе осуществляется по одной из технологических схем: «управление по плану» или «управление по требованию». Технологическая схема управления водоподачей «по плану» применяется на оросительных системах при недостаточной водообеспеченности оросительной системы, пропускной способности канала и резервных емкостей бьефов канала. В процессе оперативного управления водораспределением выполняется корректировка системного плана водоподдачи потребителям, обусловленная несоответствием фактически сложившейся на системе групповой водообеспеченности брутто предварительно заявленной.

В настоящее время традиционно корректировка водоподдачи производится изменением плановых объемов на водовыделах в хозяйства пропорционально изменившейся водообеспеченности системы. Эффективность метода не соответствует современным требованиям агропроизводства, что делает актуальным формирование инновационной методологии автоматизированного планирования

водораспределения на основе экономико-математического и нейросетевого моделирования, обеспечивающих поиск наилучшего управленческого решения в конкретных природно-хозяйственных условиях по результатам многовариантных рассмотрений возможных подходов с учетом экономических, социальных и экологических ограничений. Проблемы водораспределения на межхозяйственных оросительных системах усугубляются старением и неудовлетворительным состоянием водопроводящих сетей и сооружений, что приводит к потерям и неадекватности предоставляемых услуг хозяйствам/водопользователям. Ремонт и обновление мелиоративного фонда — сложная задача, требующая финансовых ресурсов, технических знаний и координации между различными заинтересованными сторонами. Ограниченность средств, выделяемых на техническую эксплуатацию, обуславливает высокую цену принимаемых управленческих решений и необходимость научно обоснованных инновационных технологий их поддержки.

Действенным направлением повышения качества управления современной теорией и практики экономики производства становится обеспечение специалистов информационно-технологической поддержкой управленческих решений на основе автоматизированных технологий, реализующих инновационные методы и способы формирования необходимой информации на модели — двойнике водохозяйственной организации, интегрирующей показатели систем управления технологическими процессами водопользования [9, 10]. Методологические подходы к созданию унифицированной автоматизированной системы управления технологическими и финансово-экономическими процессами водопользования на межхозяйственных оросительных системах с использованием ИИ и моделей — двойников организации (АСУ «Водопользование ОС») базировались на оптимизации управленческих решений, принимающихся в условиях неполноты и неопределенности сведений и информации, а также требующих обработки больших массивов данных.



Рисунок 1. Структурно-функциональная схема автоматизированной системы
Figure 1. Structural and functional diagram of the automated system





Результаты и обсуждение. Целью разработки и внедрения АСУ «Водопользование ОС» является повышение качества управления:

- технологическим процессом планирования оптимального тактического (годового) и оперативного (суточного) водораспределения на межхозяйственных оросительных системах, имеющего решающее значение в условиях маловодья источников орошения, аварий и других форсмажорных обстоятельств;
- техническим состоянием и ремонтно-восстановительными работами на ГТС по результатам плановых обследований, обеспечивающих возможность реализации управляющих воздействий системной водоподачи;
- финансово-экономическими процессами водохозяйственной организации, необходимыми для сохранения и расширения требующегося преимущества предприятия при усиливающейся конкуренции на рынке сельскохозяйственной продукции.

На рисунке 1 представлена функциональная модель АСУ, интегрирующая картографическую и атрибутивную базы данных; процедуры экономико-математического моделирования; интеллектуальные модели оптимизации многокритериальных функций водораспределения и прогнозирования технического состояния

водопроводящих ГТС; финансово-экономическую модель оценки качества управления водохозяйственной организацией.

1. Алгоритмы автоматизированного планирования системного водопользования

Автоматизированное планирование системного водораспределения в водохозяйственной мелиоративной организации (управлении оросительной системы), алгоритм которого представлен на рисунке 2, начинается с сообщения водопользователям ориентировочных лимитов воды при составлении внутрихозяйственного плана водопользования.

Предварительные лимиты водоподачи хозяйствам/водопользователям определяются в соответствии с лимитами водообеспеченности оросительной системы планируемого периода и в зависимости от потребности в водных ресурсах в складывающихся климатических условиях агропроизводства, прогнозируемой водности года, технического состояния (с учетом плановых технических обслуживаний (ТО) и ремонтов) и пропускной способности водопроводящей сети и сооружений.

После «машинной» проверки данных заявок (логической, полноты данных и др.) на соответствие требованиям автоматизированной обработки специалисты выполняют корректировку

данных (при необходимости с возвращением водопользователю) и последующую загрузку данных в базу. Затем программно-техническим комплексом АСУ формируется системный план водопользования, который анализируется соответствующим структурным подразделением водохозяйственной организации на наличие дефицита водообеспеченности. В отсутствие дефицита системный план и внутрихозяйственные планы водопользования утверждаются и принимаются к реализации после заключения договоров водоподачи.

При наличии дефицита выполняется снижение лимитов и корректировка внутрихозяйственных планов водопользования в соответствии с политикой управления распределением водных ресурсов. Планирование водораспределения в условиях маловодья предлагается на основе экономико-математического моделирования, обеспечивающего достижение планируемых экономических результатов водохозяйственного комплекса в условиях устойчивого агропроизводства на орошении. В качестве базовой разработана и апробирована универсальная многокритериальная, нелинейная целевая модель оптимизации, включающая критерии эффективности водопользования для эксплуатационной организации и хозяйств-водопотребителей. Практическая реализация таких моделей эффективна при использовании эволюционно-генетического программирования.

В процессе экономико-математического моделирования водораспределения решается задача оценки технического состояния и работоспособности сооружений ОС, для реализации которого привлекаются модели ГИС визуализации и искусственного интеллекта. Алгоритм решения приводится на рисунке 3.

При необходимости выполняется прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур, точность и достоверность которого определяют показатели экономико-математического моделирования водораспределения. Прогноз выполняется на модели «Прогнозирование урожайности» искусственного интеллекта с учетом ретроспективных данных и распознавания оперативных изображений, получаемых с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

Включение в состав АСУ «Водопользование ОС» модели «Цифрового двойника», которая реализуется с использованием штатного функционала программного обеспечения 1С-ERP, с учетом особенностей водохозяйственных организаций обусловлено требованием повышения качества управления предприятием, гарантирующим его конкурентоспособность и, как следствие, выживаемость [9, 10]. Необходимость решения той или иной вышеупомянутой задачи определяется специалистом в зависимости от целеполагания планирования водораспределения и полноты имеющихся данных.

По завершению цикла планирования системного водораспределения аппаратно-программными средствами формируются внутрихозяйственные планы водопользования. Системный и внутрихозяйственные планы водоподачи утверждаются и принимаются к исполнению. Реализация системного плана водопользования производится по заявкам хозяйств, составленных на основе запланированных сроков и объемов водоподачи с учетом наличествующей потребности в поливной воде и производственных возможностей. Увеличение водоподачи в сравнении с планом выполняется по обоснованной

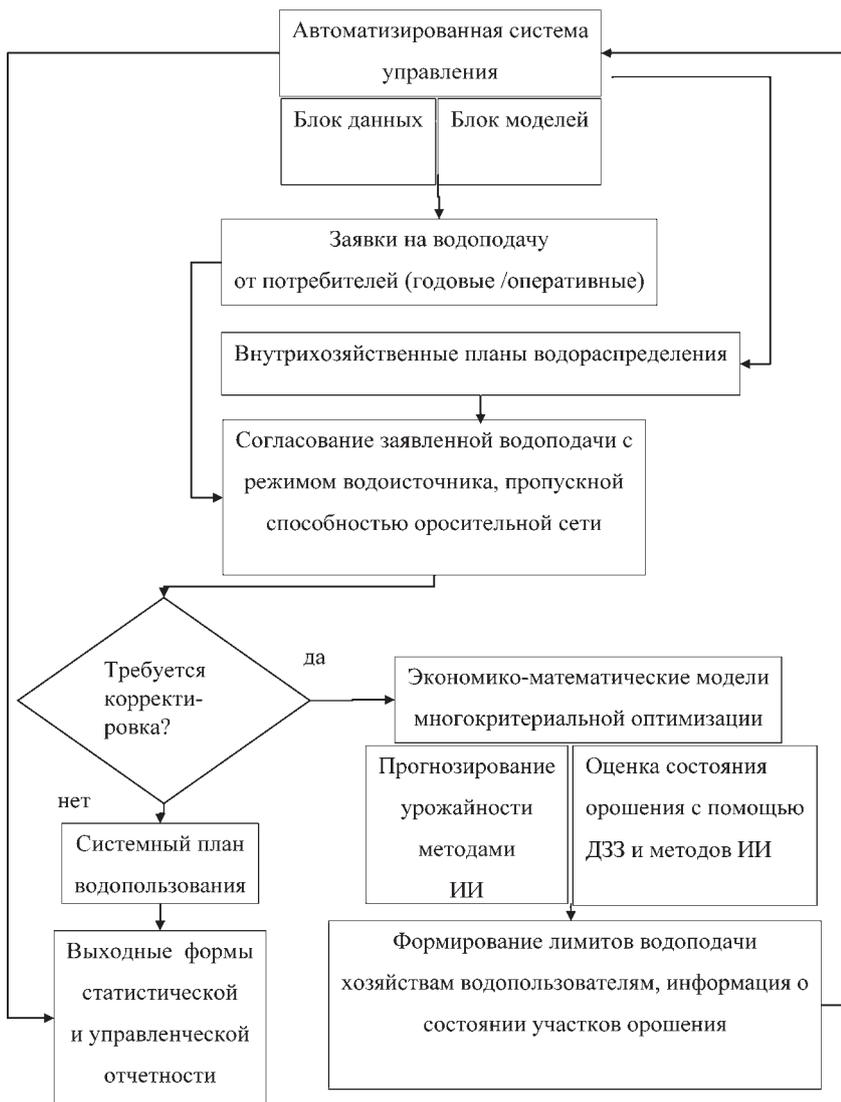


Рисунок 2. Алгоритм автоматизированного планирования системного водораспределения
Figure 2. Algorithm for automated system planning water distribution



Рисунок 3. Алгоритм планирования мероприятий технической эксплуатации
Figure 3. Algorithm for planning technical operation activities

заявке за счет резерва, имеющегося в системе, или воды неиспользованной в данный период другими хозяйствами.

Системный план водопользования корректируется при изменении основных исходных данных, таких как:

- большие отклонения в размере и структуре орошаемых земель;
- значимое отклонение водности источника орошения от плановых показателей.

Выполняется он по результатам оптимизационного моделирования водораспределения с использованием вышеуказанных подходов.

Информационная и технологическая поддержка реализации алгоритмов управления системным водопользованием осуществляется с помощью специализированной базы данных, а также информации и сведений базы знаний и моделей.

2. Базы данных, знаний и моделей

База данных и база знаний и моделей являются эффективными компонентами АСУ «Водопользование ОС». Структура специализированной базы данных включает разделы (табл. 1):

- базовые данные, характеризующие объект управления;
- оперативная информация планирования водопользования;

- ретроспективные (многолетние) и оперативные (текущего года) данные природно-хозяйственных условий;
- нормативно-справочные финансово-экономические данные.

В состав базы знаний и моделей входят разделы:

- экономико-математические модели оптимизации водопользования;
- интеллектуально-эвристические модели;
- вспомогательные модели;
- финансово-экономические модели;
- информационные технологии интеграции с государственной информационной системой.

Детализация состава разделов моделей описана в таблице 2.

Краткое описание базовых моделей АСУ и их функциональных возможностей приводится ниже по тексту.

2.1. Экономико-математическая модель оптимизации водораспределения

Ключевая модель блока оптимизации водопользования представлена экономико-математической моделью оптимизации водораспределения, максимизирующей финансовые результаты подачи воды, производства сельскохозяйственной продукции на поливе и

Таблица 1. Специализированная база данных
Table 1. Specialized database

Группы показателей	Таблицы
1. Базовая информация	План ОС и схемы водовыделов
	Посевная площадь водопользователей на орошении
	Техническая характеристика оросительной сети и сооружений
2. Оперативная информация	Почвенно-мелиоративные условия орошаемых земель
	Планы водопользования хозяйств
	Заявки на воду
	Режим водоисточника
	Показатели технического состояния водопроводящей системы
3. Ретроспективные данные	Информация о природно-климатических условиях водопользователей
	Статистика урожайности
	Гидрометеорологические показатели
4. Нормативно-справочная информация	Данные дистанционного зондирования (спутниковые снимки + данные БПЛА)
	Правовая информация
5. Финансово-экономические данные	Методическая информация
	Техническая информация
	Движение денежных средств
	Доходы и расходы
	Балансовые показатели

Таблица 2. База знаний и моделей
Table 2. Knowledge base and models

Раздел	Модель
1. Экономико-математические модели оптимизации водопользования	1.1. Модель многокритериальной оптимизации водораспределения с учетом интересов всех участников процесса
	1.2. Модель оптимизации планирования мероприятий технической эксплуатации в условиях ограниченных капиталовложений
	2.1. Модель эволюционно-генетического программирования для оптимизации нелинейных многокритериальных целевых функций
2. Интеллектуально-эвристические модели	2.2. Интеллектуальные модели прогнозирования технического состояния водопроводящих ГТС
	2.3. Модель искусственного интеллекта «прогнозирование урожайности» с учетом ретроспективных данных и распознавания оперативных изображений, получаемых с БПЛА
	3.1. ГИС — визуализации ИИ
3. Вспомогательные модели ИИ	3.2. Сервисные модели ИИ
	3.3. Экспертные модели ИИ
4. Финансово-экономическая модель производства	3.4. Лучшие решения теории и практики объектов аналогов
	4.1. Цифровой двойник водохозяйственной организации
5. Модели интеграции АСУ с внешними информационными системами	5.1. Информационная технология API интеграции с государственной информационной системой Минсельхоза РФ «единое окно» и прочими сторонними системами





суммарную площадь орошаемых земель. Она имеет вид (1) при ограничениях (2).

$$\begin{aligned}
 Z_{max} = & (\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n (c_j - r_j) * w_{ij}) / D_z + \\
 & + (\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n x_{ij} z_{ij}) / B_z + \\
 & + (\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n x_{ij}) / S_z \Rightarrow \max \\
 & \sum_{j=1}^m x_{ij} \geq S_i; \\
 & \sum_{i=1}^n w_{ij} = W_j; \\
 & \sum_{i=1}^n M_{ij} x_{ij} = W_j; \\
 & \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n w_{ij} = W;
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

где c_j — удельная стоимость водоподачи для j -водопользователя, руб./тыс. м³; r_j — удельные затраты на водоподачу j -водопользователю, руб./тыс. м³; w_{ij} — объем водоподачи на полив i культуры j водопользователю, тыс. м³; x_{ij} — площадь орошения i культуры j водопользователя, га; z_i — закупочная цена i орошаемой культуры, руб./т; z_{ij} — урожайность i культуры j водопользователя, т/га. M_{ij} — оросительная норма i культуры j водопользователя, тыс. м³/га; S_i — площадь орошения i культуры на системе; $i = 1, 2, \dots, n$ — индекс возделываемой сельскохозяйственной культуры, $j = 1, 2, \dots, m$ — индекс хозяйства водопользователя; $S(x_{ij})$ — суммарная площадь орошения на системе, га. D_z, B_z, S_z — соответственно доход от водоподачи эксплуатационной организацией ОС, стоимость валового объема производства продукции на орошении и площадь орошения при заявленной водоподаче; W_i, W_j — объем водоподачи на полив i культуры всех водопользователей, j водопользователю для полива всех культур, тыс. м³; W — общий объем водоподачи на ОС, тыс. м³.

Задача многокритериальной оптимизации целевой функции (1) решается методом эволюционно-генетического программирования, инвариантным к виду целевой функции и не

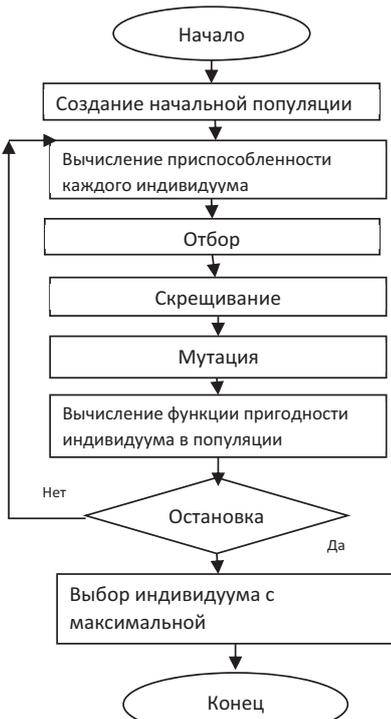


Рисунок 4. Структурная схема генетического алгоритма
Figure 4. Block diagram of the genetic algorithm

требующим вычисления ее частных производных. В пользу структуры разработанной модели следует отметить ее универсальность, обеспечиваемую многокритериальностью.

2.2. Интеллектуально-эвристические модели

2.2.1. Модель эволюционно-генетического программирования для оптимизации нелинейных многокритериальных целевых функций

Оптимизация нелинейной целевой функции (1) осуществляется методом эволюционно-генетического программирования — одним из важнейших направлений теории искусственного интеллекта. Генетические алгоритмы (ГА) позволяют исследовать гораздо большее разнообразие возможных решений проблемы по сравнению с методами линейного программирования за счет пересчета элементов формируемой совокупности ЦФ с использованием операторов отбора, скрещивания и мутации, что определяет пригодность анализируемых элементов. Структурная схема классического генетического алгоритма приведена на рисунке 4.

2.2.2. Модель нейросетевого прогнозирования урожайности

Прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур выполняется с использованием интеллектуальной нейросетевой технологии путем моделирования временных рядов данных методом последовательного решения задачи регрессии на отрезках исходного временного ряда (ВР).

Укрупненный алгоритм прогнозирования урожайности с использованием нейросетевой технологии представлен на рисунке 5.

2.2.3. Интеллектуальные модели прогнозирования технического состояния водопроводящих ГТС

Эффективность системного водопользования во многом обусловлена работоспособностью сооружений и оборудования, что определяет актуальность периодической оценки пропускной способности и производительности водопроводящей сети и сооружений на ней.

В составе функциональных возможностей ИАС предусматривается построение 3-х уровней прогнозов:

1. Долгосрочный (3-5 лет) — для обоснования нового строительства, реконструкции и планов капитального ремонта водопроводящих гидротехнических сооружений (ГТС).

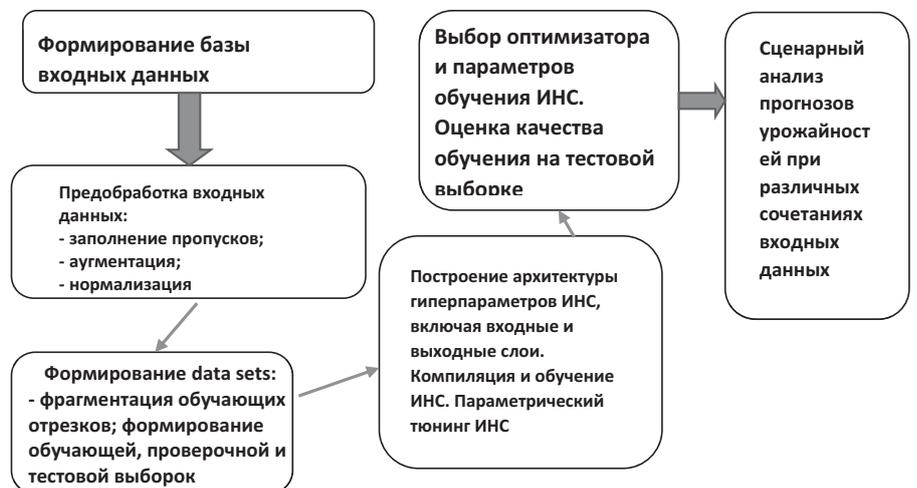


Рисунок 5. Алгоритм интеллектуальной технологии нейросетевого прогнозирования урожайности
Figure 5. Algorithm for intelligent technology of neural network yield forecasting

2. Краткосрочный (1-2 года) — для согласования планируемого водопользования с намечаемыми на ОС мероприятиями технической эксплуатации.
3. Оперативный — для срочного перераспределения воды между хозяйствами-потребителями в текущем периоде (декаде, месяце) и проведения аварийных ремонтов оборудования. Трехуровневое прогнозирование позволит повысить эффективность деятельности водохозяйственной организации за счет экономии оросительной воды при сокращении ее непроемочных затрат.

Прогнозирование водопотребления на каждом из уровней планируется реализовать с использованием генетических алгоритмов, позволяющих решать оптимизационные задачи, в том числе и в случае нелинейной целевой функции.

2.3. Вспомогательные модели

2.3.1. Модель ГИС — визуализации с использованием элементов ИИ

В рамках разработки и внедрения АСУ «Водопользование ОС» выполняется интеграция программного комплекса «1С-GIS: Управление пространственными данными» с сервисами Российской ГК «Сканэк», специализирующейся на использовании данных дистанционного зондирования земли (ДЗЗ) и их аналитики с применением методов ИИ.

ГИС технологии, обеспечивая наглядность, формирование дополнительных карт, графиков и диаграмм существенно расширяют возможности анализа технического состояния ОС в сравнении с паспортными, нормативными и тому подобными данными.

Геоинформационная подсистема, функционирующая на основе разномасштабных пространственных данных и современных подходов к обработке больших данных с помощью нейросетевых технологий, эффективна для решения широкого круга задач по фиксации изменений природных и техногенных сред. Облачная система упрощает работу на всех этапах обработки материалов (предварительная обработка, эталонирование, оценка достоверности и др.).

Интеграция геоинформационной подсистемы в состав АСУ существенно расширяет возможности ЛПР за счет динамической актуализации и визуализации информации, что особенно важно при планировании и обосновании технических решений на различных уровнях управления ОС.



2.3.2. Сервисные модели ИИ

К сервисным моделям АСУ относится модуль интеграции с моделью искусственного интеллекта YandexGPT. Функционал данного модуля включает возможность использования генеративной языковой модели для текстовых описаний различной направленности.

2.3.3. Экспертные модели ИИ

Экспертной моделью АСУ «Водопользование ОС» является модуль интеграции с экспертным функционалом сервиса YandexGPT. Обеспечивается поддержка специалистов водохозяйственной организации в решении вопросов использования нормативно-справочной подсистемы, выдаются рекомендации по выбору нормативно-справочного источника, выполняется поиск, обобщение и анализ теории и практики лучших решений объектов аналогов.

2.4. Финансово-экономическая модель производства

Финансово-экономическая модель — «Цифровой двойник» водохозяйственной организации, представляет собой набор взаимосвязанных показателей, которые помогают оценить финансово-экономическое состояние организации, позволяют спрогнозировать выручку, прибыль и другие экономические показатели, обеспечивают расчет последствий принятых решений на показатели работы организации [9, 10].

Финансовая модель показывает, сколько и на чем зарабатывает и теряет водохозяйственная организация, каким образом происходит формирование доходов, расходов, движение денежных средств. Модель используется для нивелирования узких мест, выявления точек роста и развития, прогнозирования различных сценариев развития.

Основу модели составляют существующие показатели работы организации:

- движение денежных средств;
- доходы и расходы;
- финансовый баланс.

Данные показатели, полученные и актуализированные за несколько временных интервалов, дадут информацию о работе водохозяйственной организации. Использование финансовой модели «Цифрового двойника» обосновано для моделирования работы водохозяйственной организации и поддержки принятия решений на основании анализа нескольких альтернативных сценариев лицом, принимающим решение.

2.5. Модель интеграции с единой цифровой платформой АПК Минсельхоза РФ

В качестве интерфейса системы управления разработан модуль API (интерфейс программирования приложений) для интеграции АСУ с внешними информационными системами. Это позволит выполнить интеграцию с государственной информационной системой Минсельхоза России «Единое окно», с учетом актуальных требований и особенностей архитектуры государственной информационной системы, во избежание дублирования функционала на момент внедрения последней.

Указанный подход обеспечивает реальную возможность включения методологических, технологических, программных и иных решений интеллектуальной автоматизированной системы в состав сервиса ведения реестра мелиоративных сооружений и мероприятий под платформы цифрового землепользования и землеустройства цифровой платформой АПК Минсельхоза РФ, что существенно повышает вероятность

увеличения масштабов использования интеллектуальной автоматизированной системы в практике мелиоративного сектора экономики.

3. Структурная схема АСУ «Водораспределение ОС»

Структурная схема АСУ «Водораспределение ОС» сформирована с учетом базовых этапов и процедуры функционирования АСУ, включая сбор данных, обработку и трансформацию информации, автоматическую подготовку отчетов, ответов на запросы в текстовом и графическом вариантах (рис. 1).

Инструментарием реализации программно-аппаратных решений разрабатываемой системы управления принята технологическая платформа «Предприятие 8» фирмы «1С», которая является лидером на рынке таких систем в России.

Заключение. В соответствии с целевыми установками НИР в составе настоящих исследований:

1. Выполнен анализ теории и практики принятия управленческих решений и сформулированы принципы системного подхода к программной и технологической реализации автоматизированных систем управления технологическими процессами производства и организации, в целом, обусловившие методологическую основу создания унифицированной автоматизированной системы управления водопользованием на межхозяйственных ОС.

2. Систематизированы функциональные задачи системы управления водопользованием межхозяйственных оросительных систем и основные обязанности правообладателей оросительных систем, выявившие три основополагающих блока водопользования, требующих максимального внимания к качеству управленческих воздействий. К ним относятся система планирования и реализации: тактического (годового) и оперативного (декадного/суточного) водораспределения и мероприятий технической эксплуатации, а также финансово-экономический сектор. Указанные компоненты определили состав и структуру объекта автоматизации создаваемой АСУ.

3. Разработана концепция создания автоматизированной системы управления технологическими и финансово-экономическими процессами водопользования на межхозяйственных ОС с использованием искусственного интеллекта и моделей — двойников организации «АСУ Водопользование ОС», обеспечивающей повышение качества управления производством.

В процессе исследований:

- сформирована функционально-структурная схема АСУ и алгоритмы информационно-технологической поддержки управленческих решений водопользования на межхозяйственных ОС;
- разработана система моделей оптимизации водораспределения в условиях дефицита водных ресурсов; прогнозирования технического состояния водопроводящих сетей и сооружений на них; управления финансово-экономическим состоянием производства, а также вспомогательные и сервисные модели;
- определены состав и структура базы данных; базы знаний и моделей АСУ «Водопользование ОС», включающие:
 - 1) ключевые данные, характеризующие объект управления;
 - 2) оперативную информацию планирования водопользования;

- 3) ретроспективные (многолетние) и оперативные (текущего года) данные природно-хозяйственных условий;
- 4) нормативно-справочные финансово-экономические данные;
- 5) экономико-математические модели оптимизации водопользования;
- 6) интеллектуально-эвристические модели;
- 7) вспомогательные модели;
- 8) финансово-экономические модели;
- 9) модели интеграции АСУ с внешними информационными системами;

– обоснована целесообразность интеграции АСУ с учетно-управленческой подсистемой (ERP-система). Показана эффективность реализации последней на базе технологической платформы «Предприятие 8» фирмы «1С», поддерживающей ввод, хранение, актуализацию и обработку картографической информации, а также, в перспективе, взаимодействие с глобальной навигационной системой ГЛОНАС.

Совершенствование методологии управления водопользованием межхозяйственных оросительных систем на основе процедур, алгоритмов и моделей цифровизации с использованием методов искусственного интеллекта, реализованных в программном обеспечении АСУ «Водопользование ОС», обеспечит повышение производительности труда в службе эксплуатации мелиоративного водохозяйственного комплекса и качества управляющих воздействий. Этому способствует автоматизация и оптимизация процесса принятия решений по результатам диагностики решаемых проблем, многовариантности формирования и классификации решений, информационной и технологической поддержки специалистов, занимающихся подготовкой и принятием решений.

Список источников

1. Alaimo, L.S., Maggino, F. (2020). Sustainable development goals indicators at territorial level: Conceptual and methodological issues — the Italian perspective. *Social Indicators Research*, vol. 147, pp. 383-419.
2. Agriculture's connected future: How technology can yield new growth/McKinsey. Available at: <https://www.mckinsey.com/industries/agriculture/ourinsights/agricultures-connected-future-how-technology-can-boost-new-growth> (accessed: 02.12.2023).
3. Transforming Agriculture through Digital Technologies/Deloitte. Available at: https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/gr/Documents/consumer-business-gr_Transforming_Agriculture_through_Digital_Technologies_noexp.pdf (accessed: 30.11.2022). <https://www.fao.org/3/i6583e/i6583e.pdf> (accessed: 02.02.2023).
4. UNDESA (2015). *The millennium development goals report 2015*. UN, 75 p.
5. Xarvio™ Digital Farming Solutions. Xarvio. Available at: <https://www.xarvio.com/global/en.html> (accessed: 02.08.2023).
6. Product Overview. *Smart farm systems*. Available at: <https://www.smartfarm.ag/products/automation-options> (accessed: 07.12.2023).
7. Поле возможностей: цифровые решения для сельского хозяйства / Ростех. URL: <https://rostec.ru/news/pole-vozmozhnostey-tsifrovye-resheniya-dlya-selskogo-khozyaystva/> (дата обращения: 16.01.2023).
8. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 31 июля 2020 г. № 438 «Об утверждении Правил эксплуатации мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений».
9. Верховая Г.В., Акимов С.В. Модели для цифровых двойников пространственно-распределенных объектов // Проектирование и обеспечение качества информационных процессов и систем: сборник докладов Международной конференции. СПб.: СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2022. С. 163-170.





10. Курганова Н.В., Филин М.А., Черныев Д.С., Шаклеин А.Г., Намиот Д.Е. Внедрение цифровых двойников как одно из ключевых направлений цифровизации производства // International Journal of Open Information Technologies. 2019. Т. 7. № 5. С.105-111.

References

1. Alaimo, L.S., Maggino, F. (2020). Sustainable development goals indicators at territorial level: Conceptual and methodological issues — the Italian perspective. *Social Indicators Research*, vol. 147, pp. 383-419.

2. Agriculture's connected future: How technology can yield new growth/McKinsey. Available at: <https://www.mckinsey.com/industries/agriculture/ourinsights/agricultures-connected-future-how-technology-can-yield-newgrowth> (accessed: 02.12.2023).

3. Transforming Agriculture through Digital Technologies/Deloitte. Available at: https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/gr/Documents/consumer-business-gr_Transforming_Agriculture_through_Digital_Technologies_noexp.pdf (accessed: 30.11.2022). https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/gr/Documents/consumer-business-gr_Transforming_Agriculture_through_Digital_Technologies_noexp.pdf (accessed: 02.02.2023).

4. UNDESA (2015). *The millennium development goals report 2015*. UN, 75 p.

5. Xarvio™ Digital Farming Solutions. Xarvio. Available at: <https://www.xarvio.com/global/en.html> (accessed: 02.08.2023).

6. Product Overview. *Smart farm systems*. Available at: <https://www.smartfarm.ag/products/automation-options> (accessed: 07.12.2023).

7. Pole vozmozhnostei: tsifrovye resheniya dlya sel'skogo khozyaistva [The field of possibilities: digital solutions for agriculture]. Available at: <https://rostec.ru/news/pole-vozmozhnostey-tsifrovye-resheniya-dlya-selskogo-khozyaystva/> (accessed: 16.01.2023).

8. Prikaz Ministerstva sel'skogo khozyaistva RF ot 31 iyulya 2020 g. № 438 «Ob utverzhenii Pravil ehkspluatatsii meliorativnykh sistem i otdel'no raspolozhennykh gidrotekhnicheskikh sooruzhenii» [Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation No. 438 dated July 31, 2020 "On Approval of the Rules for the Operation of Reclamation systems and separately located hydraulic structures"].

9. Verkhova, G.V., Akimov, S.V. (2022). Modeli dlya tsifrovyykh dvoynikov prostranstvenno-raspredeleennykh ob'ektov [Models for digital twins of spatially distributed objects]. *Proektirovaniye i obespecheniye kachestva informatsionnykh protsessov i sistem: sbornik dokladov Mezhdunarodnoy konferentsii* [Design and quality assurance of information processes and systems: collection of reports of the International Conference]. Saint-Petersburg, St. Petersburg Electro-technical University "LETI", pp.163-170.

10. Kurganova, N.V., Filin, M.A., Chernyaev, D.S., Shakleyn, A.G., Namiot, D.E. (2019). Vnedreniye tsifrovyykh dvoynikov kak odno iz klyuchevykh napravleniy tsifrovizatsii proizvodstva [The introduction of digital twins as one of the key areas of digitalization of production]. *International Journal of Open Information Technologies*, vol. 7, no. 5, pp.105-111.

Информация об авторах:

Рогачев Дмитрий Алексеевич, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, Федеральный научный центр гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова, ORCID: <http://orcid.org/0009-0003-4014-4770>, rogachev.soft@gmail.com

Кирейчева Людмила Владимировна, доктор технических наук, профессор, руководитель отдела, Федеральный научный центр гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7114-2706>, kireychevalw@mail.ru

Юрченко Ирина Федоровна, доктор технических наук, доцент, главный научный сотрудник, Федеральный научный центр гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2390-1736>, irina.507@mail.ru

Рогачев Алексей Фруминович, доктор технических наук, профессор, Волгоградский государственный аграрный университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3077-6622>, rafr@mail.ru

Information about the authors:

Dmitry A. Rogachev, candidate of technical sciences, leading researcher, All-Russian Research Center for Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov, ORCID: <http://orcid.org/0009-0003-4014-4770>, rogachev.soft@gmail.com

Ludmila V. Kireicheva, doctor of technical sciences, professor, head of the department, All-Russian Research Center for Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7114-2706>, kireychevalw@mail.ru

Irina F. Yurchenko, doctor of technical sciences, associate professor, chief researcher, All-Russian Research Center for Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2390-1736>, irina.507@mail.ru

Alexey F. Rogachev, doctor of technical sciences, professor, Volgograd State Agricultural University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3077-6622>, rafr@mail.ru

✉ rogachev.soft@gmail.com

РЕКЛАМА 0+

СИБИРСКАЯ АГРАРНАЯ НЕДЕЛЯ
Международная агропромышленная выставка

6 - 8 НОЯБРЯ 2024

РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ:

- Сельхозтехника / Запчасти / Расходные материалы
- Оборудование и материалы для животноводства
- Агрохимия / Удобрения / Семена
- Оборудование и материалы для переработки агропромышленной продукции

ПРИМИТЕ УЧАСТИЕ В ВЕДУЩЕМ ОТРАСЛЕВОМ СОБЫТИИ СИБИРИ И ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА!

sibagroweek.ru

@sibagroweek sibagroweek +7 (383) 304-83-88 СИБИРСКАЯ ВЫСТАВОЧНАЯ КОМПАНИЯ НОВОСИБИРСК ЭКСПО ЦЕНТР



Научная статья

УДК 336.717.3

doi: 10.55186/25876740_2024_67_4_411

СБЕРЕГАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ

П.А. Продолятченко

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва, Россия

Аннотация. В статье освещаются результаты исследования особенностей сберегательного поведения сельских жителей и рассматривается потенциал вовлечения сбережений сельского населения в депозитное финансирование банковского бизнеса. Жизнь в сельской местности имеет существенные отличия от городских условий проживания и трудовой деятельности, что обуславливает специфику получения денежных доходов и осуществления сбережений сельского населения. Подчеркивается склонность сельского населения к осуществлению денежных сбережений, наличие их страховой функции и существование тенденций роста денежных доходов сельских тружеников. В проведенном исследовании отмечается недостаточное внимание кредитных организаций в отношении привлечения денежных сбережений сельского населения в депозиты и необходимость совершенствования сервиса обслуживания сельских депозиторов. Указывается на сокращение количества подразделений кредитных организаций в сельской местности и на необходимость замещения их отсутствия иными формами взаимодействия и коммуникаций с сельскими жителями. Основной целью данного исследования является оценка потенциальных возможностей денежных доходов и сбережений сельского населения в решении инвестиционных вопросов формирования устойчивой депозитной базы банков. Исследование осуществлялось в сельских районах Краснодарского края в 2022-2024 гг. Его результаты свидетельствуют о наличии значительного потенциала роста денежных сбережений и возможности их вовлечения в банковский бизнес при изменении депозитной политики банков в отношении сельских жителей и совершенствовании процесса депозитования.

Ключевые слова: сельское население, денежные доходы, сбережения, банки, сберегательные мотивы, депозитная база, страховая функция, депозитование

Original article

THE SAVINGS POTENTIAL OF THE RURAL POPULATION

P.A. Prodolyatchenko

Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia

Abstract. The article highlights the results of a study of the peculiarities of the savings behavior of rural residents and examines the potential for involving rural savings in deposit financing of banking business. Life in rural areas has significant differences from urban living and working conditions, which determines the specifics of obtaining monetary income and making savings for the rural population. The tendency of the rural population to make money savings, the existence of their insurance function and the existence of trends in the growth of cash incomes of rural workers are emphasized. The study notes the insufficient attention of credit institutions in relation to attracting cash savings of the rural population to deposits and the need to improve the service of rural depositors. It is pointed out that the number of divisions of credit institutions in rural areas has decreased and that it is necessary to replace their absence with other forms of interaction and communication with rural residents. The main purpose of this study is to assess the potentialities of monetary incomes and savings of the rural population in solving investment issues of formation of sustainable deposit base of banks. The study was carried out in rural areas of the Krasnodar Territory in 2022-2024. Its results indicate that there is a significant potential for the growth of monetary savings and the possibility of their involvement in the banking business when changing the deposit policy of banks towards rural residents and improving the deposit process. The author suggests the most relevant areas of deposit activity with the studied category of citizens and focuses on the need for banking support for special groups (strata) of the rural population

Keywords: rural population, cash income, savings, banks, savings motives, deposit base, insurance function, depositing

Введение. Денежные средства населения всегда являлись существенным (а порой и единственным) источником для решения инвестиционных задач восстановления, сохранения и развития отраслей экономики. Сегодня в связи с изменением геополитической и финансовой ситуации в России и вокруг нее значение привлечения денежных доходов и сбережений населения для решения задач экономики многократно возросло. Неоспоримым фактом является то, что в настоящее время в России не существует иных инвестиционных источников, способных удовлетворить растущие потребности экономики, кроме денежных ресурсов физических лиц. Это обуславливает необходимость пересмотра форм и методов вовлечения денежных средств населения в инвестиционно-хозяйственный оборот, изменить политику привлечения указанных средств ответственными финансовыми и кредитными институтами, оценить инвестиционный потенциал различных страт населения. При этом наиболее пристального внимания заслуживают денежные сбережения сельских жителей, имеющих значительный удельный вес в общем количестве населения страны. Настоящее исследование раскрывает потенциальные возможности использования денежных доходов

и сбережений сельского населения в системе депозитования и описывает специфику работы банков в организации депозитного финансирования за счет денежных средств рассматриваемой страты населения. Работа содержит ряд предложений, направленных на реализацию сберегательного потенциала сельского населения для нужд отечественной экономики.

Следует констатировать, что проведение комплексного широкомасштабного исследования денежных доходов и сбережений сельского населения, качества его жизни, специфики сберегательного поведения, особенностей принятия финансовых решений рассматриваемой категорией физических лиц затруднено ограниченностью (а иногда и недостоверностью) информационно-базы по социально-трудовым и финансовым показателям. Поэтому ключевым аспектом расширения исследований по рассматриваемой тематике является задача совершенствования учетной и статистической информации о денежных доходах, расходах, сбережениях и инвестициях сельского населения. Кроме этого необходимо создание системы постоянного мониторинга доходов и расходов сельского населения, а также осуществление четкой градации населения на сельское и городское.

База исследования. Базой исследования являются денежные доходы и сбережения сельского населения Краснодарского края как потенциальные источники развития депозитного рынка. Исследуются особенности сберегательного поведения жителей сельской местности и возможные варианты вовлечения их денежных средств в банковский бизнес посредством депозитования. Основными источниками осуществления данного исследования стали социально-статистические характеристики качества жизни, финансового благосостояния сельского населения Краснодарского края и оценка мотивов его сберегательного поведения.

Методы исследования. В исследовании применяется совокупность методов диалектического научного познания, анализа, оценки и интерпретации процессов и явлений. При изучении состояния и тенденций денежных сбережений сельского населения и его сберегательного поведения использовались статистико-экономический, монографический, абстрактно-логический методы. Осуществляется анализ и оценка потенциала сбережений сельских жителей Краснодарского края. Гипотезой исследования является необходимость учета в депозитовании особенностей сберегательного



поведения сельского населения для применения эффективных инструментов мобилизации финансовых ресурсов для обеспечения инвестиционной деятельности кредитных организаций.

Результаты и обсуждение. В настоящее время во всех сферах деятельности испытывается острый дефицит финансовых ресурсов, необходимых для сохранения и развития отечественной экономики. Решение данной проблемы возможно только за счет мобилизации внутренних источников, среди которых наиболее перспективным являются денежные доходы населения, обладающие потенциалом вовлечения в инвестиционный оборот, включая использование в банковском бизнесе. В сложившихся геополитических и экономических условиях депозитное финансирование деятельности банков представляется наиболее приемлемой и безопасной формой хранения и снижения степени

обесценения денежных сбережений населения. На протяжении ряда лет наблюдается устойчивый рост депозитов физических лиц, размещенных в отечественных кредитных организациях (рис. 1):

Наблюдается значительная дифференциация регионов России по доходам населения, что отражается на показателях привлечения денежных средств населения на депозитные счета банков. В значительной степени на региональные показатели объемов депозитов физических лиц влияет состояние развития экономики, развитость банковской системы, уровень доходов населения, соотношение сельского и городского населения и проч. Традиционно у жителей сельской местности денежные доходы меньше, чем у жителей города. Разность денежных доходов колеблется по разным регионам от 20 до 70 процентов [3]. Кроме этого, в городе значительно

больше рабочих мест и шире возможности получения дополнительных заработков. Однако при этом жизнь в городе дороже чем в сельской местности. Выше и закредитованность городского населения. Поэтому существенным фактором определения возможности привлечения в депозиты денежных средств рассматриваемых категорий граждан является не столько размер получаемых доходов, сколько образуемая разница между доходами и расходами. Немаловажным для развития депозитных отношений является сама численность жителей региона и соотношение горожан и сельских жителей. Следует также учитывать, что в настоящее время значительная часть сельского населения не рассматривается для установления депозитных отношений, т.к. находится за чертой бедности. Как отмечает доктор экономических наук М.М. Скальная: «Доля населения с доходами ниже черты бедности на селе достигла 20,1%, что в 1,8 раза выше, чем в городе, и вдвое превышает предельно допустимый по мировым меркам 10-процентный уровень. Каждый пятый сельский житель находится за чертой бедности» [2, с. 67].

Акцентирование внимания к категории сельских жителей обусловлено сохраняющимся значительным удельным весом сельских жителей в общем количестве населения страны и отдельных регионов. В России в настоящее время четверть населения проживает в сельской местности. В регионах этот показатель значительно отличается. Так, например, численность постоянного населения в Краснодарском крае приближается к 6 млн человек, из которых 57% — горожане и 43% — сельские жители (по Южному Федеральному Округу этот показатель 63% и 37%). Причем на фоне общего роста численности населения Краснодарского края в последние годы наблюдается устойчивая тенденция прироста лиц, проживающих в сельской местности. В значительной степени это обусловлено наличием драйверов устойчивого развития сельских территорий края. К таким драйверам можно отнести следующие (рис. 2):

Как отмечают Н.А. Асанова и С.Ю. Хут, приводя данные об успешности развития инфраструктуры сельской местности в Краснодарском крае, именно «социально-экономическое развитие сельских территорий предопределяет привлекательность переселения экономически активной, трудоспособной части населения из городов и других регионов страны» [6, с. 16].

В значительной мере увеличение сельского населения в Краснодарском крае в ближайшие годы будет поддерживаться за счет следующего (рис. 3):

Однако указанные драйверы и факторы воздействуют не на все страты сельского населения одинаково. Продолжается отток молодежи из сельской местности в города в связи с необходимостью продолжения обучения, недостатком рабочих мест и относительно низким обеспечением социально-культурными благами, недоступностью качественного здравоохранения и проч. Сохраняется также устойчивая тенденция трудовой занятости в городах при фактическом проживании в сельской местности, что существенно искажает сведения о доходах сельского населения, статистику потребительских расходов домохозяйств и их структуру. При этом суммы налогов на доходы физических лиц пополняют городской бюджет, а не бюджеты сельских населенных пунктов по месту жительства подобных работников (налогоплательщиков).

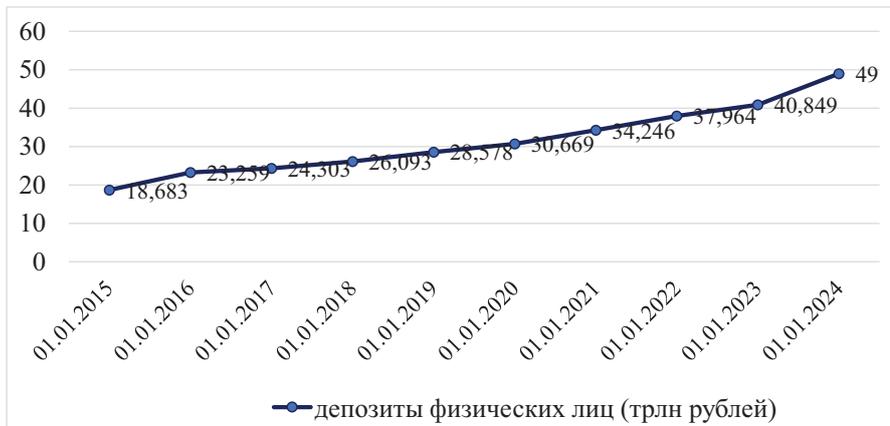


Рисунок 1. Динамика роста объемов депозитов физических лиц в российских кредитных организациях за 2014-2023 гг. [1]

Figure 1. Dynamics of growth in the volume of deposits of individuals in Russian credit institutions in 2014-2023 гг. [1]

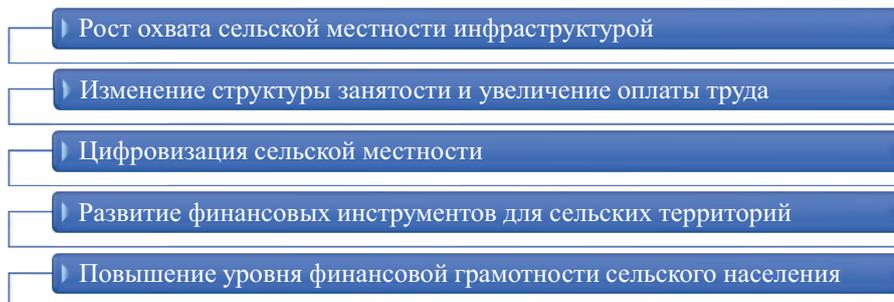


Рисунок 2. Основные драйверы устойчивого развития сельских территорий Краснодарского края

Figure 2. The main drivers of sustainable development of rural areas of the Krasnodar Territory

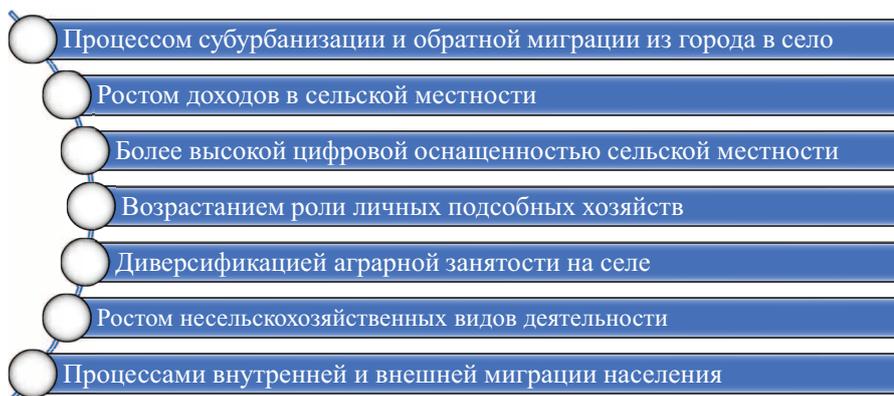


Рисунок 3. Основные факторы воздействия на увеличение сельского населения в Краснодарском крае

Figure 3. The main factors influencing the increase in the rural population in the Krasnodar Territory



В силу ряда объективных и субъективных причин на селе распространяется отходничество. Тревожной ситуацией является появление прослойки населения с временной и неполной занятостью, отвыкающей работать. Такая «тенденция прекаризации сельского населения, т.е. переход к неустойчивым формам занятости, влечет за собой значительную потерю социально-трудовых прав и гарантий» [9].

Исследование сберегательного поведения и мотивов сельского населения представляет практический интерес для развития депозитных отношений и повышения внимания банков к данной категории существующих и потенциальных депозиторов. Выбор объекта исследования обусловлен показателем Краснодарского региона, включающего множество общих черт с иными территориями страны. Сельская местность Краснодарского края является ярким примером «фундаментальной подсистемы общества и выполняет важнейшие экономические, геополитические, демографические, культурные и экологические функции» [9]. К таким ключевым функциям сельских территорий (села) можно отнести следующие (рис. 4):

Таким образом современное село связано с производством не только экономических, но социально-гуманитарных благ, что заслуживает повышенного внимания общества и государства при решении проблем развития сельских

территорий и удовлетворении нужд сельского населения.

Как отмечает ряд исследователей: «Краснодарский край, являясь аграрно-ориентированным регионом, характеризуется достаточным потенциалом для эффективного осуществления комплексного развития в стратегической перспективе. Развитию сельских территорий Краснодарского края во многом способствует рост экономической активности различных хозяйственных отраслей на селе» [4, с. 329]. На примере Краснодарского края можно подчеркнуть значимость и перспективы депозитной работы банков с жителями сельской местности. Тенденция роста депозитов физических лиц, размещенных в кредитных организациях края, наблюдается так же, как и в целом по Южному Федеральному округу (ЮФО) (рис. 5):

Краснодарский край занимает лидирующие позиции в ЮФО по количеству вкладчиков и объемам размещенных денежных средств на банковских депозитах. Прежде всего это обусловлено более высоким уровнем качества жизни населения края. По уровню благосостояния населения России Краснодарский край занимает 5 место, «что позиционирует его как одного из лидеров рейтинга среди других российских регионов» [7, с. 300]. Уровень среднедушевых денежных доходов в крае наибольший по ЮФО [9]. При этом следует отметить, что уровень

благосостояния городского населения края, включая денежные доходы, выше аналогичного уровня сельского населения, но этот разрыв небольшой — в отличие от данных по ЮФО и России. В целом по России «в сельских населенных пунктах медиана душевого дохода составляет 17633 рубля. В малых городах доход на душу населения выше на 17%, в крупных — на 30%» [1]. В Краснодарском крае в 2023 году среднедушевой доход составил 51530 рублей, у сельского населения края этот показатель 42761 рубль (предварительный расчет) [5]. Однако каждый десятый житель Краснодарского края находится за чертой бедности.

С 2014 года в Краснодарском крае начала действовать подпрограмма «Устойчивое развитие сельских территорий» в рамках государственной программы Краснодарского края «Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия». «Основной целью подпрограммы является повышение уровня и качества жизни на селе, привлечение молодых специалистов в сельскую местность, закрепление квалифицированных кадров в аграрном секторе экономики» [8, с. 106]. Отмечаются значительные успехи в реализации мероприятий, предусмотренных данной подпрограммой. Однако в развитии сельских территорий Краснодарского края остается масса нерешенных проблем, главенствующее место среди которых занимают финансовые и социальные вопросы. Одним из главных препятствий повышения качества жизни на селе, уровня благосостояния сельских жителей и преумножения их доходов является слабое взаимодействие финансовых и кредитных институтов с данной категорией населения. В первую очередь это относится к банковским учреждениям, количество подразделений которых на селе постоянно сокращается.

В целях изучения основных проблем сельских жителей, связанных с существующей системой банковского обслуживания, прежде всего в сфере депозитования, был осуществлен социологический опрос жителей ряда сельских районов Краснодарского края. Всего было опрошено разными способами 594 человека.

В целом результаты опроса показали, что сельские жители лишены возможности непосредственного посещения кредитных организаций по вопросам, связанным с консультированием и размещением денежных сбережений на банковских депозитных счетах. Низкую оценку физической доступности банковских учреждений на селе дали 82% опрошенных.

Опрос знания существующих предложений банков по размещению денежных средств в депозитах и условий линейки депозитных продуктов показал низкую осведомленность сельских жителей по данному вопросу. 54% опрошенных назвали 2-3 вида депозитов; 12% проявили достаточную осведомленность о классификации депозитных продуктов; остальные респонденты в должной мере не интересовались текущей ситуацией в депозитовании.

Опрошенные отмечают, что в сельской местности действуют в основном подразделения ПАО «Сбербанк», хотя их количество сокращается. Учреждения Россельхозбанка и региональных банков проявляют слабую активность в отношении привлечения денежных сбережений населения сельской местности Краснодарского края. В целом от банков поступает из различных

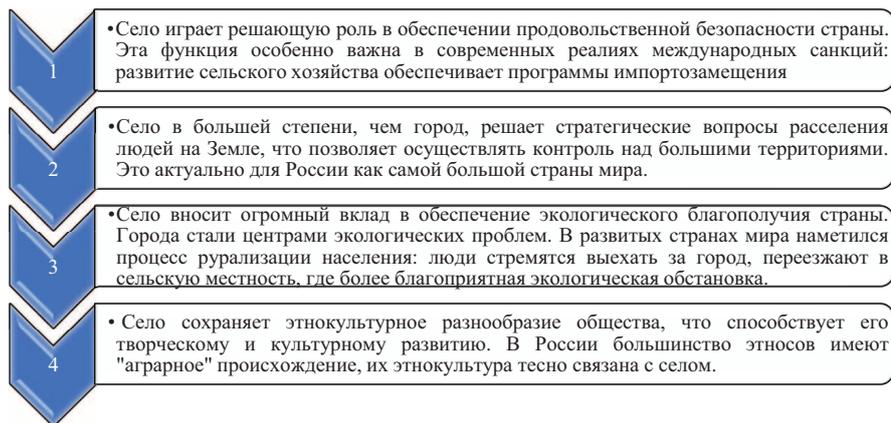


Рисунок 4. Основные функции современного села
Figure 4. The main functions of a modern village

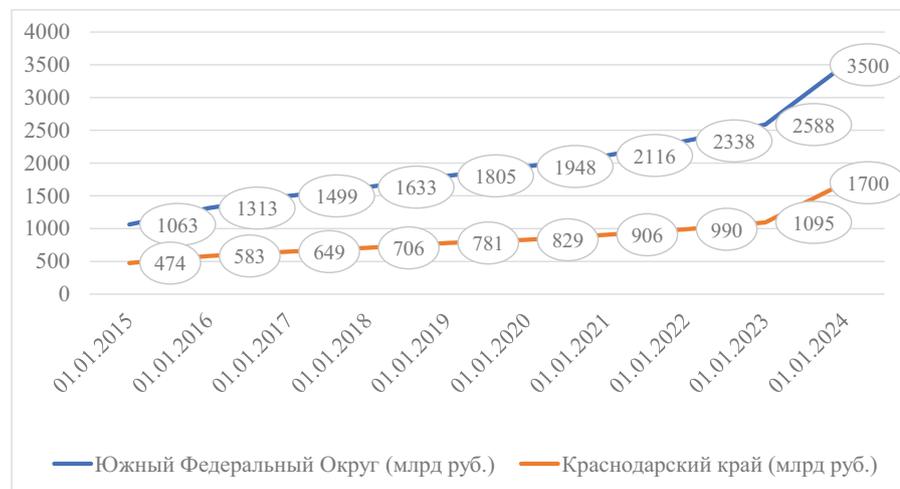


Рисунок 5. Динамика роста объемов депозитов физических лиц в кредитных организациях за 2014–2023 гг. по Южному Федеральному Округу и Краснодарскому краю [1]
Figure 5. Dynamics of growth in the volume of deposits of individuals in credit institutions for 2014–2023 in the Southern Federal District and Krasnodar Territory





источников, включая рассылки сообщений и телефонные звонки, значительное количество кредитных предложений при полном отсутствии депозитных.

70% опрошенных сетует на недоступность обслуживания персональными банковскими менеджерами и существующие сложности в получении понятной информации об условиях вкладов.

Существует низкая степень доверия сельского населения к информационным технологиям и дистанционному банковскому обслуживанию в вопросах размещения денежных вкладов и начисления процентов по ним. Обслуживание «online» многие сельские жители считают для себя неприемлемым, затруднительным и небезопасным. Пользуются подобными банковскими услугами менее трети опрошенных, хотя постепенно это количество увеличивается.

Опрос показал высокую склонность сельских жителей к осуществлению денежных сбережений. 72% опрошенных имеют денежные сбережения, однако, как правило, размер их небольшой и предпочтительной формой их хранения является так называемый «матрасный» вариант. В основном это «гробовые» деньги и средства «на черный день». Следует учитывать, что среди опрошенных 41% составили лица пенсионного возраста с устоявшимися принципами сберегательного поведения.

Денежные сбережения сельских жителей выполняют в основном страховую функцию (что подчеркивает 67% опрошенных), связанную с неравномерностью поступления доходов от сельскохозяйственной деятельности, сезонностью осуществления затрат и наличием существенных рисков потери работы и заработка. Неравномерность получения денежных доходов и резкое их сокращение в отдельные месяцы приучили сельское население к созданию денежной «подушки безопасности» — 2-3 месячного размера среднемесячного заработка. Создание такого специального фонда обеспечивает сохранение привычного образа жизни и уровня потребления, осуществление обязательных расходов и платежей. Наличие подобной «подушки безопасности» подтвердили 44% респондентов.

В ряде случаев (у 11% опрошенных) страховая функция хранения денег в наличной форме вызывает страх потери их и развитие болезни пениафобии. Причем пениафобия проявляется в различных формах и люди страдающие данной фобией (не зная ее названия) отмечают усиление страхов остаться «ни с чем», стать нищими. У некоторых пениафобия распространяется и на безналичные денежные вложения, особенно страхи возрастают с развитием цифровых технологий, отсутствием на руках бумажных носителей информации о денежном вкладе (сберегательной книжки).

Доходность депозитов для горожан и сельских жителей одинаковая. Однако одни и те же процентные ставки по депозитам побуждают сельское население к совершению депозитных сделок намного сильнее, чем это проявляется у жителей города. Поэтому даже незначительное увеличение уровня доходности по депозитам (вкладам) для сельских вкладчиков стимулирует приток денежных вложений в банки. Это связано с большей значимостью процентных доходов на уровне небольших заработков и пенсий на селе. Это подчеркивали 76% сельских депозиторов.

В сельских районах Краснодарского края наблюдается значительная дифференциация доходов между отдельными группами населения и между отдельными районами. И хотя численность людей со сверхдоходами, оцениваемыми свыше 1 миллиона в месяц, на селе незначительная, разрыв доходов данной категории и среднедушевого дохода остальных жителей более, чем стократный. Данную тенденцию социального неравенства отмечают 82% опрошенных.

Большинство опрошенных отмечают увеличение суммарных доходов, связанных с ростом пенсий, заработка и доходов от подсобного хозяйства. Такую тенденцию последних лет отмечает 78% опрошенных. Одновременно 42% респондентов отмечает снижение реальных доходов, обусловленных ростом стоимости жизни (цен на продукты, коммунальные услуги, транспорт, корма и проч.). При этом 15% опрошенных заявляют о наличии возможности пополнения вкладов в период действия депозитных договоров и сетуют о сокращении депозитных продуктов с такими условиями.

21% опрошенных сельских жителей выражает готовность к заключению новых договоров банковского вклада при проведении с ними разъяснительной работы, повышении удобства совершения депозитных операций и лояльности банковских работников.

Проведенный опрос выявил наличие существенной специфики сберегательного поведения сельских жителей. Например, меньшая закрежденность сельских жителей предоставляет большие возможности для осуществления сберегательных программ. Характер потребления сельских жителей, меньшая выраженность их «потребительством», наличие подсобного хозяйства, доступность цен на производимые в данной местности продукты и прочее также способствуют осуществлению сбережения части денежных доходов. Присутствие в сельской местности существенной доли зрелого населения (более практичного и консервативного) обуславливает не только наличие традиционных натуральных сбережений, но и денежных. Характерно изменение сберегательного поведения лиц предпенсионного возраста, когда внимание сосредотачивается на необходимости создания денежных запасов с целью сохранения привычного финансового образа жизни после выхода на пенсию. Наличие общинных отношений на селе отражается в поддержке родственников и заботе о будущем своих детей и внуков. Зачастую не только близкие, но и дальние родственники вносят существенный вклад в обучение молодежи в вузах, в поддержке молодых семей, обеспечении их жильем, транспортными средствами и т.д. Причем эта поддержка осуществляется не только при наличии существенных доходов, но зачастую и за счет пенсии и накоплений. Эти обстоятельства накладывают отпечаток на характер, цели и мотивы денежных сбережений сельских жителей.

В ряде местностей Кубани сохраняется характерный для быта казаков менталитет, осуждающий жизнь в долг, не в соответствии с заработком и трудом. Казачий компонент проявляется в воспитании, приучении к бережливости, запасливости, осуждении бессистемных, спонтанных трат, мотовства. Поощряется бережное отношение к деньгам, осторожность при их расходовании, тщательное планирование

покупок, забота о будущем благополучии и благосостоянии. Традиция хранения денежной кубышки (или так называемой «Амы») у матери или свекрови сохранилась во многих кубанских семьях.

Следует отметить, что в Краснодарском крае слабо развита система кредитной кооперации, также в сельской местности отсутствуют общества взаимного кредита и кассы взаимопомощи, что делает банковские депозиты практически единственным инструментом предоставления денег в займ с целью сохранения и получения дохода. Альтернативные виды сбережений пока не находят на селе широкого применения вследствие их новизны, «неопробованности», неумения пользоваться предлагаемыми финансовыми товарами и услугами, незнанием финансовых и кредитных институтов и низкой степени осведомленности об их продуктах.

Опросы и наблюдения, проведенные в сельских районах Краснодарского края, позволяют делать выводы о существовании значительных потенциальных возможностей увеличения денежных сбережений сельского населения, которые могут быть размещены на банковских депозитных счетах. За счет активизации работы кредитных организаций в крае, рассматриваемой в данной статье группой населения, и осуществления ряда мероприятий, направленных на стимулирование сбережений и создания сервиса депозитования, можно существенно расширить депозитную базу банков. По мнению ряда аналитиков и экспертов, а также на основании данного исследования и с учетом сложившихся в настоящее время, депозитных условий, можно прогнозировать возможность вовлечения в банковский бизнес через депозиты около 10 процентов новых вкладчиков с примерной суммой 500 млн рублей. В целом же в Краснодарском крае есть возможность роста депозитных вложений физических лиц до 2000 млрд рублей (см. диаграмму «Динамика роста объемов депозитов физических лиц в кредитных организациях за 2014-2023 гг. по Южному Федеральному Округу и Краснодарскому краю», рис. 5).

В значительной мере денежные сбережения сельских жителей инвестируются в собственное домашнее хозяйство. Сбережения трансформируются в инвестиции, направляемые на развитие личного подсобного хозяйства, инфраструктуру земельного надела, осуществление сельхозпроизводства. У большинства сельских жителей такие вложения приносят прибыль и многократно окупаются. С учетом существующих рисков, связанных с возможностью неполучения доходов отличных подсобных хозяйств и сельхозпроизводства, сельские жители создают резервные накопления денежных средств (страховые запасы). Яркое выражение сезонности сельского хозяйства и цикличность затрат и доходов также обуславливает необходимость создания сбережений, обеспечивающих стабильность денежных расходов сельских жителей по поддержке индивидуального производства. Повышение доходов сельских жителей и успешность формирования ими денежных сбережений в значительной мере зависит от принимаемых и осуществляемых программ государственной финансовой помощи, выделяемой на реализацию мероприятий по обеспечению устойчивого развития сельских территорий. С учетом данной ситуации «решающим фактором в реализации главной задачи Стратегии устойчивого развития сельских



территорий Российской Федерации на период до 2030 года — «создание условий для обеспечения стабильного повышения качества и уровня жизни сельского населения на основе преимуществ сельского образа жизни», может стать оплата труда в сельском хозяйстве, превышающая ее уровень в среднем по экономике. Это станет действительно реальным шагом к созданию социально равных условий для приложения труда в селе и городе» [2, с. 70].

Сельское население, значительное по численности и совокупным денежным доходам, при существующих сберегательных предпочтениях и мотивах обладает значительными запасами денежных средств, в том числе еще не вовлеченных в инвестиционный оборот. Сельские жители

представляют собой мощный слой потенциальных вкладчиков-инвесторов. Учет на практике специфики сберегательной политики и сберегательного поведения жителей села (в том числе особенностей осуществления денежных сбережений, отмеченных в нашем исследовании) поможет привлечению сбережений данной части населения в экономику России в качестве определяющего источника финансирования экономического развития.

Таким образом, можно с уверенностью утверждать о возрастающем значении денежных сбережений сельского населения для вовлечения их в инвестиционную деятельность банков, для чего в настоящее время существует ряд предпосылок (рис. 6):

При активизации работы кредитных организаций с сельскими сберегателями необходимо использовать весь арсенал средств по стимулированию сберегательного поведения, формированию и развитию сберегательной системы аккумуляции денежных средств населения в отечественной банковской сфере экономики. При этом следует учитывать, что аккумулируемые таким образом финансовые ресурсы важны не только для решения задач развития отечественной экономики, но и повышают благосостояние значительной части населения, которое этого вполне заслуживает.

В депозитной работе с сельским населением следует сосредоточить внимание на установлении длительных, устойчивых отношений с данной категорией физических лиц. В значительной степени «использование традиционных методов вовлечения сбережений населения в банковский бизнес теперь не является приоритетом, необходимы новые комбинированные банковские продукты, которые помогут привлечь средства населения. Прежде всего совершенствование депозитной политики и процесса депозитования должно быть направлено на решение проблемы «длинных» денег для развития реального сектора экономики» [10, с. 144]. С учетом этого в сельской местности необходимо делать упор на развитие следующих основных направлений депозитования (рис. 7):

Для сельского населения необходимо создавать комфортные условия взаимодействия с банковскими подразделениями и менеджерами. Этого можно достичь не только за счет возвращения банковских офисов в сельскую местность, но и используя развитие таких направлений деятельности, как:

- работа в сельской местности передвижных пунктов расчетно-кассовых операций (мобильных банковских офисов);
- установление агентских отношений кредитных организаций с работниками сельской администрации, социальных служб, почты и проч.;
- развитие системы банковского обслуживания отдельных категорий сельских жителей «на дому»;
- содействие распространению депозитного брокериджа;
- финансовое и информационно-технологическое просвещение сельского населения;
- активная пропаганда и рекламирование банковских депозитных продуктов, стимулирование депозитных сделок и т.д.

Особого внимания со стороны кредитных организаций заслуживает та часть сельского населения, которая так или иначе связана с проведением Специальной военной операции на Украине. Правительство Российской Федерации в отношении участников Специальной военной операции и членов их семей осуществляет широкую социально-ориентированную финансовую политику материальной помощи и стимулирования. Значительные финансовые ресурсы направляются для поддержки указанной категории граждан. В настоящее время существенно выросли денежные выплаты военнослужащим и волонтерам, участникам Специальной военной операции. Определены дополнительные выплаты раненым и размеры пособий семьям погибших. Важно, чтобы данные средства, полученные в результате сложной, вынужденной меры ведения боевых



Рисунок 6. Предпосылки активизации депозитной деятельности банков по отношению к денежным сбережениям сельского населения
Figure 6. Prerequisites for the activation of banks' deposit activities in relation to the monetary savings of the rural population



Рисунок 7. Основные стратегические направления модернизации депозитной деятельности банков в сельской местности
Figure 7. The main strategic directions of modernization of deposit activity of banks in rural areas





операций, не были потрачены на сиюминутное потребление, а стали инвестиционными вложениями, обеспечивающими дополнительный доход и реализацию стратегических целей граждан. Для подобных увеличившихся размеров денежных средств возможно использование системы долгосрочного депозитования с применением плавающей процентной ставки с установлением минимального предела 10%. При этом социально-политическая роль российских коммерческих банков должна проявляться в установлении особых VIP-условий для инвестиционной деятельности участников Специальной военной операции и их семей. Кроме этого, развитие депозитных продуктов может сочетать в себе получение процентных доходов и оказание благотворительной помощи отдельным категориям граждан (например, отчисление 0,1% процентного дохода в фонд Всероссийского Союза Ветеранов, Фонд помощи ветеранам боевых действий или в создаваемые фонды помощи раненым и семьям погибших в результате Специальной военной операции на Украине и проч.) [10, с. 146]. Осуществление подобных мер поднимет авторитет ответственных кредитных организаций, укрепит связи населения с ними, будет являться хорошим примером начала осуществления человекоцентричной банковской политики. Несмотря на сложности настоящего периода экономического развития, отечественные кредитные организации имеют возможности для осуществления вышеуказанных действий. Например, ПАО «Сбербанк» в 2023 году получил рекордную прибыль — 1,5 трлн рублей, половину которой планируется потратить на выплату дивидендов акционерам (включая представителей недружественных стран). К сожалению, роль вкладчиков, за счет денежных средств которых, по сути, и осуществляется банковский бизнес, оценивается гораздо ниже денежных вложений собственников кредитных организаций.

Область применения. Следует отметить, что полномасштабных исследований по вопросам денежных сбережений сельского населения, его доходов и расходов в настоящее время нет. Данная тематика исследуется или локально или фрагментарно. Сложности заключаются в отсутствии должного учета и достоверной статистики денежных доходов и расходов сельского населения. Проведение опросов затруднено коммуникативной закрытостью сельских жителей, а тематика сбережений и доходов зачастую является скрывающейся, не публичной информацией. Кроме этого на достоверность исследования повлияла существенная неоднородность сельского населения: так жизнь, денежные доходы и расходы, а, следовательно, и сберегательное поведение, жителей райцентров, приморских и пригородных поселков, горных хуторов и аулов значительно отличаются. Проведенное нами исследование является попыткой показать на примере сельского населения Краснодарского края особенности

сберегательного процесса на селе, раскрыть потенциальные возможности вовлечения сбережений в инвестиции, включая банковские депозиты, акцентировать внимание на необходимости активизации работы кредитных организаций в сельской местности. Считаем, что материалы статьи будут полезны для тех, кто интересуется исследованиями затронутых вопросов сельской жизни и банковских специалистов в сфере депозитования и формирования устойчивой ресурсной базы кредитных организаций.

Выводы. Проведенное исследование подтверждает предположение, что сельское население по своей численности и объему обладаемых денежных средств представляет перспективную, потенциальную страту депозиторов, денежные доходы и сбережения которых могут стать значительным источником депозитного финансирования банковской деятельности. В настоящее время на руках у населения находится огромные финансовые ресурсы: около 18 трлн рублей (прирост за 2023 год — 2 трлн рублей) и свыше 100 млрд иностранной валюты в пересчете на доллары [1]. Значительная часть указанных денежных средств сосредоточена в руках сельского населения. При стимулировании сбережений сельское население способно пересмотреть свои расходы и часть текущих денежных доходов направить на привлекательные вложения. Таким образом, потенциальные возможности привлечения накопленных личных средств населения (включая сельское) в банковский бизнес реально существуют. Учет отраженных в статье особенностей сберегательного поведения сельского населения поможет вовлечению сбережений в инвестиционные процессы и будет способствовать росту экономики страны и благосостояния значительной части её населения.

Список источников

1. Официальный сайт Банка России. www.cbr.ru
2. Скальная М.М. Доходы сельского населения как фактор социальной устойчивости сельских территорий // АПК: экономика, управление. 2018. № 1. С. 62-71.
3. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]: офиц. сайт / Росстат. Режим доступа: <http://www.gks.ru/> (дата обращения: 8.01.2024)
4. Зелинская М.В., Коваленко Л.В. Качество жизни населения как индикатор устойчивого развития сельских территорий Краснодарского края // Управленческий учет. 2023. № 7. С. 326-332.
5. Официальный сайт Управления федеральной службы государственной статистики по Краснодарскому краю и Республике Адыгея. [Электронный ресурс]. URL: <http://krsdstat.gks.ru> (дата обращения 29.12.2023).
6. Асанова Н.А., Хут С.Ю. Социально-экономическое развитие сельских территорий Краснодарского края // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2023. №. С. 14-17.
7. Алексеев А.В., Сердюк И.И. Особенности размещения городского и сельского населения: сравнительный анализ регионов ЮФО в рейтинге по уровню благосостояния населения // КАНТ. 2019. №(31). С. 297-301.

8. Кудряков В.Г., Шолин Ю.А., Сычанина Е.А. Развитие сельских территорий как одно из ключевых направлений аграрной политики Краснодарского края // Вестник Академии знаний. 2018. №(24). С. 105-109.

9. Асланов Ш.С., Передерий В.А. Актуальные проблемы устойчивого развития сельских территорий Краснодарского края (по материалам социологического исследования) // Теория и практика общественного развития. 2019. № 0. <http://doi.org/10.24158/ tipor>. (дата обращения: 8.01.2024)

10. Продолятченко П.А. Проблемы развития депозитного рынка России // Сибирская финансовая школа. 2023. № 3. С.137-147.

References

1. *Oficial'nyj sajt Banka Rossii* [The official website of the Bank of Russia]. www.cbr.ru
2. Skalnaya M.M. (2018). *Dohody sel'skogo naseleniya kak faktor social'noj ustojchivosti sel'skih territorij* [Incomes of the rural population as a factor of social sustainability of rural territories]. *APK: ekonomika, upravlenie*, no. 1, pp. 62-71.
3. Federal' naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki [E'lektronnyj resurs] [Federal State Statistics Service [Electronic resource]: ofic. website /Rosstat. — Access mode: <http://www.gks.ru/> (accessed 8 January 2024)
4. Zelinskaya M.V. & Kovalenko L.V. (2023). *Kachestvo zhizni naseleniya kak indikator ustojchivogo razvitiya sel'skih territorij Krasnodarskogo kraja* [The quality of life of the population as an indicator of sustainable development of rural territories of the Krasnodar Territory]. *Upravlencheskij uchet*, no. 7, pp. 326-332.
5. *Oficial'nyj sajt Upravleniya federal'noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki po Krasnodarskomu kraju i Respublike Ady'geya* [Official website of the Office of the Federal State Statistics Service for the Krasnodar Territory and the Republic of Adygea. [electronic resource]. URL: <http://krsdstat.gks.ru> (accessed 29 December 2023).
6. Asanova N.A. & Khat S.Yu. (2023). *Social'no-ekonomicheskoe razvitiye sel'skih territorij Krasnodarskogo kraja* [Socio-economic development of rural territories of the Krasnodar Territory] *Vestnik Altajskoj akademii e'konomiki i prava*, no. 3, pp. 14-17.
7. Alekseev A.V. & Serdyuk I.I. (2019). *Osobennosti razmeshheniya gorodskogo i sel'skogo naseleniya: sravnitel'nyj analiz regionov YuFO v rejtinge po urovnyu blagosostoyaniya naseleniya* [Features of the placement of urban and rural populations: a comparative analysis of the regions of the Southern Federal District in the rating by the level of welfare of the population]. *KANT*, no. 2(31), pp. 297-301.
8. Kudryakov V.G., Sholin Yu.A. & Sychanina E.A. (2018). *Razvitiye sel'skih territorij kak odno iz klyuchevy'x napravlenij agrarnoj politiki Krasnodarskogo kraja* [Rural development as one of the key directions of the agrarian policy of the Krasnodar Territory]. *Vestnik Akademii znaniy*, no.1(24), pp. 105-109.
9. Aslanov Sh.S. & Perederiy V.A. (2019). *Aktual'ny'e problemy' ustojchivogo razvitiya sel'skih territorij Krasnodarskogo kraja (po materialam sociologicheskogo issledovaniya)* [Actual problems of sustainable development of rural territories of the Krasnodar Territory (based on the materials of a sociological study)]. *Teoriya i praktika obshhestvennogo razvitiya*, Issue no. 10. <http://doi.org/10.24158/ tipor>. (accessed 9 January 2024)
10. Prodolyatchenko P.A. (2023). *Problemy razvitiya depozitnogo rynka Rossii* [Problems of development of the deposit market in Russia]. *Sibirskaya finansovaya shkola*, no. 3, pp.137-147.

Информация об авторе:

Продолятченко Павел Алексеевич, кандидат экономических наук, доцент кафедры Экономика и финансы, Краснодарский филиал Финансового университета при Правительстве Российской Федерации, ORCID: <http://orcid.org/0009-0003-7041-4321>, PAProdolyatchenko@fa.ru

Information about the author:

Pavel A. Prodolyatchenko, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Economics and Finance, Krasnodar Branch of the Financial University under the Government of the Russian Federation, ORCID: <http://orcid.org/0009-0003-7041-4321>, PAProdolyatchenko@fa.ru

✉ PAProdolyatchenko@fa.ru



Научная статья
УДК 338.432
doi: 10.55186/25876740_2024_67_4_417

ТЕМПЫ РОСТА ОТРАСЛИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА УРАЛЬСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

Е.П. Евтушкова

Государственный аграрный университет Северного Зауралья, Тюмень, Россия

Аннотация. Цель исследования — анализ темпов роста сельского хозяйства и разработка предложений по устойчивому развитию агропромышленного комплекса. Исследование направлено на анализ темпов роста сельского хозяйства в Уральском федеральном округе за период с 2006 г. по 2022 г. Методология и методы: ретроспективный анализ основан на отраслевых и конститутивных изменениях финансовой отчетности в указанный период. Результаты и область применения: анализ сельскохозяйственной отрасли по основным показателям и по видам отраслей (животноводство и растениеводство). Важным социально-экономическим сектором в Уральском федеральном округе является агропромышленный комплекс, который обеспечивает развитие сельских территорий и устойчивое развитие. В частности, подробно рассматривается текущее состояние и сопоставлены показатели агропромышленного комплекса УрФО с другими регионами, что дает представление о формировании программ стратегического планирования отрасли, что может быть пролонгировано на другие регионы страны. Уральский федеральный округ, после разового спада в 2020 г., с 2005 г. характеризуется стабильным среднегодовым темпом роста на уровне 17,3%. Стабильный рост обеспечивается за счет ввода в эксплуатацию новых высокотехнологичных производств, модернизации действующих производств. Наибольший рост индекса производства продукции сельского хозяйства отмечается в 2015 г. (103,0%) и 2019 г. (100,5%). Отмечается положительная динамика инвестиций в основной капитал (133,9% к 2021 г.). На сегодня реализуются новые инвестиционные проекты. Динамика развития отрасли сельского хозяйства сегодня имеет стратегическое значение. Технологическая модернизация агропромышленного комплекса, цифровые технологии позволяют своевременно принимать управленческие решения для обеспечения устойчивого развития АПК. Увеличение социально-экономических показателей способствуют стабильному развитию и привлечению инвестиций в регион. Научная новизна: предлагается разработать программу по развитию агропромышленного комплекса и планированию инвестиционных площадок для устойчивого развития региона.

Ключевые слова: сельское хозяйство, животноводство, растениеводство, индекс производства, инвестиционные проекты, льготное кредитование, агропромышленный комплекс

Original article

GROWTH RATES OF THE AGRICULTURAL SECTOR URAL FEDERAL DISTRICT

E.P. Yevtushkova

Nothern Trans-Ural State Agricultural University, Tyumen, Russia

Abstract. The purpose of the study is to analyze the growth rates of agriculture and develop proposals for sustainable development of the agro-industrial complex. The research is aimed at analyzing the growth rates of agriculture in the Urals Federal District, for the period from 2006 to 2022. Methodology and methods: retrospective analysis is based on sectoral and constitutive changes in financial statements in the specified period. Results and scope: analysis of the agricultural industry by main indicators and by types of industries (livestock and crop production). An important socio-economic sector in the Ural Federal District is the agro-industrial complex, which ensures the development of rural areas and sustainable development. In particular, the current state is examined in detail and the indicators of the agro-industrial complex of the Urals Federal District are compared with other regions, which gives insight into the formation of strategic planning programs for the sector, which can be extended to other regions of the country. After a one-time recession in 2020, the Urals Federal District has been characterized by a stable average annual growth rate of 17.3% since 2005. The stable growth is ensured by commissioning of new high-tech production facilities and modernization of existing production facilities. The highest growth of the agricultural production index is noted in 2015 (103.0%) and 2019 (100.5%) There is a positive dynamics of investments in fixed assets (133.9% by 2021). New investment projects are being implemented today. The dynamics of development of the agricultural sector today is of strategic importance. Technological modernization of the agro-industrial complex, digital technologies will allow timely management decisions to ensure sustainable development of the agro-industrial complex. Increase in socio-economic indicators contribute to stable development and attraction of investments to the region. Scientific novelty: it is proposed to develop a program for the development of agro-industrial complex and planning of investment sites for sustainable development of the region.

Keywords: agriculture, livestock, crop production, production index, investment projects, preferential lending, agro-industrial complex

Постановка проблемы. Основные сферы сельского хозяйства Уральского федерального округа: растениеводство, животноводство, хранение и переработка сырья, рыбохозяйственное производство, перерабатывающая промышленность, в том числе производство продуктов питания. Производство сельхозтехники, удобрений и агрохимикатов напрямую связано с агропромышленным комплексом и обеспечивает его устойчивое развитие [13].

Несмотря на это существует ряд проблем в АПК:

- недостаток высококвалифицированных специалистов, миграция молодого населения, высокий средний возраст работающих в сельском хозяйстве. Городское население в Уральском федеральном округе составляет — 82,19%;
- недостаток высокотехнологичной сельскохозяйственной техники [9-10];

– наблюдается монополия больших сельскохозяйственных предприятий и ликвидация средних и малых предприятий в агропромышленном комплексе [7];

- старое оборудование;
- отсутствие рабочих мест;
- отсутствие цифровых технологий отечественного производства.

Методология и методы исследования. Для проведения исследования были задействованы различные материалы, включая научные источники, учебную литературу, справочную литературу, статистические данные, информацию о природно-климатических условиях на исследуемой территории и нормативно-правовые документы. Кроме того, была использована Схема территориального планирования УрФО.

Территория Уральского федерального округа (УрФО) была выбрана в качестве объекта исследования.

Предмет исследования — ретроспективный анализ основан на отраслевых и конститутивных изменениях финансовой отчетности с 2006 по 2022 гг. на основе социально-экономических показателей агропромышленного кластера.

Результаты. Стратегическим направлением Уральского федерального округа является агропромышленный комплекс, развивая социально-экономический сектор, обеспечивая стабильное развитие сельских территорий [13].

В УрФО проживает 12 255 800 человек, что составляет 8,37% населения страны, из которых 82,19% — городское население [13].

Численность населения с 1979 по 2023 год увеличилась на 1 396 065 чел. (11,3%), демографическая ситуация характеризуется положительной динамикой демографических показателей естественного и миграционного приростов (рис. 1).



На 1 декабря 2022 года численность населения (по оценке Росстата) в Тюменской области составила 1 557,0 тыс. человек. Численность населения на 01 января 2023 года с учетом Всероссийской переписи населения 2020 года составила 1 608,494 тыс. человек (предварительная оценка Росстата) [12].

В январе-марте 2023 года в среднем уровень безработицы по уральскому федераль-

ному округу — 2,8%. Выше всех данный показатель наблюдается в Курганской области и составляет 5,3%, ниже в Тюменской области и Челябинской — 2,5%.

Совокупный показатель уровня безработицы и потенциальной рабочей силы населения в возрасте 15 лет и старше за 2017-2022 гг. на 01.01.2023 составил в УРФО 4,6% к численности рабочей силы (по РФ — 5,2%).

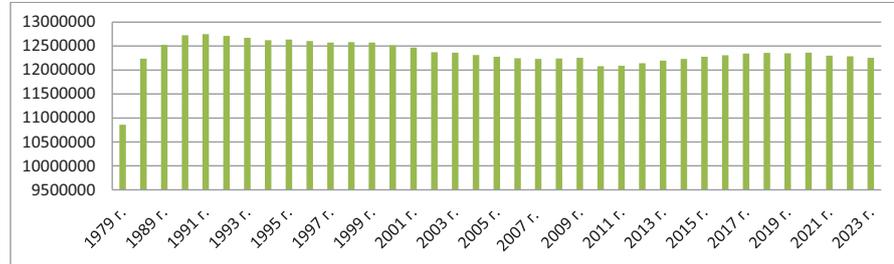


Рисунок 1. Динамика численности постоянного населения УрФО за период 1979-2023 гг., тыс. человек
Источник: составлено автором по данным Росстата [12, 16]

Figure 1. Dynamics of the permanent population of the Ural Federal District for the period 1979-2023, thousand people
Source: compiled by the author based on Rosstat data [12, 16]

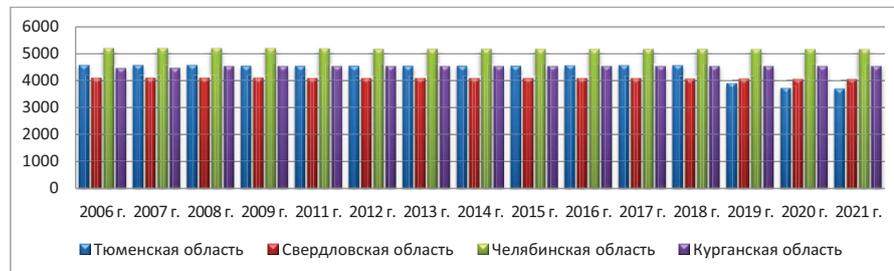


Рисунок 2. Распределение земель сельскохозяйственного назначения в УрФО, тыс. га
Источник: Минсельхоз [11]

Figure 2. Distribution of agricultural land in the Ural Federal District
Source: Ministry of Agriculture [11]



Рисунок 3. Урожайность зерновых и зернобобовых культур (в весе доработки) (в хозяйствах всех категорий; центнеров с одного гектара убранный площади)
Источник: Российский статистический ежегодник [16]

Figure 3. Productivity of cereals and leguminous crops (in weight of completion) (on farms of all categories; centners per hectare of harvested area)
Source: Russian Statistical Yearbook [16]



Рисунок 4. Внесение удобрений на один гектар посева сельскохозяйственных культур в сельскохозяйственных организациях (минеральные удобрения (в пересчете на 100% питательных веществ), кг)
Источник: Минсельхоз [11]

Figure 4. Fertilization per hectare of crops in agricultural organizations (mineral fertilizers (in terms of 100% nutrients), kg)
Source: Ministry of Agriculture [11]

Общая площадь территории округа составляет 1818,49 тыс. км². По данным Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии, на 2021 год общая площадь земель сельскохозяйственного назначения в Уральском федеральном округе составляет 48 552,3 тыс. га [14]. Среди территорий, относящихся к Уральскому региону, наименьшую сельскохозяйственную площадь имеет Ханты-Мансийский автономный округ с площадью 611,5 тыс. га (1,3% от общей площади представленной категории) [13].

В УрФО на 2021 г. земли сельскохозяйственного назначения составляют 48555,0 га, с 2006 г. площадь уменьшилась на 985 га (рис. 2).

Согласно данным Росреестра, по состоянию на 01.01.2021 г., общая площадь сельскохозяйственных угодий Уральского федерального округа составила 13 825,023 тыс. га. Челябинская область составляет 33,4% от общей площади сельскохозяйственных угодий УрФО, Ямало-Ненецкий автономный округ — 0,4% [14].

На севере Тюменской области при строительстве нефте и газопроводов земли сельскохозяйственного назначения переводят в земли промышленности. Таким образом, только комплекс мероприятий по рекультивации нарушенных земель позволит восстановить плодородный слой почвы для дальнейшего использования территории [8].

Необходимо создавать и внедрять полезные модели на сельскохозяйственных предприятиях по более углубленной доочистке сточных вод с целью снижения содержания в воде загрязняющих веществ, поступающих со сточными водами в окружающую среду [18].

В 2022 году в хозяйствах всех категорий Тюменской области было произведено продукции на сумму 109,6 миллиардов рублей, а расчетный показатель на душу населения составил 68,3 тысячи рублей. В сравнении со среднестатистическим значением по Российской Федерации (60,3 тыс. рублей), этот показатель является более высоким.

Индекс производства продукции сельского хозяйства за 2022 год составил больше 100%.

В 2022 году хозяйствами всех категорий произведено 209,3 тыс. тонн мяса в живом весе (107,9% к 2021 году), 550,0 тыс. тонн молока (98,7%), 661,2 млн. штук яиц (47,8%). В сельскохозяйственных организациях увеличилось производство сельскохозяйственной продукции по сравнению с 2021 годом на 14,1%. Надой молока на 1 корову в 2022 году составил 8 327 кг (99,8% к АППГ).

Валовой сбор зерновых и зернобобовых культур в хозяйствах всех категорий по предварительным данным составил 1 908,2 тыс. тонн в весе после доработки (169,0% к 2021 году).

В сельскохозяйственных организациях было произведено валовой сбор зерновых и зернобобовых на объеме 1 589,0 тысяч тонн, что является увеличением на 172,1% по сравнению с 2021 годом, а урожайность этих культур составила 27,3 центнера с гектара. Также было собрано 370,5 тысяч тонн картофеля (увеличение на 115,9% по сравнению с 2021 годом) при урожайности 214,7 центнера с гектара и 132,5 тысяч тонн овощей (увеличение на 114,3% по сравнению с 2021 годом) при урожайности 398,3 центнера с гектара для овощей открытого грунта. Урожайность зерновых и зернобобовых культур в весе доработки в 2021 году составила ниже среднего показателя по Российской Федерации (рис. 3) [18].



При этом рассматривая урожайность по областям видно, что снижение показателей наблюдается в Челябинской на 13,9% и в Курганской на 9,8% областях. В среднем по УрФО урожайность за 16 лет составила 14,38 ц/га, при этом в Тюменской области средняя урожайность составила 19,5 ц/га, а в Челябинской 10,8 ц/га.

Для восстановления плодородия почв необходимо проведение мероприятий по их защите и улучшению, а также внесение органических и минеральных удобрений. В 2021 году было внесено 35,8 килограмма минеральных удобрений на 100% питательных веществ, что на 2,25% меньше, чем в 2019 году. Наибольшее количество удобрений [18] (в пересчете на 100% питательных веществ) было внесено в Тюменской области (согласно рис. 4).

Внесение органических удобрений способствует оздоровливанию гумусового горизонта, что благотворно влияет на плодородие и увеличение урожайности.

Под урожай 2021 года внесено органических удобрений в 2021 году 1,2 т, что больше, чем в 2005 г. на 0,7 т, больше всего внесено в Свердловской области.

Уральский федеральный округ занимает одно из ведущих мест в России по сельскохозяйственному производству. Агропромышленный комплекс занимает лидирующие позиции и оказывает значительное влияние на экономику страны. Однако, согласно статистическим данным, в период с 2000 по 2021 год объем производства продукции сельского хозяйства в РФ уменьшился на 2,1%, в Уральском федеральном округе на 2,4%, в Тюменской области и в Свердловской области на 6,9% (рис. 5).

ВРП в УрФО составляет 12,4% совокупного ВРП регионов РФ.

Наибольшую долю в сельском хозяйстве занимает животноводство, которое в 2022 году выросло на 7,4%, достигнув показателя в 3585,3 млн. рублей по всем категориям хозяйств. Общий объем производства продукции сельского хозяйства в сельскохозяйственных организациях составил 25348,3 млн. рублей, что на 4566,8 млн. рублей больше, чем в предыдущем году. Хозяйства населения обеспечили производство продукции на сумму 1021,2 млн. рублей в растениеводстве и на 1049,3 млн. рублей в животноводстве. Производство продукции в К(Ф)Х за 2022 год составило 1432,1 млн. рублей. [6-7].

Уральский федеральный округ, после разового спада в 2020 г. с 2005 г. характеризуется стабильным среднегодовым темпом роста на уровне 17,3%. Стабильный рост обеспечивается за счет ввода в эксплуатацию новых высокотехнологичных производств, модернизации действующих производств.

Наибольший рост индекса производства продукции сельского хозяйства отмечается в 2015 г. (103,0%) и 2019 г. (100,5%) [6-7].

Значительная часть потребностей населения региона, на который указывается, в основных видах сельскохозяйственной продукции удовлетворяется за счет производства в Уральском федеральном округе. По продуктам, представленным в рис. 6 Уральский федеральный округ превышает уровень производства по Уральскому федеральному округу и Российской Федерации.

В Тюменской области производят достаточное количество продуктов питания, однако статистика показывает, что в последние годы объемы потребления некоторых видов продукции по-прежнему не соответствуют рекомендуемым

нормам Министерства здравоохранения Российской Федерации. Это свидетельствует о том, что потребители не получают достаточного количества продуктов питания, отвечает экологически чистой продукции [9-11].

В 2022 году в Тюменской области наблюдается рост производства сельскохозяйственной продукции и объема строительных работ по сравнению с прошлым годом. Кроме того, отмечается увеличение инвестиций в основной капитал, особенно в производственном секторе. Реализация инвестиционных проектов продол-

жается, что способствует развитию экономики региона.

Потребление основных видов продукции сельского хозяйства в Тюменской области представлено в рис. 7.

За 2022 год населению продано товаров на сумму 479,4 млрд. рублей (94,0% к 2021 году в сопоставимых ценах). На душу населения реализовано товаров на сумму 298,7 тыс. рублей (по РФ — 289,8 тыс. рублей). По этому показателю Тюменская область на 20 месте среди субъектов Российской Федерации.

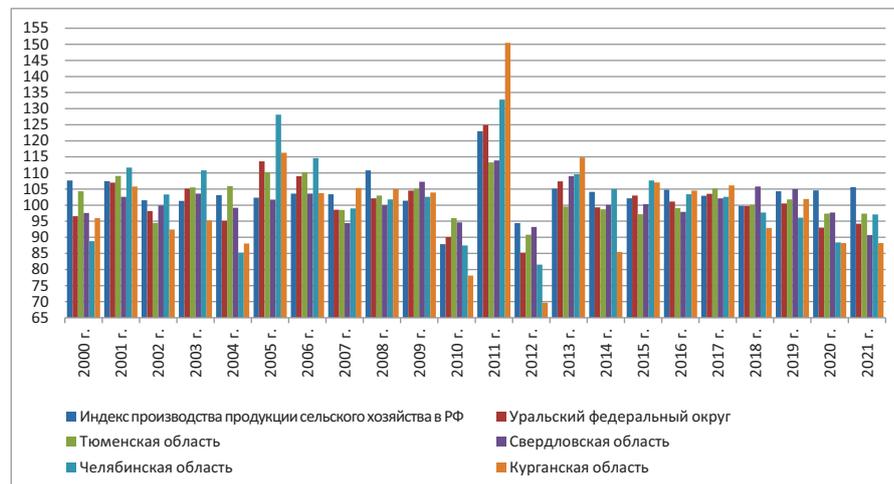


Рисунок 5. Индексы производства продукции сельского хозяйства (в хозяйствах всех категорий; в сопоставимы ценах; в процентах к предыдущему году)
Источник: составлено автором по данным Росстата [12, 16]

Figure 5. Indices of agricultural production (in farms of all categories; in comparable prices; as a percentage of the previous year)
Source: compiled by the author based on Rosstat data [12, 16]

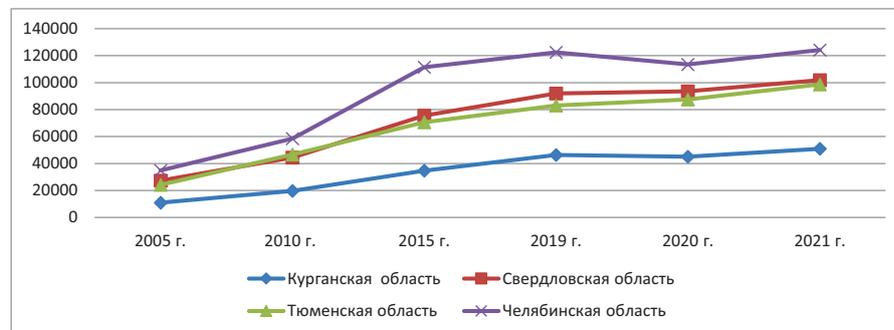


Рисунок 6. Изменение производства продукции сельского хозяйства за период с 2005 по 2021 год, млн руб.
Источник: составлено автором по данным Росстата [12, 16]

Figure 6. Change in agricultural production for the period from 2005 to 2021, million rubles
Source: compiled by the author based on Rosstat data [12, 16]



Рисунок 7. Объем производства основных сельскохозяйственных продуктов в 2021 году на душу населения
Источник: составлено автором по данным Росстата [12, 16]

Figure 7. Volume of production of basic agricultural products in 2021 per capita
Source: compiled by the author based on Rosstat data [12, 16]



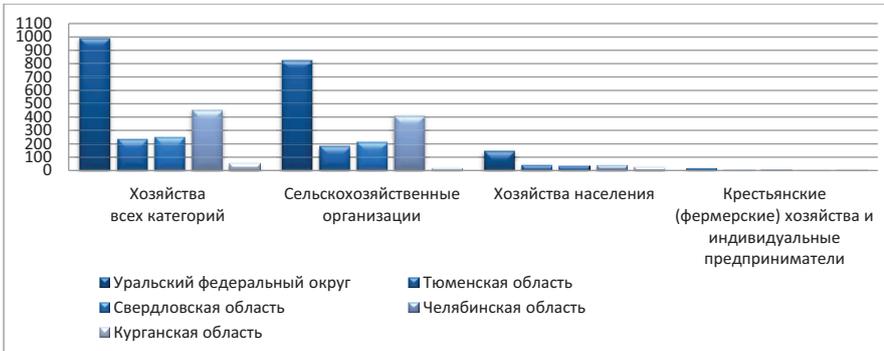


Рисунок 8. Производство скота и птицы на убой в живом весе, тыс. тонн

Источник: составлено автором по данным Росстата [12, 16]

Figure 8. Production of livestock and poultry for slaughter in live weight, thousand tons

Source: compiled by the author based on Rosstat data [12, 16]



Рисунок 9. Производство оленей на убой в живом весе, тыс. тонн

Источник: составлено автором по данным Росстата [12, 16]

Figure 9. Production of deer for slaughter in live weight, thousand tons

Source: compiled by the author based on Rosstat data [12, 16]

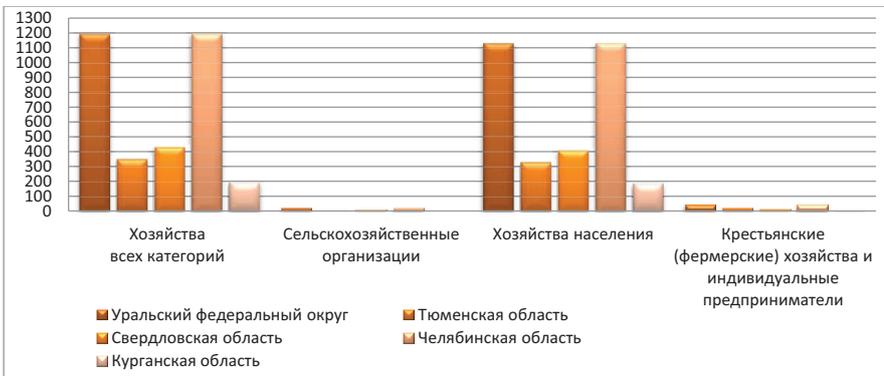


Рисунок 10. Производство товарного меда, тонн

Источник: составлено автором по данным Росстата [12, 16]

Figure 10. Commercial honey production, tons

Source: compiled by the author based on Rosstat data [12, 16]



Рисунок 11. Наличие сельскохозяйственной техники в сельскохозяйственных организациях, шт. (2022 г.)

Источник: составлено автором по данным Росстата [12, 16]

Figure 11. Availability of agricultural machinery in agricultural organizations, pcs. (2022)

Source: compiled by the author based on Rosstat data [12, 16]

Оборот общественного питания по итогам 2022 года составил 34,1 млрд рублей (104,9% к 2021 году в сопоставимых ценах).

За 2022 года по уточненным данным Росстата населению оказано платных услуг на 143,6 млрд рублей (102,2% к уровню января-декабря 2021 года в сопоставимых ценах). В расчете на душу населения оказано услуг на 92,7 тыс. рублей (по РФ — 86,6 тыс. рублей).

Согласно последним данным за 2022 год, структура платных услуг населению показывает рост в некоторых областях по сравнению с предыдущим годом. Медицинские услуги выросли на 110,3% и составляют 9,7% от общего объема услуг. Коммунальные услуги также увеличились на 101,3% и занимают 17,2% в структуре. Услуги системы образования выросли на 100,3% и составляют 7,6%, а транспортные услуги увеличились на 100,2% и составляют 24,4%.

В 2022 году отмечается снижение темпа роста некоторых видов услуг в Тюменской области. Жилищные услуги уменьшились на 98,2%, занимая 6,4% общего объема. Телекоммуникационные услуги снизились на 97,5% и составляют 11,9%, а бытовые услуги уменьшились на 96,9% и составляют 7,8%.

Отмечается сокращение среднемесячной номинальной начисленной заработной платы с 2021 года по 2011 год, а также уменьшение численности работников в организациях по ОКВЭД «Сельское хозяйство».

В 2021 году индекс производства продукции животноводства в Тюменской области снизился на 3% и составил 97,0%.

Производство скота и птицы на убой в живом весе в хозяйствах всех категорий прослеживается устойчивая тенденция по обеспеченности к 2021 году в пределах 89,1-109,5%. Таким образом, видно, что основными поставщиками являются большие сельскохозяйственные организации (рис. 8).

По производству оленей на убой в живом весе Уральский федеральный округ занимает первое место (8,0 тыс. тонн), второе место Северо-западный федеральный округ (4,7 тыс. тонн) и в Сибирском федеральном округе данный показатель составляет 1,2 тыс. тонн (рис. 9).

Тюменская область является одним из основных поставщиков оленины, на сегодня данная продукция пользуется спросом, т.к. получают экологически чистое мясо, животные выращиваются на естественных пастбищах. Основными поставщиками являются хозяйства населения 65%. Необходимо развивать оленеводческое направление, в сельскохозяйственных организациях и К(Ф)Х.

По производству товарного меда лидером является Челябинская область (1194 тонн), меньше всех производит Курганская область (192 тонны). По отношению 2022 года % к 2021 году производство товарного меда в хозяйствах всех категорий в Курганской области составляет 164,5%. Хозяйства населения поставляют от 94,8% до 93,1% (рис. 10).

Количество сельскохозяйственной техники в сельскохозяйственных организациях, показатель стабильности и рентабельности предприятия.

Свердловская область по обеспеченности сельскохозяйственной техникой в сельскохозяйственных организациях в 2022 году занимает лидирующие позиции. По обеспечению комбайнами и машинами для внесения в почву твердых органических удобрений занимает Тюменская область. На сегодня обеспеченность сельскохозяйственной техникой очень важный



показатель, но также важным показателем является обновление тракторного парка, именно, на сколько современная и технологически новая техника поступает в хозяйства.

Приобретено новой сельскохозяйственной техники (тракторы) в Свердловской и Тюменской областях 132-139 шт., при этом отечественного производства Тюменская область 88 шт., Свердловская — 25 шт. Коэффициент обновления сельскохозяйственной техники по тракторам в Тюменской области составляет — 4,5, плугам — 5,9, при этом коэффициент ликвидации сельскохозяйственной техники — 2,5, наличие энергетических мощностей — 1390,2 тыс. л.с. На первом месте по наличию энергетических мощностей на конец 2022 года занимает Центральный федеральный округ — 23 288,3 тыс. л.с., на пятом месте Уральский федеральный округ — 4 883,0 тыс. л.с. (рис. 11).

Отрасль растениеводство в 2021 г. во хозяйствах всех категориях составила 90,1%.

Индекс цен производителей сельскохозяйственной продукции — относительный показатель динамики цен, характеризующий изменение во времени цен на сопоставимые виды производимой продукции.

Индекс цен в 2021 году в среднем составляет 117,84, самый низкий показатель в 2010 году — 100,14. При этом самой большой динамика цен наблюдается с 2020 по 2021 год, что составляет 15,76 (рис. 13).

Инвестиционные проекты помогают развитию экономики в регионе.

В каждой области разработана инвестиционная карта, для быстрого взаимодействия и реализации проектов. Объем заявленных инвестиционных проектов в АПК к 2030 году составит 147,6 млрд. рублей.

В северных регионах — Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий автономные округа кроме традиционных видов деятельности, развивается птицеводство, овощеводство (защищенного грунта), кролиководство.

В Тюменской области планируется открытие Центра Сибирского виноделия, строительство сушильно-сортировочных центров, животноводческих комплексов, молокоперерабатывающих предприятий, тепличных хозяйств.

Заявленные инвестиционные проекты в Свердловской области направлены на: выращивание и переработку технической конопли, селекции и семеноводство культуры; создание предприятия по производству «Иван-Чая», развитие фермерского хозяйства «Бархатные рога», «Уральская пчелка», организация ремонта зерноуборочных комбайнов и создание опто-распределительного комплекса агропродукции.

В Челябинской области основными направлениями инвестирования — животноводство.

Инвестиционные проекты в Курганской области направлены на строительство ферм КРС мясного направления, кролиководство, коневодство, птицеводство (мини ферма фазанов), а также выращивание зерновых, масличных, овощных и плодово-ягодных культур.

Преимуществом региона является хорошо развитые логистические функции между предприятиями АПК, что в значительной степени позволяет повысить эффективность с.-х. предприятий.

Обсуждение и выводы. Агропромышленный комплекс России переживает период активного роста. Сформировались благоприятные условия для развития бизнеса в сфере АПК и пищевой промышленности.



Рисунок 12. Структура производства продукции сельского хозяйства в разрезе категорий хозяйств в УрФО
Источник: составлено автором по данным Росстата [12, 16]

Figure 12. The structure of agricultural production by categories of farms in the Ural Federal District
Source: compiled by the author based on Rosstat data [12, 16]



Рисунок 13. Индекс цен производителей сельскохозяйственной продукции
Источник: Минсельхоз [11]

Figure 13. Agricultural Producer Price Index
Source: Ministry of Agriculture [11]

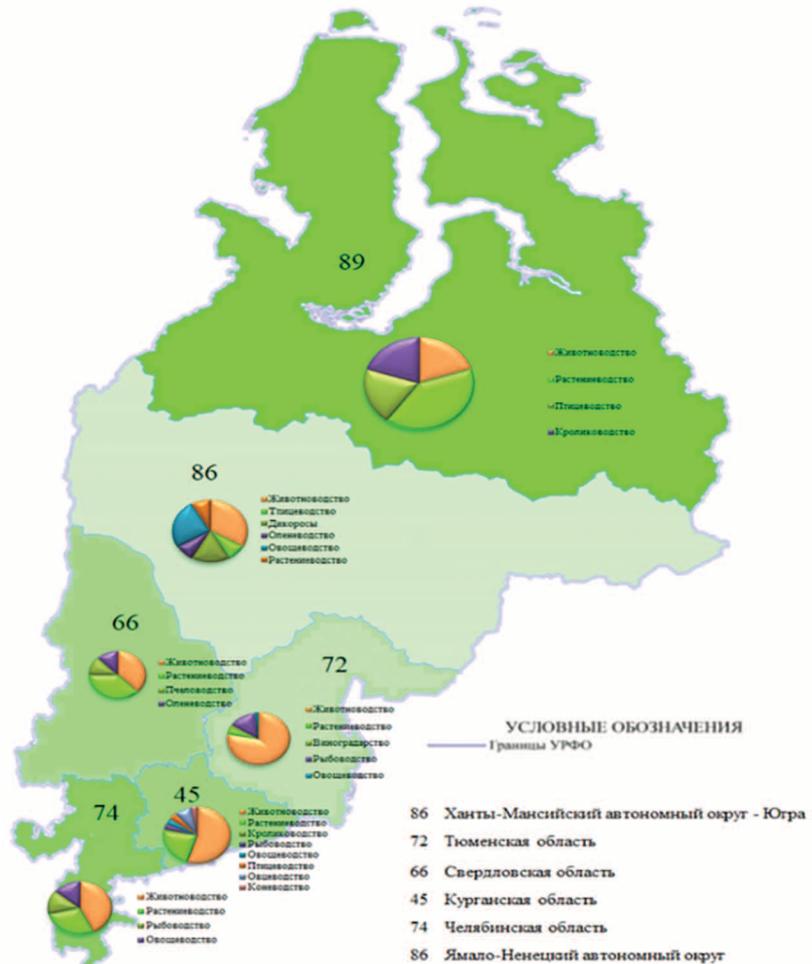


Рисунок 14. Инвестиционные проекты

Источник: инвестиционные карты — Тюменской области, Свердловской области, Курганской области, Челябинской области, Ханты-Мансийского автономного округа — Югры, Ямало-Ненецкого автономного округа

Figure 14. Investment projects

Source: investment maps — of the Tyumen region, Sverdlovsk region, Kurgan region, Chelyabinsk region, Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug — Ugra, Yamalo-Nenets Autonomous Okrug



Развитие агропромышленного комплекса поможет решить ряд социально-экономических проблем, связанных с комплексным развитием сельских территорий, стимулированием инвестиционной деятельности, привлечением молодых специалистов в село и т.д. [13].

В областях разработаны программы по развитию агропромышленного комплекса. Стратегическая цель программы — устойчивый рост уровня и качества жизни населения на основе инновационного развития экономики и эффективного использования природно-экономического, производственного, научно-технического, кадрового потенциала и конкурентных

преимуществ, совершенствования пространственной организации региона (рис. 15).

В 2024 году в УрФО предусмотрено более 78% на развитие агропромышленного производства, на комплексное развитие сельских территорий — 0,08%, на эффективное вовлечение в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развитие мелиоративного комплекса — 3,6%, на развитие малых форм хозяйствования — 14,78%, на предупреждение распространения карантинных и особо опасных болезней животных — 8,84%, на техническую и технологическую модернизацию агропромышленного комплекса — 0,82%.

Программа по развитию агропромышленного комплекса и планированию инвестиционных площадок для устойчивого развития региона предусматривает модернизацию агропромышленного комплекса, в области цифровых технологий, технических и технологических процессов (рис. 17).

Динамика развития отрасли сельского хозяйства на сегодня имеет стратегическое значение. Технологическая модернизация агропромышленного комплекса, цифровые технологии позволят своевременно принимать управленческие решения для обеспечения устойчивого развития АПК. Увеличение социально-экономических показателей способствуют стабильному развитию и привлечению инвестиций в регион [1-5].

Необходимо как можно больше вводить цифровые технологии в сельское хозяйство, т.к. данная отрасль требует технической модернизации и новых подходов (рис. 18).

По решению кадровой проблемы предлагается программа по устойчивому развитию села, которая поможет развитию малого и среднего бизнеса и привлечение молодых специалистов [7, 17-19].

Предлагается разработать программу по планированию инвестиционных площадок для привлечения инвесторов и развития отрасли АПК. На сегодня уже есть положительный опыт по привлечению инвесторов в производственной отрасли. В сельском хозяйстве предлагается: разработать программу; обустроить площадки; провести электричество, дороги; предложить льготные налоговые ставки [19].

Субсидии получают те, кто занимается личным подсобным хозяйством и должен быть зарегистрирован в качестве самозанятого.

В каждом регионе размер субсидии определяется самостоятельно. Сельхозпроизводители получают от банка кредит по сниженной ставке (рис. 19) [15-16].

Предлагается расширить льготное кредитование по оленеводству и производству товарного меда.

Технологическая модернизация в сельском хозяйстве обеспечит рост и развитие данной отрасли, привлечение молодых специалистов и устойчивое развитие сельских территорий. Необходимо комплексно подходить к решению проблем, создавая базы данных, реестры, где будет актуальная на сегодня информация и можно будет разработать комплекс мероприятий по развитию отрасли сельского хозяйства.

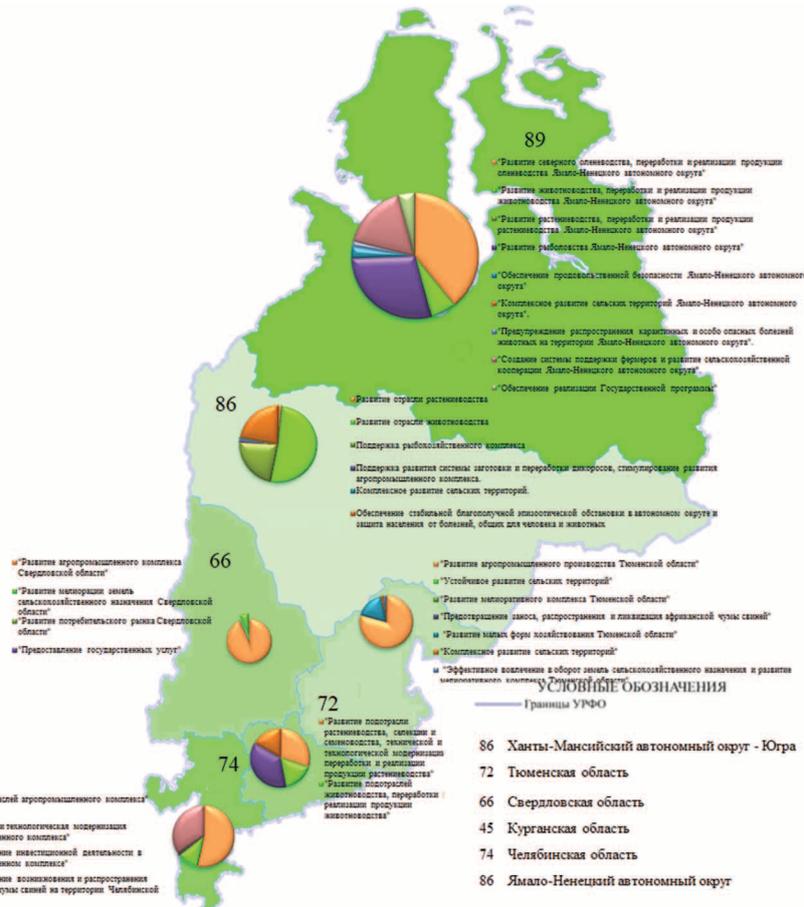


Рисунок 15. Развитие агропромышленного комплекса УрФО

Источник: Программа развития агропромышленного комплекса — Тюменской области, Свердловской области, Курганской области, Челябинской области, Ханты-Мансийского автономного округа — Югры, Ямало-Ненецкого автономного округа

Figure 15. Development of the agro-industrial complex in the Urals Federal District

Source: Agro-industrial complex development programs — Tyumen Oblast, Sverdlovsk Oblast, Kurgan Oblast, Chelyabinsk Oblast, Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug — Yugra, Yamalo-Nenets Autonomous Okrug

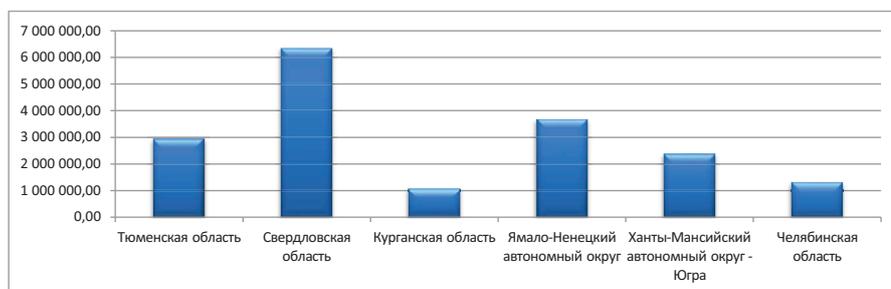


Рисунок 16. Объем финансового обеспечения в период реализации программы на 2024 год

Источник: Программа развития агропромышленного комплекса — Тюменской области, Свердловской области, Курганской области, Челябинской области, Ханты-Мансийского автономного округа — Югры, Ямало-Ненецкого автономного округа

Figure 16. Amount of financial support during the program implementation period for 2024

Source: Agro-Industrial Complex Development Program — Tyumen Oblast, Sverdlovsk Oblast, Kurgan Oblast, Chelyabinsk Oblast, Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug — Yugra, Yamalo-Nenets Autonomous Okrug

Список источников

1. Assessment of Media-Forming Potential of the Territory in the Implementation of the Lands / E.G. Chernykh, O.V. Bogdanova, A.P. Sizov, T.V. Simakova // Advances in Intelligent Systems and Computing. 2020. Vol. 1116. P. 577-588.
2. Lease or easement for a forest plot for linear objects: An economic aspect / O. Mezenina, A. Mihailova, M. Kuzmina, O. Zueva // E3S Web of Conferences: 22, Voronezh, 08-10 декабря 2020 года. Voronezh, 2021.
3. Natural reserves of diatomite are as a component of organomineral fertilizers based on chicken manure / N. Sannikova, O. Shulepova, A. Bocharova [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Ussurijsk, 20-21 июня 2021 года. Ussurijsk, 2021. P. 032093. DOI: 10.1088/1755-1315/937/3/032093.
4. Rzaeva, V. Productivity of crop rotation by the main tillage in the Tyumen region / V. Rzaeva // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 18-20 ноября 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall. Vol. Volume 677. Krasnoyarsk, Russian Federation: IOP Publishing Ltd, 2021. P. 52079.



Рисунок 17. Схема развития агропромышленного комплекса (составлено автором)

Figure 17. Scheme of agro-industrial complex development (compiled by the author)

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ МИНСЕЛЬХОЗА РОССИИ



Рисунок 18. Информационные системы Минсельхоза России
Источник: Минсельхоз [11]

Figure 18. Information systems of the Ministry of Agriculture of Russia
Source: Ministry of Agriculture [11]

5. Yield and starch content in potato tubers in different natural and climatic zones / Y.P. Loginov, A.A. Kazak, A.S. Gaizatulin [et al.] // Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology. 2021. Vol. 22, no. 23-24. P. 15-25.

6. Бетляев Р.О., Литкевич А.И. Перспективы развития молочного животноводства Тюменской области // Молочная промышленность. 2019. № 7. С. 60-61.

7. Евтушкова Е.П. Мониторинг плодородия пахотных почв Тюменской области / Е.П. Евтушкова, А.И. Солошенко // Международный сельскохозяйственный журнал. 2023. № 6(396). С. 557-561.

8. Евтушкова Е.П. Особенности рекультивации земель, нарушенных при обустройстве кустов скважин (на материалах Сугмутского месторождения) // Вестник КрасГАУ. 2022. № 2(179). С. 12-18.

9. Литкевич А.И., Лейман Т.И., Лиман И.А. Ресурсная база молочного животноводства Тюменской области // Вестник ЧелГУ 2019. № 7 (429). С. 60-68.

10. Литкевич А.И., Гортаева Т.И., Киселица Е.П. Динамика развития отрасли сельского хозяйства Тюменской области // Вестник ЧелГУ. 2021. № 10 (456). URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/dinamika-razvitiya-otrasli-selskogo-hozyaystva-tyumenskoy-oblasti> (дата обращения: 27.04.2023).

11. Официальный сайт Министерства сельского хозяйства РФ. [Электронный ресурс]. URL: <http://mcx.gov.ru/>

12. Официальный сайт Росстата. Раздел «Региональная статистика». — [Электронный ресурс]. URL: http://rosstat.gov.ru/regional_statistics (дата обращения: 20.06.2023).

13. Официальный сайт Уральского федерального округа. [Электронный ресурс]. URL: <http://urafgo.gov.ru/> (дата обращения: 20.06.2023).





Рисунок 19. Льготное кредитование агробизнеса России
Источник: Минсельхоз [11]

Figure 19. Preferential lending to agribusiness in Russia
Source: Ministry of Agriculture [11]

14. Официальный сайт Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии. [Электронный ресурс]. URL: <http://rosreestr.gov.ru/> (дата обращения: 20.06.2023).

15. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2022: P32 Стат. сб. Росстат. М., 2022. 1122 с.

16. Российский статистический ежегодник. 2022: Стат.сб./Росстат. P76 М., 2022. 700 с.

17. Сагайдак А.Э., Сагайдак Э.А., Сагайдак А.А. Экономика и организация сельскохозяйственного производства: учебник. М.: КноРус, 2021. 418 с.

18. Шулепова О.В. Разработка полезной модели для доочистки сточных вод в условиях лесостепной зоны Зауралья / О.В. Шулепова, Н.В. Санникова, А.А. Бочарова // Международный сельскохозяйственный журнал. 2023. № 5(395). С. 540-544.

19. Симакова Т.В. Особенности использования земель сельскохозяйственного назначения муниципальных районов разных природно-климатических зон Тюменской области. Рациональное использование земельных ресурсов в условиях современного развития АПК: Сборник материалов Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, Тюмень, 24 ноября 2021 года. Тюмень, 2021. С. 175-184.

References

1. Assessment of Media-Forming Potential of the Territory in the Implementation of the Lands / E.G. Chernykh, O.V. Bogdanova, A.P. Sizov, T.V. Simakova // *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2020. Vol. 1116. P. 577-588.
2. О. Mezenina, А. Mihailova, М. Kuzmina, О. Zueva (2021). Lease or easement for a forest plot for linear objects: An economic aspect. E3S Web of Conferences: 22, Voronezh, 08-10 декабря 2020 года, Voronezh.
3. N. Sannikova, O. Shulepova, A. Bocharova [et al.] (2021). Natural reserves of diatomite are as a component of

organomineral fertilizers based on chicken manure. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Ussurijsk, 20-21, Ussurijsk, P. 032093.

4. Rzaeva V. (2021). Productivity of crop rotation by the main tillage in the Tyumen region . IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Krasnoyarsk, 18-20, 11.2020, Krasnoyarsk Science and Technology City Hall, volume 677, Krasnoyarsk, Russian Federation: IOP Publishing Ltd, P. 52079.

5. Y.P. Loginov, A.A. Kazak, A.S. Gaizatulin [et al.] (2021). Yield and starch content in potato tubers in different natural and climatic zones. *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*, vol. 22, no. 23-24, p. 15-25.

6. Betlyayev R.O., Litkevich A.I. (2019). *Perspektivy razvitiya molochnogo zhitovnovodstva Tyumenskoy oblasti* [Prospects for the development of dairy farming in the Tyumen region]. *Dairy industry*, no. 7., pp. 60-61.

7. Evtushkova E.P. Shakhova O.A., Soloshenko A.I. (2023). *Cras in regione Tyumen fertilitas terrarum arabiliium* [Monitoring the fertility of arable soils in the Tyumen region]. *International Agricultural Journal*, no. 6(396), pp. 557-561.

8. Evtushkova E.P. (2022). *Osobennosti rekultivatsii zemel, narushennikh pri obustroistve kustov skvazhin (na materialakh Sugmutskogo mestorozhdeniya)* [Features of reclamation of lands disturbed during the arrangement of well clusters (based on the materials of the Sugmutskoye field)]. *Vestnik KrasGAU*, no. 2(179), pp. 12-18.

9. Litkevich A.I., Leyman T.I., Liman I.A. (2019). *Resursnaya baza molochnogo zhitovnovodstva Tyumenskoy oblasti* [The resource base of dairy farming in the Tyumen region]. *Chelsu Bulletin*, no. 7 (429), pp. 60-68.

10. Litkevich A.I., Gortayeva T.I., Kiselitsa E.P. (2021). *Dinamika razvitiya otrasli sel'skogo khozyaystva Tyumenskoy oblasti* [The dynamics of the agricultural sector in the Tyumen region]. *Chelsu Bulletin*, no. 10 (456).

11. *Ofitsialnii sait Ministerstva sel'skogo khozyaystva* [RF Official website of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation]. URL: <http://mcs.gov.ru>.

12. *Ofitsialnii sait Rosstat. Razdel Regionalnaya statistika* [Official site of Rosstat Section Regional statistics]. URL: http://rosstat.gov.ru/regional_statistics (data obrashcheniya: 20.03.2023).

13. *Ofitsialnii sait Ural'skogo federal'nogo okruga* [Official website of the Urals Federal District]. URL: <http://uralfo.gov.ru>

14. *Ofitsialnii sait Federal'noy sluzhby gosudarstvennoy registratsii, kadastra i kartografii* [Official website of the Federal Service of State Registration, Cadastre and Cartography]. URL: <http://rosreestr.gov.ru/>

15. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2022: Stat. sb. [Regions of Russia. Social and economic indexes. 2022]. Moscow: Federal State Statistics Service (Rosstat), 1122 p.

16. Russian Statistical Yearbook. 2022: Stat.sb. Rosstat. P76 М., 2022 — 700 p.

17. Sagaydak A.A. (2021). *Ekonomika i organizatsiya sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva* [Economics and organization of agricultural production], Moscow, Knorus, 418 p.

18. Shulepova O.V. (2023). *Progressio utilis exemplaris ad post-curationem de vastitate in zona saltus-adsurgit regionis Trans-Uralis* [Development of a useful model for wastewater pretreatment in the conditions of the forest-steppe zone of the Trans-Urals region]. *International Agricultural Journal*, no. 5(395), pp. 540-544.

19. Simakova T.V. (2021). *Osobennosti ispolzovaniya zemel sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya munitsipalnikh raionov raznikh prirodno-klimaticheskikh zon Tyumenskoy oblasti* [Features of the use of agricultural land in municipal districts of different natural and climatic zones of the Tyumen region] *Ratsionalnoe ispolzovanie zemelnikh resursov v usloviyakh sovremennogo razvitiya APK: Sbornik materialov Vserossiiskoi (natsionalnoi) nauchno-prakticheskoi konferentsii, Tyumen, 24.11.2021*, pp. 175-184.

Информация об авторе:

Евтушкова Елена Павловна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры землеустройства и кадастров, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7352-0248>, AuthorID 792598, Elena.evtushckova17@yandex.ru

Information about the author:

E.P. Evtushkova, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Land Management and Cadastre, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7352-0248>, AuthorID 792598, Elena.evtushckova17@yandex.ru

✉ Elena.evtushckova17@yandex.ru



ГОСУДАРСТВЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ И РЕГИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ АПК

Научная статья

УДК 338.436.33

doi: 10.55186/25876740_2024_67_4_425

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОДДЕРЖКА РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЕВОДСТВА В КУРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ

В.М. Шарапова¹, Н.В. Шарапова¹, Э.А. Фарвазова², Ю.В. Шарапов¹

¹Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Россия

²Курганский государственный университет, Курган, Россия

Аннотация. Планомерное и устойчивое развитие сельскохозяйственной отрасли является достаточно актуальным вопросом, поскольку именно от функционирования данной сферы экономики зависит обеспечение продовольственной безопасности государства, развитие сельской местности, обеспечение населения профессиями и специальностями, востребованными в сельском хозяйстве. В России важнейшей системообразующей частью агропромышленного комплекса является растениеводство, обладающее значительными экспортными возможностями, а также высокой конкурентоспособностью. В работе проведен анализ развития растениеводческой отрасли на примере Курганской области, определена динамика посевных площадей, валовых сборов и урожайности основных сельскохозяйственных культур, выращиваемых в Зауралье. Проведен анализ динамики предоставления аграриям региона средств государственной поддержки. Отмечено, что в силу ежегодного роста общих объемов сбора зерновых и зернобобовых культур в Курганской области возрастает необходимость дополнительного финансирования данной сферы. В 2022 году на покрытие затрат в области производства и реализации зерновых культур в регион было направлено 326,45 млн руб. (более 42% от всей суммы государственной поддержки в растениеводстве). В целях оценки степени эффективности использования средств государственной поддержки аграриями Курганской области с помощью критерия результативности выделено несколько групп сельскохозяйственных товаропроизводителей — получателей субсидий в области растениеводства. В статье определяются другие не менее важные направления развития и государственного регулирования АПК. Наличие в настоящее время проблем, связанных с несовершенством распределения федеральных субсидий между аграрными регионами страны и низкой степенью ответственности региональных и муниципальных властей, требует действенных и современных подходов к их решению.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, государственная поддержка, растениеводство, субсидии, эффективность

Original article

STATE SUPPORT FOR CROPPING DEVELOPMENT IN KURGAN REGION

V.M. Sharapova¹, N.V. Sharapova¹, E.A. Farvazova², Yu.V. Sharapov¹

¹Ural State Economic University, Yekaterinburg, Russia

²Kurgan State University, Kurgan, Russia

Abstract. The planned and sustainable development of the agricultural industry is a fairly pressing issue, since ensuring the food security of the state, the development of rural areas, and providing the population with professions and specialties in demand in agriculture depend on the functioning of this sector of the economy. In Russia, the most important system-forming part of the agro-industrial complex is crop production, which has significant export opportunities, as well as high competitiveness. The work analyzes the development of the crop growing industry using the example of the Kurgan region, and determines the dynamics of sown areas, gross yields and yields of the main agricultural crops grown in the Trans-Urals. An analysis of the dynamics of providing state support funds to farmers in the region was carried out. It is noted that due to the annual increase in the total volumes of grain and leguminous crops harvested in Kurgan, the need for additional funding in this area increases. In 2022, 326.45 million rubles were allocated to the region to cover costs in the production and sale of grain crops. (more than 42% of the total amount of state support in crop production). In order to assess the degree of effectiveness of the use of state support funds by farmers of the Kurgan region, using the performance criterion, several groups of agricultural producers — recipients of subsidies in the field of crop production — have been identified. The article identifies other equally important areas of development and state regulation of the agro-industrial complex. The current presence of problems associated with the imperfect distribution of federal subsidies between the country's agricultural regions and the low degree of responsibility of regional and municipal authorities requires effective and modern approaches to solving them.

Keywords: agro-industrial complex, government support, crop production, subsidies, efficiency

Введение. Сельскохозяйственная отрасль на протяжении многих лет остаётся приоритетной сферой экономики в части предоставления государственными структурами средств государственной поддержки, а также оценке эффективности использования выделенных субсидий. Мероприятия, проводимые в области государственного регулирования аграриев, прежде всего, направлены на улучшение организации аграрного производства, соблюдение законодательства в области аграрной политики, а также повышение конкурентоспособности

отечественных сельскохозяйственных товаропроизводителей [1].

Важнейшими направлениями в сфере господдержки сельскохозяйственной отрасли являются налогообложение, кредитование, страхование, финансирование, а также учёт, анализ и контроль. Механизм предоставления средств государственного финансирования в области растениеводства реализуется в рамках основных направлений субсидирования аграриев, главной целью которых является повышение эффективности деятельности субъектов

хозяйствования растениеводческой отрасли [2-4].

Следует отметить, что из года в год происходят изменения в сфере нормативно-правовой базы, аграрная политика непрерывно совершенствуется, что в значительной степени стало проявляться, начиная с 1 января 2024 года, когда Правительством РФ было принято соответствующее Постановление о слиянии компенсирующей и стимулирующей субсидий в единое направление государственной поддержки региональных сельскохозяйственных товаропроизводителей.

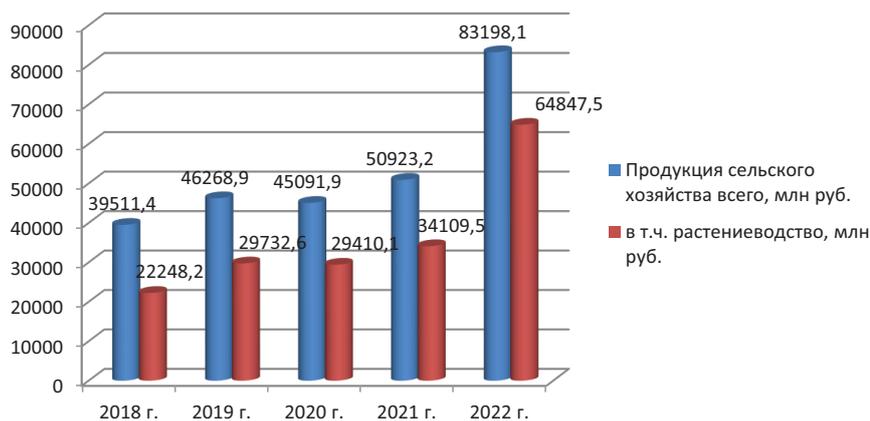


Рисунок 1. Динамика производства продукции растениеводства в Курганской области за 2018-2022 гг., млн руб.

Figure 1. Dynamics of crop production in Kurgan region for 2018-2022, million rubles

Источник: составлено авторами по данным Федеральной службы государственной статистики по Курганской области

Таблица 1. Показатели развития растениеводства в Курганской области
Table 1. Indicators of crop production development in the Kurgan region

Показатель	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2022 г. к 2018 г., %
Зерновые и зернобобовые						
Площадь посевов, тыс.га	1041,6	1061,1	1091,8	1042,8	994,4	95,5
Валовый сбор, тыс.т.	1657,3	1780,7	1431,8	1054,2	2172,1	131,1
Урожайность, ц/га	16,2	16,9	13,5	11,1	21,9	135,2
Картофель						
Площадь посевов, тыс.га	12,8	12,9	12,5	11,5	11,4	89,1
Валовый сбор, тыс.т.	204,1	201,1	159,6	149,1	162,4	79,6
Урожайность, ц/га	160,4	156,8	127,8	133,6	144,2	89,9
Овощи открытого грунта						
Площадь посевов, тыс.га	3,2	3,2	3,0	2,5	2,4	75,0
Валовый сбор, тыс.т.	92,5	96,5	78,0	75,9	74,3	80,3
Урожайность, ц/га	293,2	305,0	251,2	278,3	250,6	85,5

Источник: рассчитано авторами по данным Федеральной службы государственной статистики по Курганской области



Рисунок 2. Структура государственной поддержки развития растениеводства в Курганской области в 2022 г., %

Figure 2. Structure of state support for the development of crop production in Kurgan region in 2022, %

Источник: составлено авторами по данным Департамента АПК по Курганской области

Результаты исследования. Аграрный сектор Курганской области является одним из ведущих секторов экономики в регионе, на долю которого приходится не менее 13% валового регионального продукта. Важнейшим ресурсом для сельскохозяйственной отрасли, обеспечивающим высокий урожай, выступают плодородные земли сельскохозяйственного назначения — 4,5 млн. га (пашня — 2,3 млн. га). За период 2018-2022 гг. общий объем выпуска сельскохозяйственной продукции в Зауралье увеличился более, чем в 2 раза и составил в 2022 г. 83198,1 млн руб. (рис. 1). Что касается доли растениеводческой продукции, то данный показатель в Курганской области в 2022 г. составил 77,9%, что на 21,6% больше, чем в 2018 г.

Что касается размера посевных площадей в регионе, то на протяжении анализируемого периода наибольшую долю занимали зерновые и зернобобовые культуры (более 77%), посевы картофеля и овощей открытого грунта занимали 1% и 0,2% соответственно. За последние 5 лет общая посевная площадь под сельскохозяйственными культурами в Зауралье увеличилась на 20,3 га (или на 1,5%) и составила в 2022 г. 1358,6 тыс. гектаров. Однако, намечена отрицательная тенденция снижения посевных площадей зерновых и зернобобовых культур, за анализируемый период они снизились на 4,5%. Данная динамика, прежде всего, была связана с низкой обеспеченностью готовыми землями, а также со сложившимися погодными условиями в регионе.

Общий объем производства зерна в Курганской области в 2022 году составил 2172,1 тыс. тонн, отметим, что увеличение за 2018-2022 гг. составило 31,1% (табл. 1). Также следует указать, что производителями зерновых и зернобобовых культур главными в регионе выступают сельскохозяйственные организации, на их долю в валовом выпуске зерна в 2022 году приходилось около 63%. Валовой выпуск картофеля в Курганской области в хозяйствах всех категорий за 2018-2022гг. снизился на 20,4%, а производство овощей открытого грунта в 2022 г. составило 74,3 тыс. тонн (80,3% к уровню 2022 г.). Большую часть в общем производстве картофеля и овощных культур занимают хозяйства населения. Так, в 2022 г. данной категорией хозяйств было выращено 53% от валового выпуска картофеля и 49% от общего сбора овощей.

Аграрный сектор экономики Курганской области, в основном, сконцентрирован на производстве растениеводческой продукции. В структуре стоимости выпущенной сельскохозяйственной продукции в Зауралье за 2018-2022 гг. доля продукции растениеводства в среднем составила 78,0%.

Поскольку растениеводство является ключевой отраслью сельского хозяйства региона, то данная сфера особенно нуждается в финансовой поддержке со стороны государственных структур, а увеличение производства приоритетных сельскохозяйственных культур, выращиваемых в области, является основной целью мероприятий в области государственного регулирования и поддержки сельскохозяйственной отрасли [5-9, 10].

Ежегодно в рамках государственного субсидирования растениеводства в Зауралье выделяется более 65% от общей суммы государственной поддержки АПК. В 2022 году



в целях дальнейшего функционирования и планомерного развития аграрной отрасли для Курганской области было направлено 1339,02 млн. рублей субсидий, при этом из федерального бюджета была выделена сумма в размере 1248,67 млн руб., из регионального — 90,35 млн руб. Общая сумма государственной поддержки сельского хозяйства региона за последние 5 лет увеличилась более, чем в 2,3 раза.

В составе субсидий по развитию растениеводческой отрасли в Курганской области в 2022 г. выделены такие направления, как финансирование затрат на производство и реализацию зерновых культур, стимулирование увеличения производства картофеля, овощей и масличных культур, финансирование различного рода мероприятий в рамках госпрограммы по эффективному вовлечению в оборот земель сельхозназначения и развитию мелиоративного комплекса и другие (рис. 2). Следует отметить, что данные направления государственной поддержки растениеводства в регионе отличаются достаточно сильной дифференциацией. Так, большая сумма финансирования представленной отрасли была направлена на производство и реализацию зерновых культур, а именно 326,45 млн руб. (более 42%).

Ежегодно в рамках Государственной программы по развитию сельского хозяйства и регулированию рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, которая действует до 2025 года появляется достаточно большое количество организационно-правовых новелл, которые постоянно вносят существенные изменения в действующую аграрную политику [11]. Начиная с 2020 года Курганская область, как и многие другие субъекты РФ, начала получать государственную поддержку АПК, связанную с получением двух видов субсидий — компенсирующей и стимулирующей.

В целом, характеризуя объемы бюджетного финансирования аграриев Зауралья, следует отметить, что характер мер государственной поддержки носит скорее «компенсационный» характер (табл. 2). Таким образом, финансирование сельскохозяйственных товаропроизводителей региона, главным образом, направлено на субсидирование расходов в растениеводстве, племенном животноводстве, молочном скотоводстве, а также мероприятий в области агрострахования. Размер компенсирующей субсидии для каждого субъекта РФ рассчитывается исходя из доли каждого региона в общем значении показателей по стране.

Отметим, что начиная с 1 января 2024 года для аграриев страны вступила в действие так называемая «объединенная» субсидия, которая объединила в себе существовавшие ранее компенсирующее и стимулирующее финансирования [12]. Появление данного вида субсидирования связано с выполнением поставленной государственным структурами задачи по продовольственной безопасности. На сегодняшний день этот новый вид государственной поддержки АПК включает в себя такие направления, как «элитное семеноводство, производство молока, развитие мясного скотоводства и племенного животноводства, поддержка северного оленеводства, развитие овцеводства и козоводства, поддержка малых форм хозяйствования, развитие аграрного страхования и другие» [7,12]. Из всех ведущих

Таблица 2. Динамика предоставления компенсирующей и стимулирующей субсидий в Курганской области в 2020-2023 гг. и на плановый период 2024 года, млн руб.

Table 2. Dynamics of the provision of compensatory and incentive subsidies in the Kurgan region in 2020-2023. and for the planning period 2024, million rubles

Показатель	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
Компенсирующая субсидия, млн руб.	311,7	296,8	266,8	263,1	248,8
Стимулирующая субсидия, млн руб.	414,7	268,9	176,2	174,4	156,8

Источник: рассчитано авторами по данным Федеральной службы государственной статистики по Курганской области и Департамента АПК по Курганской области

Таблица 3. Показатели оценки эффективности использования субсидий в области растениеводства в Курганской области

Table 3. Indicators for assessing the effectiveness of using subsidies in the field of crop production in the Kurgan region

Показатель	Количество баллов		
	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Число субъектов хозяйствования, у которых сумма субсидии на производство и реализацию зерновых культур выше среднего значения данного показателя	27	20	29
Число субъектов хозяйствования, у которых сумма субсидии на производство масличных культур выше среднего значения данного показателя	2	4	5
Число субъектов хозяйствования, у которых сумма субсидии на производство и реализацию картофеля и овощей выше среднего значения данного показателя	10	12	8
Число субъектов хозяйствования, у которых сумма субсидии на развитие мелиоративного комплекса выше среднего значения данного показателя	7	2	3
Число субъектов хозяйствования, у которых сумма субсидии на поддержку сельской кооперации выше среднего значения данного показателя	10	13	17
Итого баллов	56	51	62

Источник: рассчитано авторами по данным Департамента АПК по Курганской области

мероприятий, которые формируют новую «объединенную» субсидию пять направлений являются обязательными для всех регионов РФ, а остальные направления финансирования на очередной финансовый год, а также плановый период субъекты определяют самостоятельно. В 2024 году на поддержку АПК в целом по стране планируется выплатить «объединенную» субсидию в размере 49,4 млрд рублей, при этом наибольшую долю будет занимать поддержка производства молока (28,9%), развитие племенного животноводства — 15,4%, субсидирование малого предпринимательства в АПК — 11,3%.

Очевидно, что в Курганской области большая часть полученных за предыдущие годы субсидий относилась именно к компенсационной части государственной поддержки и была направлена на покрытие расходов субъектов хозяйствования, связанных с производством и реализацией зерновых и зернобобовых культур, масличных культур, увеличением объемов производства картофеля и овощей, а также проведением агротехнологических мероприятий. В целях проведения оценки эффективности использования выделенных бюджетных средств аграриями региона с помощью введенного показателя (критерий результативности) определим несколько групп получателей субсидий в области растениеводства (табл. 3).

В том случае, если значение субсидии по определенному направлению выше среднего значения данного показателя в среднем по региону, то критерий результативности принимает значение 1. Если же значение показателя государственной поддержки получается ниже среднего значения в среднем по региону, то

данный критерий соответствует нулевому значению. Полученные результаты свидетельствуют о том, что в целом за 3 года увеличилось число хозяйств, получающих государственную поддержку на развитие растениеводства выше среднего значения по области. Однако, снизилось число субъектов хозяйствования, получивших значительные суммы бюджетного финансирования на производство и реализацию картофеля и овощей, а также проведение мелиоративных мероприятий.

Следует отметить, что важнейшим звеном при распределении и доведении до получателей выделенных сумм бюджетного финансирования являются именно региональные власти, которые, к сожалению, на сегодняшний день не всегда характеризуются высокой дисциплиной по доведению выделенного федеральными структурами средствам субсидирования [13]. К примеру, за 2023 год из общей суммы государственной поддержки аграрной сферы страны до сельскохозяйственных товаропроизводителей были доведены только 19%, а в некоторых субъектах РФ данный показатель составил менее 10%. Кроме этого, аграрии получают суммы финансирования только к концу года, но при этом перечисления сумм из федерального бюджета регионы получают еще в начале финансового года. Таким образом, дальнейшая консолидация направлений государственной поддержки регионального АПК является неким вынужденным мероприятием, поскольку с появлением в 2020 году компенсирующей и стимулирующей субсидий многие регионы показали низкое кассовое исполнение по доведению сумм субсидий до сельскохозяйственных товаропроизводителей.





Выводы и рекомендации. В настоящее время наблюдаются значительные изменения в рамках различных форм государственной поддержки региональных сельскохозяйственных товаропроизводителей и процедур доведения субсидий до конечных потребителей. За последние три года данные изменения, преимущественно, связаны с объединением отдельных ранее независимых мероприятий в области государственного регулирования АПК в единую объединенную субсидию. Наглядным тому подтверждением является объединение с 2024 года компенсирующей и стимулирующей субсидий в единое направление господдержки АПК.

За период 2018–2022 гг. в Курганской области в 2,1 раза увеличился выпуск сельскохозяйственной продукции, производство продукции в растениеводческой отрасли выросло в 2,9 раз. Увеличение объемов производства в аграрной отрасли повлияло и на размер бюджетного финансирования региональных сельскохозяйственных товаропроизводителей. Так, общий объем государственной поддержки аграриев в Зауралье за исследуемый период увеличился более, чем в 2,3 раза. В области растениеводства доля финансирования значительно выше, чем в животноводстве. При этом, значительная часть субсидий в регионе направлена на покрытие затрат в области производства и реализации зерновых и зернобобовых культур. Однако, существенные изменения в области государственного регулирования АПК, происходящие в последние годы, требуют структурной перестройки всей системы бюджетного субсидирования аграриев и адаптации как государственных структур, так и самих сельскохозяйственных товаропроизводителей к новым условиям, происходящим в области аграрной политики.

Список источников

1. Shygaev A.A. The measures of state support for agriculture // *Modern Science*. 2018. № 1-2. С. 67-71.
2. Zhichkin K., Nosov V., Zhichkina L., Allen G., Kotar O., Fassenko T. Efficiency of regional agriculture state support // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. Krasnoyarsk, 2021. С. 22042.

Информация об авторах:

Шарапова Валентина Михайловна, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры бухгалтерского учета и аудита, Уральский государственный экономический университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1272-827X>, agroprom23@mail.ru

Шарапова Наталья Владимировна, доктор экономических наук, доцент, заведующая кафедрой бухгалтерского учета и аудита, Уральский государственный экономический университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5247-0683>, sharapov.66@mail.ru

Фарвазова Эвелина Азатовна, кандидат экономических наук, преподаватель кафедры экономической безопасности, финансов и учета Института экономики и права, Курганский государственный университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1134-9294>, linulya07@mail.ru

Шарапова Юрий Владимирович, кандидат экономических наук, доцент кафедры бизнес — информатики, Уральский государственный экономический университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5240-9292>, scharapov_yv@usue.ru

Information about the authors:

Valentina M. Sharapova, doctor of economic sciences, professor, professor of the department of accounting and auditing, Ural State Economic University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1272-827X>, agroprom23@mail.ru

Natalia V. Sharapova, doctor of economics, associate professor, head of the department of accounting and auditing, Ural State Economic University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5247-0683>, sharapov.66@mail.ru

Evelina A. Farvazova, candidate of economic sciences, teacher department of economic security, finance and accounting, institute of economics and law, Kurgan State University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1134-9294>, linulya07@mail.ru

Yuri V. Sharapov, candidate of economic sciences, associate professor, of the department of accounting and auditing, Ural State Economic University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5240-9292>, scharapov_yv@usue.ru

3. Буторина Г.Ю. Новые формы государственной поддержки малых форм хозяйствования в АПК региона // *Финансовая экономика*. 2019. № 11. С. 646-651.

4. Сидоренко О.В. Особенности формирования региональной зерновой политики // *Региональная экономика: теория и практика*. 2012. № 10. С. 31-37.

5. Саакян А.А. Инструменты государственной поддержки АПК Краснодарского края // *American Scientific Journal*. 2020. № 41-1 (41). С. 37-40.

6. Рябова Е.П., Петрова Е.И. Результаты государственной поддержки АПК // *Финансовый вестник*. 2022. № 4 (59). С. 78-82.

7. Шарапова В.М., Шарапова Н.В. Роль государственной поддержки в развитии отрасли молочного животноводства // *International Agricultural Journal*. 2020. Т. 63. № 5. С. 1.

8. Колесников А.В., Зигаева И.А. Эффективность государственной поддержки АПК // *Russian Economic Bulletin*. 2020. Т. 3. № 1. С. 32-38.

9. Чаусов Н.Н., Чаусова Л.А. Субсидирование инновационной деятельности в сельском хозяйстве Калужской области. Экономика АПК региона в условиях внешних и внутренних угроз: вызовы, задачи и тенденции развития: материалы Национальной (Всероссийской) научно-практической конференции. Усурийск: Издательство Приморской государственной сельскохозяйственной академии, 2020. С. 120-124.

10. Григорьева В.З., Шкрабтак Н.В., Праскова Ю.А., Пеков Д.Б. Государственная поддержка развития отрасли растениеводства в Амурской области // *Фундаментальные исследования*. 2021. № 4. С. 35-41.

11. Шарапова Н.В., Шарапов Ю.В., Шарапова В.М. Инструменты господдержки отрасли растениеводства // *Экономика и предпринимательство*. 2022. № 11 (148). С. 55-58.

12. Фарвазова Э.А., Медведева Т.Н. Методические подходы к дифференцированному распределению и эффективности использования средств господдержки АПК // *Экономика и бизнес: теория и практика*. 2021. № 4-2 (74). С. 220-226.

13. Семин А.Н., Логинов А.Л., Мальцев Н.В. Развитие механизмов государственной поддержки агропромышленного производства // *Russian journal of management*. 2022. Т. 10. № 4. С. 93-99.

References

1. Shygaev A.A. (2018). The measures of state support for agriculture. *Modern Science*, no. 1-2, pp. 67-71.
2. Zhichkin K., Nosov V., Zhichkina L., Allen G., Kotar O., Fassenko T. (2021). Efficiency of regional agriculture state support. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering, pp. 22042.
3. Butorina G.Yu. (2019). *Novye formy gosudarstvennoy podderzhki malyykh form khozyaistvovaniya v APK regiona* [New forms of state support for small businesses in the

region's agro-industrial complex]. *Finansovaya ehkonomika* [Financial Economics], no. 11, pp. 646-651.

4. Sidorenko O.V. (2012). *Osobennosti formirovaniya regional'noi zernovoi politiki* [Features of the formation of regional grain policy]. *Regional'naya ehkonomika: teoriya i praktika* [Regional economics: theory and practice], no. 10, pp. 31-37.

5. Saakyan A.A. (2020). *Instrumenty gosudarstvennoy podderzhki APK Krasnodarskogo kraya* [Instruments of state support for the agro-industrial complex of the Krasnodar Territory]. *American Scientific Journal*, no. 41-1 (41), pp. 37-40.

6. Ryabova E.P., Petrova E.I. (2022). *Rezultaty gosudarstvennoy podderzhki APK* [Results of state support for the agro-industrial complex]. *Finansovyi vestnik* [Financial Bulletin], no. 4 (59), pp. 78-82.

7. Sharapova V.M., Sharapova N.V. (2020). *Rol' gosudarstvennoy podderzhki v razvitiy otrasli molochnogo zhivotnovodstva* [The role of state support in the development of the dairy farming industry]. *International Agricultural Journal*, vol. 63, no. 5, pp. 1.

8. Kolesnikov A.V., Zigaeva I.A. (2020). *Effektivnost' gosudarstvennoy podderzhki APK* [Efficiency of state support for agro-industrial complex]. *Russian Economic Bulletin*, vol. 3, no. 1, pp. 32-38.

9. Chausov N.N., Chausova L.A. (2020). *Subsidirovaniye innovatsionnoy deyatel'nosti v sel'skom khozyaistve Kaluzhskoi oblasti*. *Ehkonomika APK regiona v usloviyakh vneshnikh i vnutrennikh ugroz: vyzovy, zadachi i tendentsii razvitiya: materialy Natsional'noi (Vserossiiskoi) nauchno-prakticheskoi konferentsii*. — Usuiriisk: Izd-vo Primorskoj gosudarstvennoy sel'skokhozyaistvennoy akademii, pp. 120-124.

10. Grigor'eva V.Z., Shkrabtak N.V., Praskova YU.A., Pekov D.B. (2021). *Gosudarstvennaya podderzhka razvitiya otrasli rasteniyevodstva v Amurskoi oblasti* [State support for the development of the crop production industry in the Amur region]. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental Research], no. 4, pp. 35-41.

11. Sharapova N.V., Sharapov YU.V., Sharapova V.M. (2022). *Instrumenty gospodderzhki otrasli rasteniyevodstva* [Instruments of state support for the crop production industry]. *Ehkonomika i predprinimatel'stvo* [Economics and Entrepreneurship], no. 11 (148), pp. 55-58.

12. Farvazova E.A., Medvedeva T.N. (2021). *Metodicheskie podkhody k differentsirovannomu raspredeleniyu i ehfektivnosti ispol'zovaniya sredstv gospodderzhki APK* [Methodological approaches to differentiated distribution and efficient use of state support funds for the agro-industrial complex]. *Ehkonomika i biznes: teoriya i praktika* [Economics and business: theory and practice], no. 4-2 (74), pp. 220-226.

13. Semin A.N., Loginov A.L., Mal'tsev N.V. (2022). *Razvitiye mekhanizmov gosudarstvennoy podderzhki agroproyshlennogo proizvodstva* [Development of mechanisms of state support for agricultural production]. *Russian journal of management*, vol. 10, no. 4, pp. 93-99.



Научная статья

УДК 332.132

doi: 10.55186/25876740_2024_67_4_429

ИНВЕСТИЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВО ЛОГИСТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

А.А. Кухаренко, М.Г. Паремужева, В.И. Гайдук

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия

Аннотация. Авторами проведено исследование, направленное на обоснование инвестиций в строительство логистического комплекса в сельском районе Краснодарского края. В настоящее время в стране наблюдается дефицит складских площадей, что свидетельствует об актуальности проекта. Реализацию данного проекта планируется осуществить за счет инвестиций ООО «Деметра СК», что позволит данной организации повысить конкурентоспособность за счет расширения сферы деятельности; более тесного сотрудничества с покупателями товара, предоставления им более широкого спектра услуг. За 5 лет чистый дисконтированный доход проекта составит 22930 тыс. руб., при ставке дисконтирования 15%, внутренняя норма доходности составляет 23,5%. Срок окупаемости проекта по данной ставке дисконтирования составляет 4,97 года. Кроме того, сельская местность, на которой будет реализовываться данный проект, получит дополнительное развитие инфраструктуры, повысится занятость населения, а также отчисления денежных средств в местный бюджет сельского поселения.

Ключевые слова: сельские территории, сельская местность, логистический комплекс, складские площади, инвестиции, инфраструктура

Original article

INVESTMENTS IN THE CONSTRUCTION OF A LOGISTICS COMPLEX AS A FACTOR IN THE DEVELOPMENT OF RURAL AREAS KRASNODAR TERRITORY

A.A. Kukharenko, M.G. Paremuzova, V.I. Gaiduk

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia

Abstract. The authors conducted a study aimed at substantiating investments in the construction of a logistics complex in a rural area of the Krasnodarsk Territory. Currently, there is a shortage of warehouse space in the country, which indicates the relevance of the project. The implementation of this project is planned to be carried out at the expense of investments by LLC "Demeter SK", which will allow this organization to increase competitiveness by expanding its field of activity; closer cooperation with buyers of goods, providing them with a wider range of services. Over five years, the net discounted income of the project will amount to 22,930 thousand rubles, at a discount rate of 15%, the internal rate of return is 23.5%. The payback period of the project at this discount rate is 4.97 years. In addition, the rural area where this project will be implemented will receive additional infrastructure development, increased employment, as well as contributions of funds to the local budget of the rural settlement.

Keywords: rural areas, rural area, logistics complex, storage areas, investments, infrastructure

Введение. Развитие экономики страны, в том числе ее сельских территорий, невозможно без инвестиций в создание логистической инфраструктуры, которая позволяла бы оказывать услуги по складскому хранению товаров.

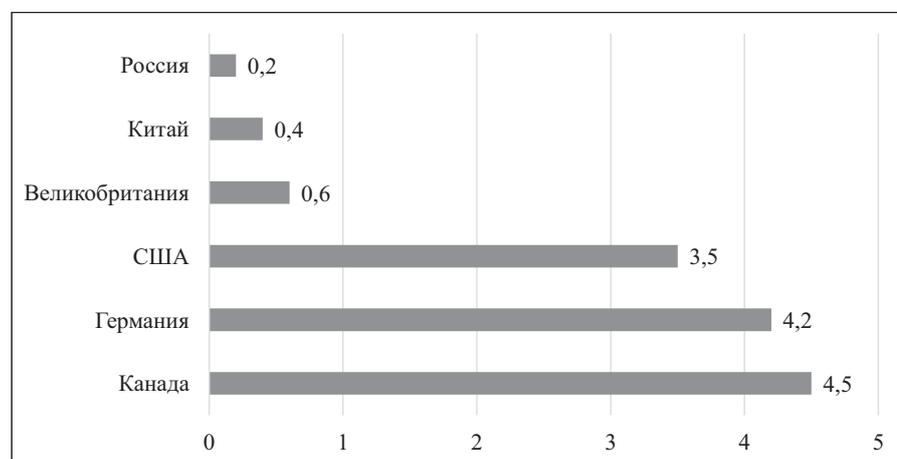
В России наблюдается отставание от развитых стран по обеспечению качественными складскими площадями (рис.). Исходя из данных рисунка, обеспеченность складской недвижимостью в расчете на 1 человека в нашей стране более чем в 20 раз меньше, чем в Германии или Канаде.

Кроме того, в Краснодарском крае данный показатель и того меньше, он составляет 0,1 м²/чел. [4, 5, 6], что говорит о большой востребованности современных складов, в том числе в сельской местности региона. Складское хозяйство, которое в настоящее время имеется на территории края, недостаточно эффективно используется, а порой находится в состоянии изношенности.

В условиях стремительного роста сельского хозяйства региона, спрос на складские помещения продолжает расти [2, 7]. На основании изложенного, авторы предлагают осуществить, на примере компании ООО «Деметра СК», реализацию проекта по строительству склада, который планируется реализовать в сельском районе Краснодарского края.

Основная часть. Основным видом деятельности ООО «Деметра СК» является оптовая торговля семенами, зерном, удобрениями и агрохимическими продуктами, кроме того, компания предоставляет услуги по хранению, складированию товара.

Выручка фирмы за период с 2020 по 2022 гг. увеличилась с 919681 тыс. руб. до 1943576 тыс. руб., рост составил 211% в процентном отношении и 1023895 тыс. рублей в денежном выражении [1].



Источник: [5]

Рисунок. Обеспеченность складской недвижимостью по странам, м²/чел.
Figure. Availability of warehouse real estate by country, m²/person



С целью проведения сравнительного анализа рыночной стоимости земельного участка под строительство складского комплекса, авторами осуществлен мониторинг данного рынка Краснодарского края. Исходя из проведенного исследования, авторы считают рациональным покупку земельного участка, расположенного в Динском районе, станица Пластуновская. Причинами выбора данного земельного участка являются:

- подходящая для реализации проекта площадь земельного участка;
- наиболее низкая стоимость земли, в пересчете на 1 га;
- близкое расположение с федеральной трассой М-4 (Дон).

Далее, с целью проведения сравнительного анализа рыночной стоимости работ по строительству складского комплекса, авторами осуществлен мониторинг данного рынка Краснодарского края. Исходя из проведенного исследования, авторы считают оптимальным заключение контракта на строительство логистического центра с ООО «РостСтройКом». Причинами выбора данной организации являются следующие факторы:

- наиболее низкая стоимость выполнения работ по строительству складского комплекса;
- наличие гарантии 3 года на выполненные работы;
- предоставление рассрочки платежа, гибкие условия оплаты.

Инвестиции в проект составят 100,0 млн руб. Финансирование проекта будет осуществляться за счет собственных денежных средств ООО «Деметра СК» из нераспределенной прибыли за прошлые периоды.

В ходе проведенного маркетингового исследования установлено:

- 36% потенциальных поставщиков предпочитают, чтобы площадь для ответственного хранения составляла до 50 м²;
- 33% опрошенных планируют хранить товар на площади от 50 до 150 м²;
- спрос на большой объем хранения от 150 м² составляет 31%.

Кроме того, установлено, что покупатели основной продукции ООО «Деметра СК» хотят получать дополнительные услуги в виде предоставления в аренду складских помещений, сортировки и формирования партий товара [3]. Также на территории логистического комплекса будет находиться офисное здание, помещения в котором могут предоставляться в аренду.

В таблице 1 представлен SWOT-анализ проекта по строительству логистического комплекса ООО «Деметра СК».

Авторами проведен мониторинг цен на услуги по ответственному хранению товара с поддержанием температурного режима и без него, а также по предоставлению в аренду складских и офисных помещений. На основании данного мониторинга сформирован прайс-лист на услуги, которые будут оказываться складским комплексом, который отражен в таблице 2.

Планируется, что потенциальными заказчиками услуг станет сформировавшаяся клиентская база покупателей основного товара ООО «Деметра СК».

Так, аграрии получают возможность закупать семена, средства защиты растений (СЗР), агрохимикаты, удобрения в любое время года, в том числе по выгодным ценам в межсезонье, а также осуществлять хранение неиспользованных остатков средств производства до следующего сельскохозяйственного сезона. Спрос потенциальных клиентов на услуги складского комплекса (в месяц) указан в таблице 3.

Кроме того, услуги данного логистического центра будут востребованы у производителей товара, которые смогут использовать складской комплекс в качестве хранилища своего товара и офисов для филиалов компаний. Несомненно, данный факт позволит производителям семян, средств защиты растений, агрохимикатов оказаться ближе к конечным покупателям.

Рассчитаем загрузку складского комплекса при реализации и запуске данного проекта. Планируется, что к началу 2025 г. логистический центр будет готов к эксплуатации, однако не будет загружен на полную мощность, ввиду временных затрат на поиск поставщиков продукции и настройку работы склада. Таким образом, выход на проектную мощность по реализации услуг логистического центра запланирован в 2026 г., а в 2025 г. логистический комплекс будет загружен на 40%, ввиду вышеуказанных обстоятельств. Объемы реализации услуг логистического центра отражены в таблице 4.

Предложенный проект по строительству складского комплекса способен приносить ООО «Деметра СК» дополнительный денежный доход.

Таблица 1. SWOT-анализ проекта по строительству складского комплекса
Table 1. SWOT analysis of the project for the construction of the warehouse complex

Сильные стороны	Слабые стороны
Увеличение объема предоставляемых услуг. Расширение сферы деятельности. Прямая связь покупателей товара с местом хранения товара. Повышение имиджа компании перед производителями товара. Возможность осуществлять деятельность в собственном офисе компании. Большой спрос арендаторов на аренду современных складских площадей.	Риск неполной загрузки складских площадей. Текущая квалификация персонала. Неразвита система управления складскими запасами. Отсутствие опыта предоставления данных услуг.
Угрозы	Возможности
Строительство новых аналогичных складских комплексов конкурирующими фирмами. Выход на рынок более крупных компаний. Повышение цен при строительстве склада и на его эксплуатацию.	Получение параллельного денежного потока помимо основного вида деятельности. Выход на новые рынки сбыта товара. Более тесное сотрудничество с покупателями товара. Появление интереса к ООО «Деметра СК» компаний из других отраслей экономики.

Источник: разработано авторами

Таблица 2. Услуги, предоставляемые логистическим центром
Table 2. Services provided by the logistics center

Наименование услуги	Тариф, ед. измерения, 1 м ²
Ответственное хранение семян, при поддержании определенной температуры	750,00 руб. в месяц
Ответственное хранение СЗР, без поддержания определенной температуры	600,0 руб. в месяц
Аренда склада	300,0 руб. в месяц
Аренда офисных помещений	800,0 руб. в месяц

Источник: разработано авторами

Таблица 3. Спрос потенциальных клиентов на услуги комплекса, в месяц
Table 3. Demand of potential customers for warehouse complex services, per month

Наименование товарных групп	Наименование объекта	Площадь, м ²
Ответственное хранение семян, при поддержании определенной температуры	Склад с кондиционированием	1500,0
Ответственное хранение СЗР, без поддержания определенной температуры	Сухой склад	3000,0
Аренда склада	Холодный склад	1500,0
Аренда офисных помещений	Административно-бытовой комплекс	400,0

Источник: разработано авторами

Таблица 4. Объемы реализации услуг логистического центра, м²
Table 4. Sales volumes of logistics center services, m²

План реализации	2025 г.	2026 г.	2027 г.	2028 г.
Ответственное хранение семян, при поддержании определенной температуры	6000	18000	18000	18000
Ответственное хранение СЗР, без поддержания определенной температуры	12000	36000	36000	36000
Аренда склада	6000	18000	18000	18000
Аренда офисных помещений	1600	4800	4800	4800

Источник: разработано авторами



Таблица 5. Результаты расчета финансово-хозяйственной деятельности складского комплекса, тыс. руб.
Table 5. The results of the calculation of the financial and economic activities of the warehouse complex, thousands of rubles

Показатель	Шаги расчетного периода						Итого
	2024 г.	2025 г.	2026 г.	2027 г.	2028 г.	2029 г.	
Инвестиционная деятельность	-100000					0	100000
Прирост чистых выгод от оперативной деятельности		14780,00	44340,00	44340,00	44340,0	44340,00	192140
Прирост чистых выгод от всех видов деятельности с учетом дисконтирования	-100000	12852,17	33527,41	29154,27	25351,5	22044,82	22930
Прирост чистых выгод с нарастающим итогом	-100000	-87147,8	-53620,4	-24466,1	885,3	22930,21	NPV

Источник: разработано авторами

Согласно нашим расчетам, в первый год деятельности логистический центр получит выручку в размере 14780 тыс. руб., далее планируется получение дохода в размере 44340 тыс. руб. ежегодно. Наиболее существенные затраты при эксплуатации складского комплекса связаны с зарплатой основного производственного персонала, а также с содержанием и обслуживанием склада. В целях проведения расчета целесообразности и прибыльности реализации проекта произведем расчеты показателей чистой приведенной стоимости (NPV) и внутренней нормы доходности (IRR), результаты которых представлены в таблице 5.

За 5 лет чистый дисконтированный доход проекта составит 22930 тыс. руб., при ставке дисконтирования 15%, внутренняя норма доходности составляет 23,5%. Срок окупаемости проекта по данной ставке дисконтирования составляет 4,97 года.

Исходя из финансово-экономической модели, логистический склад в первый год своей эксплуатации (2025 г.) получит убыток в размере 15655 тыс. руб. Данный факт обусловлен неполной загрузкой складских мощностей, а также существенными затратами. В целях поддержания эксплуатации складского комплекса в данный год нужно привлечь дополнительные денежные средства ООО «Деметра СК» из основного вида деятельности по оптовой торговле.

В последующие 3 года логистический комплекс будет приносить ООО «Деметра СК» стабильную прибыль в размере 11124 тыс. руб., что обусловлено выходом в данный период времени проекта на полную эксплуатационную мощность.

За период времени с 2025 по 2029 гг. логистический комплекс принесет ООО «Деметра СК» чистую прибыль в размере 28841 тыс. руб. Налог на прибыль на конец 2029 г. составит 11124 тыс. руб.

Вышеуказанные расчеты свидетельствуют об успешности запланированного проекта. За период с 2024 по 2029 гг. планируется поступление денежных средств от эксплуатации складского комплекса в размере 192140 тыс. руб. Экономические и финансовые показатели проекта приведены в таблице 6.

Исходя из представленного плана, в 2024 г. проведен опрос покупателей товара ООО «Деметра СК», изучены проекты по строительству логистических комплексов, подготовлен и утверждён паспорт проекта, сформирована организационно-ролевая структура проекта.

Основные мероприятия запланированы на 2024 г., среди них: подбор команды проекта и организация взаимодействия, покупка земельного участка, проведение мероприятий по землеотводу и постановке на кадастровый учет частей земельного участка, получение

Таблица 6. Экономические и финансовые показатели
Table 6. Economic and financial indicators

Объем продаж с нарастающим итогом, тыс. руб.	192140
Чистая стоимость денежных потоков (NPV), тыс. руб.	22930
Ставка дисконта, %	15
Внутренняя норма доходности (IRR), %	23,51

Источник: разработано авторами

Таблица 7. Эффективность проекта в зависимости от сценария
Table 7. Project effectiveness depending on the scenario

Сценарий	Вероятность реализации сценария, %	Фактор	Значение, % от плана	NPV, тыс. руб.	IRR, %	PB, лет
Пессимистический	20	Цены услуг	90	10637,19	18,9	5,46
		Объем услуг	90			
Оптимистический	30	Цены услуг	110	35223,23	27,5	4,61
		Объем услуг	110			
Наиболее вероятный	50	Цены услуг	100	22920,21	23,5	5
		Объем услуг	100			

Источник: разработано авторами

разрешения на строительства, оформление подключения земельного участка к городским сетям, строительные-монтажные работы по строительству логистического комплекса, закупка и постановка оборудования, ввод в эксплуатацию логистического комплекса, набор и обучение персонала парка.

При вложенных инвестициях в строительство логистического комплекса ООО «Деметра СК», при прогнозируемых объемах реализации услуг и их ценах, предложенный проект является надежным и рентабельным. Кроме того, реализация данного проекта благоприятно отразится на имидже ООО «Деметра СК», позволит компании упрочить свои позиции на соответствующем рынке Краснодарского края.

Проект по строительству и эксплуатации логистического комплекса ООО «Деметра СК» имеет умеренную степень риска, поскольку уже на этапе планирования четко сформирован круг заказчиков. В таблице 7 приведена эффективность проекта в зависимости от сценария.

Таким образом, в исследовании предложен проект по строительству логистического комплекса, который позволит повысить уровень текущей конкурентоспособности, узнаваемости. При этом мощности складских помещений можно использовать в качестве оказания услуг по сдаче их в аренду потенциальным арендаторам, а также оказания услуг по ответственному хранению товара.

Выводы. Создание собственного логистического центра ООО «Деметра СК» позволит:

– улучшить мониторинг товарооборота предприятия;

- усовершенствовать логистические цепочки доставки товара покупателям;
- создать возможность осуществлять хранение товара на собственном складе;
- повысить конкурентоспособность организации за счет более тесного сотрудничества с покупателями товара, предоставления им более широкого спектра услуг, расширения сферы деятельности;
- повысить эффективность бизнеса за счет прямой связи покупателей товара с местом хранения товара; уменьшения издержек предприятия за счет сокращения затрат на хранение товара у сторонних организаций, ускорения процесса обслуживания клиентов, упрощения документооборота и коммерческого учета.

Кроме того, сельская местность, на которой будет реализовываться данный проект получит дополнительное развитие инфраструктуры, повысится занятость населения, а также отчисления денежных средств в местный бюджет сельского поселения.

Список источников

1. Бухгалтерский баланс и отчет о финансовых результатах ООО «Деметра СК». Режим доступа: <https://bo.nalog.ru/organizations-card/10025113/> (дата обращения: 17.02.2024).
2. Кухаренко А.А., Заднепровский И.В. Государственное регулирование привлечения иностранных инвестиций в российскую экономику // Материалы III Национальной научно-практической конференции, Краснодар, 07 апреля 2022 г. Краснодар: ФГБУ «Российское энергетическое агентство» Минэнерго России, Краснодарский ЦНТИ — филиал ФГБУ «РЭА» Минэнерго России, 2022. С. 259-267. EDN MSWYGV





3. Кухаренко А.А., Кухаренко Д.Е., Гайдук В.И. Трансформация российского оптового рынка семян в условиях глобальной нестабильности // Материалы национальной научно-практической конференции, Краснодар, 07 июля 2022 г. Краснодар: ФГБУ «Российское энергетическое агентство» Минэнерго России, Краснодарский ЦНТИ — филиал ФГБУ «РЭА» Минэнерго России, 2022. С. 148-155. EDN CJVYEE

4. Трубилин А.И., Гайдук В.И., Головкин М.В. Проектный и инвестиционный менеджмент в условиях новой экономической реальности // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2023. № 103. С. 7-14.

5. New Retail. Режим доступа: https://new-retail.ru/novosti/retail/rossiya_otstает_ot_razvitykh_stran_po_obespechennosti_kachestvennymi_skladskimi_ploshchaduyami1565/ (дата обращения: 17.02.2024).

6. Гайдук В.И., Багмут С.В. Формирование оптового продовольственного рынка региона // Вестник Московского университета. Серия 6: Экономика. 2012. № 5. С. 77-85.

7. Berezovskiy, E.E., Kizim, A.A., Gayduk, V.I., Sekerin, V.D. (2017). Logistics tools during mergers and acquisitions. *Journal of Advanced Research in Law and Economics*, vol. 8, no. 8, pp. 2354-2360.

References

1. Bukhgalterskii balans i otchet o finansovykh rezultatakh OOO «Demetra SK» [Balance sheet and financial results report of Demeter SK LLC]. Available at: <https://bo.nalog.ru/organizations-card/10025113/> (accessed: 17.02.2024).

2. Kukhareno, A.A., Zadneprovskii, I.V. (2022). Gosudarstvennoe regulirovanie privlecheniya inostrannykh investitsii v rossiiskuyu ehkonomiku [State regulation of attracting foreign investments into the Russian economy]. *Materialy III Natsional'noi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Krasnodar, 07 aprelya 2022 g.* [Materials of the III National Scientific and Practical Conference text electronic edition, Krasnodar, April 07, 2022]. Krasnodar, Federal State Budgetary Institution "Russian Energy Agency" of the Ministry of Energy of the Russian Federation, Krasnodar Central Research Institute — branch of the Federal State Budgetary Institution "REA" of the Ministry of Energy of the Russian Federation, pp. 259-267. EDN MSWYGV

3. Kukhareno, A.A., Kukhareno, D.E., Gaiduk, V.I. (2022). Transformatsiya rossiiskogo optovogo rynka semyan v usloviyakh global'noi nestabil'nosti [Transformation of the Russian wholesale seed market in conditions of global instability]. *Materialy natsional'noi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Krasnodar, 07 iyulya 2022 g.* [Materials of the national scientific and practical conference, Krasnodar,

July 07, 2022]. Krasnodar, Federal State Budgetary Institution "Russian Energy Agency" of the Ministry of Energy of the Russian Federation, Krasnodar Central Research Institute — branch of the Federal State Budgetary Institution "REA" of the Ministry of Energy of the Russian Federation, pp. 148-155. EDN CJVYEE

4. Trubilin, A.I., Gaiduk, V.I., Golovko, M.V. (2023). Proektnyi i investitsionnyi menedzhment v usloviyakh novoi ehkonomicheskoi real'nosti [Project and investment management in the conditions of a new economic reality]. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceedings of the Kuban State Agrarian University], no. 103, pp. 7-14.

5. New Retail. Available at: https://new-retail.ru/novosti/retail/rossiya_otstает_ot_razvitykh_stran_po_obespechennosti_kachestvennymi_skladskimi_ploshchaduyami1565/ (accessed: 17.02.2024).

6. Gaiduk, V.I., Bagmut, S.V. (2012). Formirovanie optovogo prodovol'stvennogo rynka regiona [Formation of the wholesale food market in the region]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 6: Ehkonomika* [Moscow University bulletin. Series 6: Economy], no. 5, pp. 77-85.

7. Berezovskiy, E.E., Kizim, A.A., Gayduk, V.I., Sekerin, V.D. (2017). Logistics tools during mergers and acquisitions. *Journal of Advanced Research in Law and Economics*, vol. 8, no. 8, pp. 2354-2360.

Информация об авторах:

Кухаренко Андрей Андреевич, аспирант кафедры институциональной экономики и инвестиционного менеджмента, ORCID: <http://orcid.org/0009-0008-3082-0858>, i@akuharenko.ru

Паремужева Майя Григорьевна, ассистент кафедры институциональной экономики и инвестиционного менеджмента, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0357-4475>, maya_p_g@mail.ru

Гайдук Владимир Иванович, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой институциональной экономики и инвестиционного менеджмента, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9992-7647>, vi_gayduk@mail.ru

Information about the authors:

Andrey A. Kukhareno, graduate student of the department of institutional economics and investment management, ORCID: <http://orcid.org/0009-0008-3082-0858>, i@akuharenko.ru

Maya G. Paremuzova, assistant of the department of institutional economics and investment management, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0357-4475>, maya_p_g@mail.ru

Vladimir I. Gaiduk, doctor of economic sciences, professor, head of the department of institutional economics and investment management, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9992-7647>, vi_gayduk@mail.ru

✉ i@akuharenko.ru

VI Федеральный форум
SMART AGRO
Цифровая
трансформация в АПК

1 ноября 2024 г.

отель Continental,
г. Москва, ул. Тверская, 22

Организатор:
**COMNEWS
CONFERENCES**



Научная статья

УДК 633.18

doi: 10.55186/25876740_2024_67_4_433

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА РИСА В УСЛОВИЯХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

И.А. Приходько, М.А. Бандурин, Т.В. Гераскина

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина,
Краснодар, Россия

Аннотация. Производство риса обеспечивает продовольственную безопасность во многих странах мира и является стратегически важной сельскохозяйственной отраслью. Возделывание риса представляет собой множество этапов и процессов, для реализации которых требуется тщательное планирование. При этом технология производства риса является одной из самых ресурсоемких. Особые требования предъявляются не только к агротехнике, но и режиму орошения риса. В статье рассматриваются вопросы интенсификации производства риса в Краснодарском крае, которая заключается в комплексном подходе, включающем использование современных высокопродуктивных и качественных сортов риса, а также применение эффективных технологий обработки почвы, грамотное управление природными ресурсами и многие другие подходы. Комплексный подход должен включать не только количественные и качественные значения показателей и критериев, влияющих на процесс производства риса и саму его урожайность, но также учитывать их взаимосвязи, которые тоже существенно влияют на качество и количество получаемого зерна риса, и мелиоративное состояние почв. Отмечена значимость рациональной эксплуатации рисовых систем. Авторами приведены статистические данные, материалы научно-исследовательских учреждений, результаты производственных экспериментов и литературные источники различных факторов, влияющих на урожай риса, а также используют статистические и аналитические методы, на основе которых сделаны выводы, которые заключаются в необходимости цифровизации агропромышленного сектора России, оптимизации существующих технологий и повышении эффективности производства риса за счет создания цифровых моделей участков земледелия. Использование всех этих инструментов позволит создать пионерные в РФ природоподобные технологии и вывести эффективность сельского хозяйства на более высокий уровень.

Ключевые слова: рис, рисоводство, севообороты, удобрения, орошение, урожай, сельскохозяйственная продукция

Благодарности: исследование выполнено за счет средств гранта Российского научного фонда и Кубанского научного фонда № 22-17-20001.

Original article

ASSESSMENT OF THE POSSIBILITY OF INTENSIFICATION RICE PRODUCTION IN THE CONDITIONS OF THE KRASNODAR REGION

I.A. Prikhodko, M.A. Bandurin, T.V. Geraskina

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia

Abstract. Rice production ensures food security in many countries of the world and is a strategically important agricultural sector. Rice cultivation involves many steps and processes that require careful planning. At the same time, rice production technology is one of the most resource-intensive. Special requirements are imposed not only on agricultural technology, but also on the rice irrigation regime. The article discusses the issues of intensifying rice production in the Krasnodar region, which consists of an integrated approach, including the use of modern highly productive and high-quality varieties of rice, as well as the use of effective soil cultivation technologies, competent management of natural resources and many other approaches. An integrated approach should include not only quantitative and qualitative values of indicators and criteria affecting the process of rice production and its productivity itself, but also take into account their relationships, which also significantly affect the quality and quantity of the resulting rice grain, but also the reclamation state of the soil. The importance of rational operation of rice systems is noted. The authors provide statistical data, materials from research institutions, results of production experiments and literary sources of various factors affecting rice yield and using statistical and analytical methods, on the basis of which conclusions are drawn, which include the need for digitalization of the agro-industrial sector of Russia, optimization of existing technologies and improving the efficiency of rice production by creating digital models of farming plots. The use of all these tools will make it possible to create pioneering nature-like technologies in the Russian Federation and bring the efficiency of agriculture to a higher level.

Keywords: rice, rice farming, crop rotations, fertilizers, irrigation, harvest, agricultural products

Acknowledgments: the research was carried out with the financial support of a grant from the Russian Science Foundation and the Kuban Science Foundation No. 22-17-2001.

Введение. Одной из важнейших культур, которая обеспечивает продовольственную безопасность нашей страны, вот уже на протяжении долгого времени является рис [1-3]. Крупнейший регион России, который занимается рисоводством — это Краснодарский край [4]. В сравнение с современными площадями посевов риса других регионов, Краснодарский край является лидером по площадям посева и производству риса в России (табл. 1) [5].

Для получения устойчивого урожая риса в Краснодарском крае следует учитывать множество факторов [6], таких как климатические условия, типы почв, агротехника и управление ресурсами. В основной части представленной научной статьи рассмотрим некоторые из этих факторов.

Цель данного исследования — провести анализ, изучить статистические данные современного состояния рисоводства на Кубани, а также сделать выводы к выявленным проблемам.

В качестве исходного материала использованы статистические данные, материалы научно-исследовательских учреждений [8], результаты производственных экспериментов [9, 10] и литературные источники [11].

В процессе исследования применены статистический, аналитический методы.

Основная часть. Во-первых, подчеркнем такой фактор получения устойчивого урожая из учаемой зерновой культуры, как *выбор сортов*

Таблица 1. Динамика посевных площадей под рис в Краснодарском крае, тыс. га
Table 1. Dynamics of acreage under rice in the Krasnodar territory, thousand hectares

Годы	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Посевная площадь в России, тыс. га	203,0	211,0	201,0	190,0	197,0	202,0	208,0	187,0	182,0	194,0	196,2	187,5	174,0	189,6
Посевная площадь в Краснодарском крае, тыс. га	133,1	135,0	133,0	126,4	130,8	134,3	136,2	122,0	117,2	125,0	126,5	124,0	92,1	110,1



риса [12]. Исследованиями доказано [13, 14], что необходимо подбирать такие сорта, которые будут адаптированы к местным климатическим условиям и типам почв. Если обратиться к данным Федерального научного центра риса, можно сделать вывод о том, что в Краснодарском крае распространены современные сорта риса, которые имеют меньшую урожайность относительно новых более перспективных (табл. 2).

Из данных таблицы 2 напрашивается вывод: переход к новым перспективным сортам риса позволит повысить количество получаемого урожая.

Следующим рассмотрим такой фактор, как подготовка почвы к посеву. Обработка почвы перед посевом риса имеет огромное значение

для успешного роста и урожайности этой культуры [15]. Она имеет такие ключевые аспекты, как:

- улучшение структуры почвы: обработка почвы позволяет разрушить грунт, сделать его более рыхлым и хорошо проницаемым для воды и корневых растений. Это способствует лучшей циркуляции воды и питательных веществ в почве, что снижает риск засухи и позволяет корням риса легче проникать в глубокие слои почвы;
- уменьшение сорной растительности: обработка почвы помогает уничтожить сорняки и семена сорняков, что снижает конкуренцию между ними и растениями риса за воду, свет и питательные вещества.

Это способствует более высокой урожайности риса;

- подготовка почвы к удобрениям: обработка почвы позволяет лучше распределить удобрения и улучшает их доступность для корней риса;
- предотвращение болезней и вредителей: обработка почвы может помочь уничтожить патогенные микроорганизмы и вредителей, которые могут повредить рисовые растения. Это снижает риск заболеваний и увеличивает выход продукции;
- регулирование влажности почвы: правильная обработка почвы может помочь сохранить оптимальный уровень влажности, что критически важно для риса, так как эта культура чувствительна к недостатку воды.

В целом обработка почвы перед посевом риса способствует созданию оптимальных условий для роста, развития и урожайности этой культуры. Она повышает эффективность использования ресурсов, снижает риски и помогает обеспечить продовольственную безопасность.

Если обратиться к данным Росстата, можно заметить некую тенденцию снижения количества сельскохозяйственной техники (рис.). Отсюда возникает проблема нехватки сельскохозяйственной уборочной и почвообрабатывающей техники. Данная проблема очень важна, и с каждым годом этот вопрос требует все большего внимания.

Рисоводы пытаются компенсировать недостаток должной обработки почвы путем внесения излишних доз удобрений (табл. 3).

Переизбыток удобрений негативно сказывается на окружающей среде и здоровье человека, в том числе приводит к загрязнению почвы и грунтовых вод. Чрезмерное использование удобрений может привести к накоплению в продуктах питания вредных веществ, таких как нитраты и фосфаты. Эти вещества могут вызвать различные заболевания, включая рак и проблемы с сердцем. Кроме того, внесение излишних доз удобрений не только приводит к ухудшению качества окружающей среды, но и является экономически невыгодным, так как это приводит к увеличению затрат на производство сельскохозяйственной продукции.

Следующим рассмотрим один из важнейших факторов возделывания риса — орошение, так как рис является достаточно влаголюбивой культурой, которая для своего роста и развития требует большие объемы водных ресурсов. При выращивании данной зерновой культуры требуется особый подход проектирования режима орошения, который должен обеспечивать рациональное распределение воды.

Кроме того, примем во внимание, что правильно запроектированная рисовая оросительная система, кроме поддержания необходимой влажности почвы, имеет ряд других преимуществ, к примеру, выделим, что рис, как правило, выращивают на почвах, склонных к засолению. Благодаря тому, что рисовые поля большую часть своего вегетационного периода находятся в затопленном состоянии, орошение риса помогает предотвращать такой вид деградации почвы, как засоление путем вымывания солей. Также затопление рисовых полей способствует борьбе с сорной растительностью, может помочь в управлении некоторыми болезнями и вредителями, так как вода может смывать

Таблица 2. Сорта риса
Table 2. Rice varieties

Наиболее распространенные в производстве сорта риса		Новые перспективные сорта риса	
Сорт	Урожайность, ц/га	Сорт	Урожайность, ц/га
Рапан	90-100	Рапан 2	100-110
Хазар	90-100	Злата	100-110
Диамант	90-100	Исток	100-110
Флагман	90-100	Аполлон	110-120
Соната	8-90	Титан	110-120
		Партнер	110-120



Рисунок. Парк основных видов техники в сельскохозяйственных организациях на конец года, тыс. шт.
Figure. The park of the main types of equipment in agricultural organizations at the end of the year, thousand pieces

Таблица 3. Внесение минеральных удобрений под посевы в сельскохозяйственных организациях
Table 3. Application of mineral fertilizers for crops in agricultural organizations

Наименование	Годы						
	2010	2016	2018	2019	2020	2021	2022
Внесено минеральных удобрений — всего, млн т	1,9	2,3	2,5	2,7	3	3,3	3,4
В том числе:							
- азотных	1,2	1,4	1,5	1,7	1,9	2,1	2,2
- фосфорных	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7
- калийных	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5
Внесено минеральных удобрений на 1 га, кг:							
- всей посевной площади	38	49	56	61	69	75	74
- в том числе зерновых и зернобобовых	41	51	60	66	76	83	81
Удельный вес площади с внесенными минеральными удобрениями по всей посевной площади, %	42	53	59	61	67	71	72



Таблица 4. Урожаи риса по пласту трав и травосмесей
Table 4. Rice harvests by layer of grasses and grass mixtures

Предшественники	Урожай риса, ц/га	Число лет опытов
Люцерна, чистый посев	55,69	7
Клевер, чистый посев	52,60	7
Люцерна с райграсом высоким	52,24	9
Клевер с райграсом многоукосным	56,37	4
Клевер с тимофеевкой	53,11	8
Люцерна с клевером	53,86	7
Люцерна с клевером и тимофеевкой	56,08	5
Рис по рису 17 лет	26,45	5

болезнетворные организмы и уменьшать активность вредителей.

Правильное управление водными ресурсами и орошение играют решающую роль в успешном выращивании риса и обеспечении продовольственной безопасности страны.

Весьма важным соображением, определяющим возможность и целесообразность посевов риса, является расход оросительной воды. Оросительные нормы риса на Кубанской оросительной системе в среднем за последние годы составляет 18740 м³/га, а фактический показатель КПД в среднем равен 0,76.

Возможности дальнейшего расширения рисосеяния целиком определяются, таким образом, возможностью уменьшения оросительных норм риса. Общими мероприятиями по уменьшению оросительных норм риса являются:

- рациональный выбор территории рисосеяния;
- организация рисосеяния крупными массивами;
- повторное использование сбросных вод для орошения риса;
- сокращение периода затопления рисового поля.

Первые два из перечисленных условий выделяются вполне удовлетворительно как в фактически осуществленных, так и в проектируемых рисовых хозяйствах.

Что же касается возможности сокращения периода затопления рисового поля (укороченное и прерывистое затопление), то ее реализация всецело зависит от степени засоренности полей.

Решение проблемы борьбы с сорняками риса только при помощи затопления — невозможно. Главным дополнительным мероприятием и здесь является введение правильных севооборотов с многолетними травами. В результате и с этой точки зрения введение таких севооборотов отвечает потребностям рисосеяния на Кубани.

Не менее важным остается и такой фактор поддержания устойчивых и высоких урожаев риса, как *севообороты*.

Севооборот — это важная практика в сельском хозяйстве, включая выращивание риса. В длительно затопленной почве накапливаются токсичные для риса соединения: сероводород, закисные соединения железа — продукты жизнедеятельности анаэробной микрофлоры. Вполне понятно, что в такой обстановке любые дозировки удобрений не могут эффективно повысить плодородие почвы, так как рис не является типичным гидрофитом.

Соблюдение севооборотов при выращивании риса поможет увеличить урожайность, улучшить качество почвы и снизить риск забо-

лений и вредителей. Важно также учитывать местные климатические и почвенные условия при разработке плана севооборота.

Многолетние опыты рисовых хозяйств показывают, что при посеве риса по пласту многолетних трав 2-летнего пользования можно и без удобрений получать высокие урожаи риса (табл. 4).

Являясь хорошим предшественником для риса, травы вместе с тем и сами дают в обстановке рисовых севооборотов прекрасный урожай сена. Имеющиеся материалы позволяют утверждать, что в первый год посева можно получить 50, а во второй 100 ц сена сеянных трав с 1 га. Одной из лучших травосмесей для чередования с рисом является трехкомпонентная смесь люцерны с клевером и тимофеевкой.

Положительная роль трав в повышении урожаев риса полностью подтверждается практикой рисосеяния в рисоводческих хозяйствах Краснодарского края.

Изложенные материалы с бесспорной ясностью свидетельствуют, что травы являются хорошими предшественниками для риса и сами, в севообороте с рисом, дают высокие урожаи сена. Поэтому образцом грубейшего шаблона является имеющаяся в последние годы тенденция сокращения площадей под травами в хозяйствах Краснодарского края.

Выводы. На основе изученных материалов можно сделать заключение о том, что основным условием успешного развития рисосеяния является внимание к множеству факторов и тщательному планированию. К таковым относятся: эффективная технология обработки почвы; обеспечение водными ресурсами и управление водным режимом рисовых полей; рациональное использование удобрений; экологически безопасная защита от сорных растений, вредителей и болезней; выбор сортов растений, которые будут соответствовать не только почвенным и климатическим условиям, но и давать высокие и устойчивые урожаи. Все эти факторы должны быть учтены при планировании и уходе за рисовыми полями, чтобы обеспечить успешное развитие и высокий урожай риса.

Вместе с тем следует сказать, что за годы рисосеяния на Кубани сделаны и некоторые ошибки, в том числе несоблюдение севооборотов, агротехнологии, режима орошения. Задачей кубанских рисоводов является не только изжить эти ошибки на старых площадях рисосеяния, но и предупредить повторение их на заново вступающих в эксплуатацию рисовых системах. Этого можно достичь только путем соблюдения всех требований, предъявляемых к технологии возделывания риса, а так как факторов, критериев и показателей, влияющих на

нее очень много, то необходимо разрабатывать современные математические модели управления рисовыми агроландшафтами, выполнить цифровизацию рисовых оросительных систем, сформировать информационную базу данных, преимущественно реляционных. На финальном этапе формирования новых подходов в производстве риса должны быть разработаны природоподобные технологии, функционирующие на базе цифровых двойников рисовых оросительных систем.

Список источников

1. Приходько И.А., Парфенов А.В., Александров Д.А. Эколого-мелиоративные аспекты рационального природопользования в рисоводстве Кубани // Научно-образовательная среда как основа развития интеллектуального потенциала сельского хозяйства регионов России: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ, Чебоксары, 22 октября 2021 г. Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2021. С. 150-152.
2. Айдаров И.П., Арент К.П., Баякина В.П. и др. Мелиорация и водное хозяйство: справочник. М.: Росагропромиздат, 1990. Т. 6. 415 с.
3. Приходько И.А., Бандурин М.А., Якуба С.Н. Пути решения совершенствования рационального природопользования в границах мелиоративно-водохозяйственного комплекса Нижней Кубани // Роль мелиорации в обеспечении продовольственной безопасности, Москва, 14-15 апреля 2022 г. М.: Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова, 2022. С. 100-107.
4. Приходько И.А., Анненко А.Д. Инновационные технологии возделывания риса в условиях Краснодарского края // Экология речных ландшафтов: сборник статей по материалам V Международной научной экологической конференции, Краснодар, 30 декабря 2020 г. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2021. С. 139-145.
5. Владимиров С.А., Колесниченко В.В., Войтенко Д.А., Александров Д.А. Ресурсосберегающие и природоохраняющие технологии для решения экологических проблем на Кубани // Тенденции развития науки и образования. 2021. № 73-3. С. 112-115. doi: 10.18411/IJ-05-2021-113
6. Приходько И.А., Бандурин М.А., Степанов В.И. Задача выбора рациональных технологических операций при возделывании риса // International Agricultural Journal. 2021. Т. 64. № 5. doi: 10.24411/2588-0209-2021-10359
7. Демьянов С.И., Владимиров С.А. Основные направления перехода рисоводства Кубани на экологически безопасное устойчивое производство // Инновационные решения социальных, экономических и технологических проблем современного общества: сборник научных статей по итогам круглого стола со всероссийским и международным участием, Москва, 15-16 августа 2021 г. Т. 4. М.: ООО «Конверт», 2021. С. 23-25.
8. Крылова Н.Н., Иванов Н.А., Огрызко В.А. Совершенствование способа полива риса // Академия педагогических идей «Новация». Серия: Студенческий научный вестник. 2019. № 2 (февраль). URL: <http://akademnova.ru/page/875550>
9. Владимиров С.А., Дронов М.В., Александров Д.А. Оценка изменений водных ресурсов в бассейне реки Кубань // Актуальные вопросы аграрной науки: материалы Национальной научно-практической конференции, Ульяновск, 20-21 октября 2021 г. Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2021. С. 148-152.
10. Килиди А.И., Хатхоу Е.И., Александров Д.А. Аспекты ресурсосбережения в системе водораспределения на рисовые оросительные системы Кубани //





Тенденции развития науки и образования. 2021. № 71-2. С. 128-130. doi: 10.18411/lj-03-2021-67

11. Бандурин М.А., Приходько И.А., Бандурина И.П. Современные методы управления поливами на оросительных системах Юга России // Научная жизнь. 2021. Т. 16. № 8 (120). С. 986-997. doi: 10.35679/1991-9476-2021-16-8-986-997

12. Кружилин И.П., Ганиев М.А., Кузнецова Н.В., Родин К.А. Водопотребление риса и удельные затраты на формирование урожая зерна при разных способах полива // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 1 (49). С. 108-117. doi: 10.32786/2071-9485-2018-02-108-117

13. Суров А.О., Владимиров С.А. Проблемы рационального использования водных и земельных ресурсов в рисоводстве // Аспирант. 2021. № 6 (63). С. 151-153.

14. Владимиров С.А., Прокопенко В.В., Александров Д.А. Ресурсосберегающие мелиорации на Кубани в условиях маловодья // Тенденции развития науки и образования. 2021. № 71-2. С. 125-127. doi: 10.18411/lj-03-2021-66

15. Владимиров С.А., Кокота Д.К., Хилько А.С., Александров Д.А. Концепция устойчивого экологического рисоводства как основа развития мелиорации // Лесная мелиорация и эколого-гидрологические проблемы Донского водосборного бассейна: материалы Национальной научной конференции, Волгоград, 29-30 октября 2020 г. Волгоград: Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук, 2020. С. 247-251.

References

1. Prikhod'ko, I.A., Parfenov, A.V., Aleksandrov, D.A. (2021). Ehkologo-meliorativnye aspekty ratsional'nogo prirodopol'zovaniya v risovodstve Kubani [Ecological and meliorative aspects of rational nature management in the Kuban rice growing]. *Nauchno-obrazovatel'naya sreda kak osnova razvitiya intellektual'nogo potentsiala sel'skogo khozyaistva regionov Rossii: materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi 90-letiyu FGBOU VO Chuvashskii GAU, Cheboksary, 22 oktyabrya 2021 g.* [Materials of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 90th anniversary of the Chuvash State Agrarian University "Scientific and educational environment as the basis for the development of the intellectual potential of agriculture in the regions of Russia", Cheboksary, October, 22, 2021]. Cheboksary, Chuvash SAU, pp. 150-152.

2. Aidarov, I.P., Arent, K.P., Bayakina, V.P. i dr. (1990). *Melioratsiya i vodnoe khozyaistvo: spravochnik* [Reclamation and water management: handbook]. Moscow, Rosagropromizdat Publ., vol. 6, 415 p.

3. Prikhod'ko, I.A., Bandurina, M.A., Yakuba, S.N. (2022). Puti resheniya sovershenstvovaniya ratsional'nogo

prirodopol'zovaniya v granitsakh meliorativno-vodokhozyaistvennogo kompleksa Nizhei Kubani [Ways of solving the improvement of rational nature management within the boundaries of the reclamation and water management complex of the Lower Kuban]. *Rol' melioratsii v obespechenii prodovol'stvennoi bezopasnosti, Moskva, 14-15 aprelya 2022 g.* [The role of land reclamation in ensuring food security, Moscow, April, 14-15, 2022]. Moscow, VNIIGiM, pp. 100-107.

4. Prikhod'ko, I.A., Annenko, A.D. (2021). Innovatsionnye tekhnologii vozdel'yvaniya risa v usloviyakh Krasnodarskogo kraya [Innovative technologies of rice cultivation in the conditions of the Krasnodar territory]. *Ehkologiya rechnykh landshaftov: sbornik statei po materialam V Mezhdunarodnoi nauchnoi ehkologicheskoi konferentsii, Krasnodar, 30 dekabrya 2020 g.* [Collection of articles based on the materials of the V International Scientific Ecological Conference "Ecology of river landscapes", Krasnodar, December, 30, 2020]. Krasnodar, Kuban SAU, pp. 139-145.

5. Vladimirov, S.A., Kolesnichenko, V.V., Voitenko, D.A., Aleksandrov, D.A. (2021). Resursosberegayushchie i prirodokhrannye tekhnologii dlya reshenie ehkologicheskikh problem na Kubani [Resource-saving and environmental technologies for solving environmental problems in the Kuban]. *Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya* [Trends in the development of science and education], no. 73-3, pp. 112-115. doi: 10.18411/lj-05-2021-113

6. Prikhod'ko, I.A., Bandurina, M.A., Stepanov, V.I. (2021). Zadacha vybora ratsional'nykh tekhnologicheskikh operatsii pri vozdel'yvani risa [The task of choosing rational technological operations in rice cultivation]. *International Agricultural Journal*, vol. 64, no. 5. doi: 10.24411/2588-0209-2021-10359

7. Dem'yanov, S.I., Vladimirov, S.A. (2021). Osnovnye napravleniya perekhoda risovodstva Kubani na ehkologicheski bezopasnoe ustoiчивoe proizvodstvo [The main directions of the transition of Kuban rice farming to environmentally safe sustainable production: Innovative solutions to social, economic and technological problems of modern society]. *Innovatsionnye resheniya sotsial'nykh, ehkonomicheskikh i tekhnologicheskikh problem sovremennogo obshchestva: sbornik nauchnykh statei po itogam kruglogo stola so vsesossiiskim i mezhdunarodnym uchastiem, Moskva, 15-16 avgusta 2021 g.* [Innovative solutions to social, economic and technological problems of modern society: a collection of scientific articles based on the results of the round table with All-Russian and international participation]. Moscow, vol. 4, pp. 23-25.

8. Krylova, N.N., Ivanov, N.A., Ogryz'ko, V.A. (2019). Sovershenstvovanie sposoba poliva risa [Improving the method of watering rice]. *Akademiya pedagogicheskikh idei «Novatsiya». Seriya: Studencheskii nauchnyi vestnik* [Academy of Pedagogical Ideas "Innovation". Series: Student scientific bulletin], no. 2 (February). URL: <http://akademnova.ru/page/875550>

9. Vladimirov, S.A., Dronov, M.V., Aleksandrov, D.A. (2021). Otsenka izmenenii vodnykh resursov v basseine

reki Kuban' [Assessment of Changes in Water Resources in the Kuban River Basin]. *Aktual'nye voprosy agrarnoi nauki: materialy Natsional'noi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Ulyanovsk, 20-21 oktyabrya 2021 g.* [Topical issues of agricultural science: proceedings of the National scientific and practical conference, Ulyanovsk, October, 20-21, 2021]. Ulyanovsk, Ulyanovsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, pp. 148-152.

10. Kiliidi, A.I., Khatkhokhu, E.I., Aleksandrov, D.A. (2021). Aspekty resursosberezheniya v sisteme vodoraspre-deleniya na risovoye orositel'nye sistemy Kubani [Aspects of resource saving in the water distribution system for rice irrigation systems of the Kuban]. *Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya* [Trends in the development of science and education], no. 71-2, pp. 128-130. doi: 10.18411/lj-03-2021-67

11. Bandurina, M.A., Prikhod'ko, I.A., Bandurina, I.P. (2021). Sovremennye metody upravleniya polivami na orositel'nykh sistemakh Yuga Rossii [Modern methods of irrigation management in irrigation systems of the South of Russia]. *Nauchnaya zhizn'* [Scientific life], vol. 16, no. 8 (120), pp. 986-987. doi: 10.35679/1991-9476-2021-16-8-986-997

12. Kruzhilin, I.P., Ganiev, M.A., Kuznetsova, N.V., Rodin, K.A. (2018). Vodopotrebleniye risa i udel'nye zatraty na formirovaniye urozhaya zerna pri raznykh sposobakh poliva [Rice water consumption and unit costs for grain yield formation with different irrigation methods]. *Izvestiya Nizhnevolskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Proceedings of Nizhnevolskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education], no. 1 (49), pp. 108-117. doi: 10.32786/2071-9485-2018-02-108-117

13. Surov, A.O., Vladimirov, S.A. (2021). Problemy ratsional'nogo ispol'zovaniya vodnykh i zemel'nykh resursov v risovodstve [Problems of rational use of water and land resources in rice growing]. *Aspirant*, no. 6 (63), pp. 151-153.

14. Vladimirov, S.A., Prokopenko, V.V., Aleksandrov, D.A. (2021). Resursosberegayushchie melioratsii na Kubani v usloviyakh malovod'ya [Resource-saving melioration in the Kuban in conditions of low water]. *Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya* [Trends in the development of science and education], no. 71-2, pp. 125-127. doi: 10.18411/lj-03-2021-66

15. Vladimirov, S.A., Korkota, D.K., Khil'ko, A.S., Aleksandrov, D.A. (2020). Kontseptsiya ustoiчивого ehkologicheskogo risovodstva kak osnova razvitiya melioratsii [The concept of sustainable ecological rice farming as the basis for the development of land reclamation]. *Lesnaya melioratsiya i ehkologo-gidrologicheskie problemy Donskogo vodosbornogo basseina: materialy Natsional'noi nauchnoi konferentsii, Volgograd, 29-30 oktyabrya 2020 g.* [Materials of the National scientific conference "Forest Reclamation and ecological and hydrological problems of the Don catchment basin", Volgograd, October, 29-30, 2020]. Volgograd, FSC of Agroecology RAS, pp.247-251.

Информация об авторах:

Приходько Игорь Александрович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой строительства и эксплуатации водохозяйственных объектов, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4855-0434>, prikhodkoigor2012@yandex.ru

Бандурин Михаил Александрович, доктор технических наук, доцент, Заслуженный изобретатель Российской Федерации, декан факультета гидромелиорации, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0986-8848>, chepura@mail.ru

Гераскина Татьяна Вадимовна, аспирант, ORCID: <http://orcid.org/0009-0009-2471-8774>, georg-geraskin@mail.ru

Information about the authors:

Igor A. Prikhodko, candidate of technical sciences, associate professor, head of the department of construction and operation of water facilities, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4855-0434>, prikhodkoigor2012@yandex.ru

Mikhail A. Bandurina, doctor of technical sciences, associate professor, Honored inventor of the Russian Federation, dean of the faculty of hydro-reclamation, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0986-8848>, chepura@mail.ru

Tatyana V. Geraskina, graduate student, ORCID: <http://orcid.org/0009-0009-2471-8774>, georg-geraskin@mail.ru



Научная статья

УДК 338.43

doi: 10.55186/25876740_2024_67_4_437

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА НА ПРИГРАНИЧНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Н.Б. Ботоева, С.Н. Аюшеева, А.С. Михеева

Байкальский институт природопользования СО РАН, Улан-Удэ, Россия

Аннотация. Для удовлетворения возрастающего спроса на мировом рынке наша страна обладает высоким потенциалом по увеличению объемов сельскохозяйственного производства, в том числе производства органической продукции. В статье рассматриваются перспективы развития органического сельского хозяйства на приграничных территориях Республики Бурятия. Приграничные территории являются важнейшим ресурсом страны, в связи с особым геополитическим положением этих территорий, спецификой международных связей и приграничного сотрудничества. В статье дана классификация и характеристика социально-экономического развития каждого приграничного района. Сельское хозяйство является их основной специализацией. Аграрный сектор имеет четко выраженное животноводческое направление, зерновые культуры возделываются на кормовые цели для сельскохозяйственных животных. Проведен анализ современного состояния, представлена динамика ключевых показателей отраслей сельского хозяйства, выявлены инвестиционные проекты, реализуемые на данных территориях. Возможности перехода на органическое сельское хозяйство требуют рассмотрения вопросов существующих ограничений в хозяйственной деятельности приграничных территорий и возможные проблемы в организации и деятельности органических производств. Определены условия и факторы, ограничивающие развитие органического сельского хозяйства на приграничных территориях. Отмечается, что затраты на производство органической продукции выше, чем в традиционном сельском хозяйстве. Так, рассмотрен вопрос экономической эффективности производства, дана оценка дополнительных затрат. Авторы пришли к выводу, что на приграничных территориях есть перспективы развития органического сельского хозяйства.

Ключевые слова: органическое сельское хозяйство, приграничные территории, устойчивое развитие, экономическая специализация, социально-экономическое развитие, посевная площадь, урожайность, инвестиции

Благодарности: статья выполнена в рамках государственного задания Байкальского института природопользования Сибирского отделения РАН.

Original article

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF ORGANIC AGRICULTURE IN BORDER AREAS

N.B. Botoeva, S.N. Ayusheeva, A.S. Mikheeva

Baikal Institute of Nature Management SB RAS, Ulan-Ude, Russia

Abstract. To meet the growing demand in the world market, our country has high potential to increase the volume of agricultural production, including the production of organic products. The article discusses the prospects for the development of organic agriculture in the border areas of the Republic of Buryatia. Border territories are the most important resource of the country, due to the special geopolitical position of these territories, the specifics of international relations and cross-border cooperation. The article provides a classification and characteristics of the socio-economic development of each border territory. Agriculture is their main specialization. The agricultural sector has a clearly defined livestock sector; grain crops are grown for feed purposes for farm animals. An analysis of the current state is carried out, the dynamics of key indicators of agricultural sectors is presented, and investment projects being implemented in these territories are identified. The possibilities of transitioning to organic agriculture require consideration of the issues of existing restrictions in the economic activities of border areas and possible problems in the organization and operation of organic production. The conditions and factors limiting the development of organic agriculture in border areas have been identified. It is noted that the costs of producing organic products are higher than in traditional agriculture. Thus, the issue of economic efficiency of production was considered, and an estimate of additional costs was given. The authors came to the conclusion that there are prospects for the development of organic agriculture in border areas.

Keywords: organic agriculture, border areas, sustainable development, economic specialization, socio-economic development, sown area, yield, investment.

Acknowledgments: the article was carried out within the framework of the state assignment of the Baikal Institute of Environmental Management of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences.

Введение. На долю органической продукции в Российской Федерации приходится 0,13% всего продовольственного рынка страны. В 2021 году ведение органического сельского хозяйства осуществлялось на территориях 42 субъектов Российской Федерации (производителями, сертифицированными по российским стандартам). Органическое сельское хозяйство позволит сохранить высокий сельскохозяйственный потенциал страны в долгосрочной перспективе [1]. Органическое сельское хозяйство — совокупность видов экономической деятельности по выращиванию, производству и переработке органической сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, при которых применяются способы, методы и технологии, направленные на обеспечение благоприятного состояния окружающей среды, сохранение здоровья человека, сохранение и восстановление плодородия почв [2].

Food and Agriculture Organization of the United Nations (Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных наций) дает следующее определение: органическое сельское хозяйство — это целостная система управления производством, которая поддерживает и способствует здоровью агро-экосистемы, включая биологическое разнообразие, биологические циклы и биологическую активность почвы. Это система, которая делает упор на практику управления, а не на использование внешних сельскохозяйственных ресурсов, принимая во внимание, что конкретные региональные условия требуют собственных, адаптированных к своему региону систем. Согласно IFOAM — Organics International органическое сельское хозяйство опирается на экологические процессы, биоразнообразие и циклы, адаптированные к местным условиям, а не на

использование ресурсов с неблагоприятными последствиями. Таким образом, органическое сельское хозяйство должно быть адаптировано к условиям конкретной местности, территории, региона.

Республика Бурятия — субъект Российской Федерации, расположенный в южной части Восточной Сибири, в Забайкалье. С ноября 2018 года входит в состав Дальневосточного федерального округа. На юге граничит с Монголией, на юго-западе — с Республикой Тыва, на северо-западе — с Иркутской областью (с 500-километровым участком по акватории Байкала), на востоке — с Забайкальским краем. Западная граница территории республики омывается водами озера Байкал [3]. Байкал является природным резервуаром пятой части мировых запасов пресной воды высочайшего качества [4]. Озеро Байкальская природная территория (БПТ) имеют особый



статус, закрепленный не только на федеральном, но и на мировом уровне. 5 декабря 1996 года Байкал был включен в Список природного наследия ЮНЕСКО [5]. Почти вся территория республики входит в БПТ, занимая 42,6% центральной экологической зоны (37,7 тыс. кв. км) и 74,7% буферной экологической зоны (163,8 тыс. кв. км). На БПТ запрещаются или ограничиваются виды деятельности, при осуществлении которых оказывается негативное воздействие на уникальную экологическую систему озера Байкал [6].

Республика Бурятия — приграничный регион, занимающий ключевое место в развитии российско-монгольских отношений. По территории республики проходят Транссибирская и Байкало-Амурская магистрали, которые соединяют центральные части России с Китаем, Монголией, со странами Юго-Восточной Азии. Из всех субъектов России, граничащих с Монголией, Бурятия имеет самую протяженную границу — более 1200 км.

Бурятия стратегически важный регион как в геоэкологическом, так и в геополитическом отношении. Просторы региона, экологические ограничения, разнообразие природно-климатических условий, естественных ресурсов и форм жизнедеятельности делают регион идеальным полигоном для отработки научных направлений и практического внедрения различных теоретических разработок.

Материалы и методы. В Законе Республики Бурятия от 18 марта 2019 года № 360-VI [7] отмечено, что ведущей отраслью экономики Республики Бурятия является промышленность, доля в поступлениях налоговых платежей в консолидированный бюджет Республики Бурятия составляет порядка 40,0%. Стратегическим направлением развития признан туризм. Структура туризма по целям поездок свидетельствует о преимущественно рекреационном характере посещений: на долю досуга, рекреации и лечебно-оздоровительного туризма приходится порядка 60,0% всех туристических визитов. А приоритетной отраслью является агропромышленный комплекс (АПК). В АПК республики создается до 7,0% ВРП и занято порядка 8,0% от общей численности занятых в экономике Республики Бурятия.

«Развитие агропромышленного комплекса напрямую связано с качеством и уровнем жизни сельского населения и социально-экономическим развитием сельских муниципальных образований в целом», — сказано в Распоряжении Правительства РФ от 8 сентября 2022 года № 2567-р [8]. «Значение сельских территорий Российской Федерации стремительно растет в условиях углубляющейся глобализации при одновременном усилении значения природных и территориальных ресурсов в развитии страны», — Распоряжение

Правительства Российской Федерации от 2 февраля 2015 года № 151-р [9].

Согласно Постановлению Правительства Республики Бурятия от 27 марта 2020 года № 158 [10], основными причинами сложившейся в течение нескольких десятилетий неблагоприятной ситуации в развитии села являются остаточный принцип финансирования развития социальной и инженерной инфраструктуры, автомобильных дорог в сельской местности, преобладание дотационности бюджетов на уровне сельских поселений. В результате на селе сложилась неблагоприятная демографическая ситуация, прогрессирует обезлюдение сельских территорий, преобладает низкий уровень развития инженерной и социальной инфраструктуры, автомобильных дорог.

Приграничные территории являются важнейшим ресурсом страны, развитие которого связано не только с внутривнутриполитическим курсом России, но и с особым геополитическим положением этих территорий, спецификой международных связей и приграничного сотрудничества (Распоряжение Правительства РФ от 28 октября 2015 г. № 2193-р) [11].

По Распоряжению Правительства Республики Бурятия от 22 мая 2023 года № 357-р [12] к приграничным территориям Республики Бурятия отнесены муниципальные образования, прилегающие к государственной границе Российской Федерации с Монголией — Джидинский, Закаменский, Кяхтинский, Окинский и Тункинский районы (табл. 1). Численность населения на 1 января 2023 года составляет 103 тыс. человек, или 10,6% общего числа населения всего региона [13]. Приграничные территории занимают площадь равную 66,9 тыс. км² [4].

Далее представлена краткая характеристика социально-экономического развития каждого приграничного района Республики Бурятия [4, 12, 13].

Джидинский район. Районный центр — с. Петропавловка. Площадь — 8,6 тыс. км² (2,4% от территории Республики Бурятия). В состав Джидинского района входят 22 сельских поселения. Численность населения на 01.01.2023 — 21,5 тыс. человек. Экономическая специализация района — агропромышленный комплекс. В сельском хозяйстве занято 15,4% населения. Состояние сферы ЖКХ характеризуется высоким уровнем износа — 72,5%. Нормативным требованиям соответствует 55% автомобильных дорог местного значения.

Закаменский район. Районный центр — г. Закаменск. Площадь — 15,3 тыс. км² (4,4% от территории Республики Бурятия). В состав Закаменского района входят 1 городское и 22 сельских поселения. Численность населения на 01.01.2023 — 23,9 тыс. человек. Экономическая

специализация — АПК, горнодобывающая промышленность (добыча и обогащение вольфрамолибденовой руды, добыча угля), черная металлургия (производство стального, чугуна, бронзового литья, деталей к горно-шахтному оборудованию). Преобладающая часть населения занята в сфере сельского хозяйства — 45%, в промышленности — 9,3%. Уровень износа коммунальной инфраструктуры — 80%. Нормативным требованиям соответствует 46,6% автомобильных дорог местного значения, или 256,6 км.

Кяхтинский район. Районный центр — г. Кяхта. Площадь — 4,6 тыс. км² (1,3% от территории Республики Бурятия). В состав Кяхтинского района входят 2 городских и 15 сельских поселений. Численность населения на 01.01.2023 — 31,8 тыс. человек. Экономическая специализация — АПК. В сельском хозяйстве занято 11,1% населения. Уровень износа инфраструктуры ЖКХ в среднем по району в 2021 г. составил 60,4%. Протяженность автомобильных дорог местного значения составляет всего 593,4 км, не отвечающие требованиям — 222,9 км. (37,6%).

Окинский район. Районный центр — с. Орлик. Площадь — 26,6 тыс. км² (7,6% от территории Республики Бурятия). В состав Окинского района входят 4 сельских поселения. Численность населения на 01.01.2023 — 5,3 тыс. человек. Экономическая специализация — горнодобывающая промышленность (найден и разведано более двух десятков месторождений золота, редких металлов, бокситов, фосфоритов, асбеста, графита, нефрита и строительных материалов). Общая протяженность дорог местного значения Окинского района составляет 442,5 км, не отвечает нормативным требованиям — 95,4%.

Тункинский район. Районный центр — с. Кырен. Площадь — 11,8 тыс. км² (3,3% от территории Республики Бурятия). В состав Тункинского района входят 14 сельских поселений. Численность населения на 01.01.2023 — 20,4 тыс. человек. Экономическая специализация — АПК, туризм, лесное и деревообрабатывающее производство. В сельском хозяйстве занято 42,5%, в туризме — 10,5% населения. Состояние сферы ЖКХ характеризуется высоким уровнем износа коммунальной инфраструктуры — 84%. Общая протяженность дорог Тункинского района составляет 566,546 км., не отвечающих нормативным требованиям 59,7%.

Согласно [11] приграничные территории можно распределить на 4 основные группы (табл. 2). Приграничные городские округа с высокой концентрацией населения и экономики, с положительным миграционным салдо в Бурятии отсутствуют. Остальные приграничные территории Бурятии исходя из анализа социально-экономического положения распределены по 3 группам. Тункинский, Закаменский и Окинский районы определены как центры роста, но при этом на их территориях отмечается ежегодное сокращение численности населения, миграционный отток и т.д.

Определенное влияние на снижение численности населения ввиду миграционной или естественной убыли оказывают особенности проживания на этой территории, в том числе сложные природно-климатические факторы, снижение доступности медицинской помощи, низкий уровень жизни, отсутствие либо неудовлетворительное состояние социальной и жилищно-коммунальной инфраструктуры, отсталость и неразвитость экономики приграничных территорий.

Таблица 1. Характеристика приграничных территорий
Table 1. Characteristics of border territories

Приграничные территории	Площадь, тыс. км ²	Население, тыс. человек	Экономическая специализация
Джидинский район	8,6	21,5	АПК
Закаменский район	15,3	23,9	АПК, горнодобывающая промышленность, черная металлургия
Кяхтинский район	4,6	31,8	АПК
Окинский район	26,6	5,3	горнодобывающая промышленность
Тункинский район	11,8	20,4	АПК, туризм, лесное и деревообрабатывающее производство

Составлено авторами по: [4], [12], [13]



Таблица 2. Классификация приграничных территорий
Table 2. Classification of border territories

Группы	Приграничные территории
приграничные городские округа с высокой концентрацией населения и экономики, с положительным миграционным салдо	
экономически активные (центры роста) муниципальные образования, отмечается ежегодный отток населения и значительное отставание социальных показателей от среднего уровня по России и округу	Тункинский район, Закаменский район, Окинский район
районы средней экономической активности, требующие точечного решения вопросов социальной сферы в целях снижения оттока и закрепления населения	Кяхтинский район
районы, не обладающие значительным экономическим потенциалом, где отмечается ежегодный отток населения и значительное отставание социальных показателей от среднего уровня по России, округу и региону в целом	Джидинский район

Источник: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 28 октября 2015 г. № 2193-р «Об утверждении Концепции развития приграничных территорий субъектов Российской Федерации, входящих в состав Дальневосточного федерального округа»

Результаты и обсуждение. В экономике муниципальных образований значительна доля сельскохозяйственного производства и удельный вес личных подсобных и других индивидуальных хозяйств граждан. Так, согласно Всероссийской сельскохозяйственной микропереписи от 1 августа 2021 года [14], агропромышленный комплекс Джидинского района включает в себя 9 сельскохозяйственных организаций, 78 КФХ и ИП. Наибольшее число ЛПХ в Тункинском районе — 9124. Наименьшее количество объектов по всем категориям в Окинском районе.

Растениеводство приграничных территорий представляет собой производство следующих культур [15]: зерновые, кормовые, картофель и овощи. Кормовые культуры выращивают во всех приграничных территориях, зерновые культуры, картофель и овощи — в 4 районах. В Окинском районе мало благоприятных земель, в фермерских и личных хозяйствах выращивают только кормовые культуры. В отрасли животноводства на приграничных территориях представлены

подотрасли: молочное и мясное скотоводство, свиноводство, птицеводство, коневодство, овцеводство, яководство. Молочное скотоводство развито в Джидинском, Кяхтинском и Тункинском районах, мясное скотоводство во всех районах, овцеводство в Джидинском и Кяхтинском районах, яководство в Окинском районе (табл. 3).

Если в целом по Российской Федерации в продукции сельского хозяйства наибольший удельный вес занимает продукция растениеводства, то для Бурятии характерна животноводческая направленность. Удельный вес продукции животноводства в 2022 году в республике составил 66,4%, в России — 42,2%. [16]. В сельском хозяйстве приграничных территорий также, как и по республике в целом, превалирует отрасль животноводства. Удельный вес продукции животноводства на приграничных территориях в 2022 году составил 74%, а продукции растениеводства — 26% [13] (рис. 1).

У приграничных территорий лидирующие позиции по республике по поголовью КРС, ло-

шадей, овец и коз (рисунок 2). Удельный вес приграничных территорий в общем поголовье КРС — 37,7%, овец — 32,5%, лошадей — 49,3%. Самое большое поголовье крупного рогатого скота, овец и коз по республике содержится в Джидинском районе (39879 и 52382 голов), поголовье лошадей — в Закаменском районе. Если рассматривать поголовье по категориям хозяйств, то здесь можно отметить, что значительная доля поголовья КРС в хозяйствах населения, а поголовья овец и коз в КФХ и у ИП.

Производство продукции животноводства в хозяйствах всех категорий представлено в таблице 4. Наибольшие показатели производства продукции животноводства в Джидинском районе: в хозяйствах всех категорий произведено 11 453 тонн молока, 5311 тонн скота и птицы в живом весе, 75 т. шерсти. В Кяхтинском районе — яиц (1920 тыс. шт.).

Отрасль животноводства в большей мере зависит от кормовой базы, создаваемой в растениеводстве. А производство продуктов растениеводства, в свою очередь, находится в сильной зависимости от природно-климатических условий. Период с 2015-2017 годы для организаций сельского хозяйства проходил в сложнейших климатических условиях, из-за сильнейшей засухи в большинстве районов республики ежегодно вводился режим ЧС, в т. ч. и на приграничных территориях.

Общая площадь сельскохозяйственных угодий Джидинского района равна 73,9 тыс. га (табл. 5), из них половина принадлежит сельскохозяйственным предприятиям. В остальных районах большая часть угодий в собственности ЛПХ.

Что касается структуры сельскохозяйственных угодий приграничных территорий, то здесь можно отметить, что в Джидинском районе преобладают пастбища (43%), в Закаменском и Кяхтинском — сенокосы (61% и 56%) (рис. 3).

Таблица 3. Направления отраслей сельского хозяйства приграничных территорий
Table 3. Directions of agricultural sectors in border areas

Приграничные территории	Животноводство	Растениеводство
Джидинский район	Мясное, молочное скотоводство, коневодство, овцеводство, свиноводство, птицеводство	Зерновые, кормовые, картофель, овощи
Закаменский район	Мясное скотоводство, коневодство	Зерновые, кормовые, картофель, овощи
Кяхтинский район	Мясное, молочное скотоводство, овцеводство, свиноводство, птицеводство,	Зерновые, кормовые, картофель, овощи
Окинский район	Мясное скотоводство, коневодство, яководство	Кормовые
Тункинский район	Мясное, молочное скотоводство	Зерновые, кормовые, картофель, овощи

Составлено авторами по [13], [15].

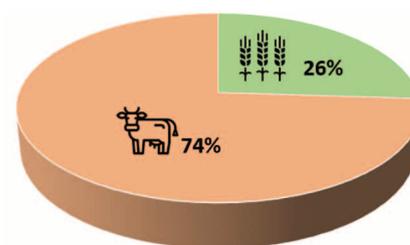


Рисунок 1. Производство продукции сельского хозяйства на приграничных территориях в 2022 году, %
Figure 1. Agricultural production in border areas in 2022, %

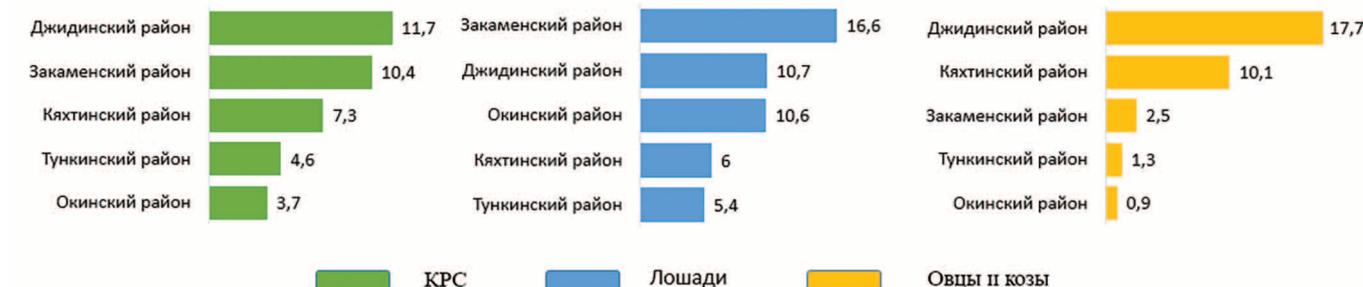


Рисунок 2. Удельный вес приграничных территорий в общем поголовье КРС, лошадей, овец и коз по республике, %
Figure 2. Share of border territories in the total population Cattle, horses, sheep and goats in the republic, %

Составлено авторами по [13].





По данным Всероссийской сельскохозяйственной переписи за 2016 г. [17] и данным Бурятстата [13, 18] наибольшие изменения посевной площади произошли в Джидинском районе. За 6 лет площадь сократилась в 3 раза (табл. 6). Это связано с почвенной засухой, которая отмечалась на большинстве сельскохозяйственных угодий республики с 2015-2017 гг.

Неблагоприятные погодные условия за период 2015-2017 гг. явились причиной и сокра-

щения валового сбора зерновых культур и падения урожайности в Джидинском районе. Если в 2014 году валовой сбор зерновых в районе составлял 23 тыс. тонн, то в период засухи — всего лишь 4 тыс. тонн (рис. 4). Таким образом, на протяжении нескольких лет хозяйства не получали планового урожая зерновых культур. В Кяхтинском районе зерновых в 2022 году собрали 13,6 тыс. тонн, что выше уровня 2014 г. на 3,3 тыс. тонн, а в период засухи валовой сбор

составлял 1,8 тыс. тонн. Всего сельхозпроизводителями приграничных территорий суммарно получено 27,7 тыс. тонн зерна. Основными производителями зерновых культур остаются сельскохозяйственные организации. По урожайности все приграничные территории вернулись и даже улучшили показатель 2014 г.

В результате засухи в Джидинском районе погибло и списано зерновых и кормовых культур на площади 14164 гектар на общую сумму 92 млн. рублей. Около 29 тыс. га в дальнейшем невозможно использовать для посева сельскохозяйственных культур [19]. Вследствие недополучения урожая на площади 29 тыс. га при средней урожайности 11,4 ц/га потери могут составить около 100 млн рублей.

Согласно Постановлению Правительства Республики Бурятия от 28 февраля 2013 года № 102 [20] к устойчивому развитию сельских территорий приведет интенсивное развитие сельскохозяйственного производства на базе эффективно функционирующих организаций, реализующих крупные инвестиционные проекты в АПК. Также на приграничных территориях необходимо совершенствование природоохранной инвестиционной политики [21]. Высокие значения экологической емкости представляют больше возможностей для социально-экономического развития, привлечения инвестиций, внедрения инноваций и устойчивого развития. Таким образом, для решения имеющихся на приграничных территориях экономических, социальных и экологических задач необходим широкий спектр инструментов.

В сфере АПК на приграничных территориях реализуются следующие инвестиционные проекты [22]: 1. Организация производства консервов из мяса яка и изюбря в с. Орлик Окинского района (идет поиск соинвестора); 2. Развитие мясного скотоводства в целях обеспечения бесперебойной поставки сырья убойных пунктов в Джидинском районе (в рамках проекта предоставляются земельные участки в долгосрочную аренду без проведения торгов; общий объем инвестиций по проекту составляет 30 млн. руб.)

Рынок органической продукции в России находится в стадии формирования. С 1 января 2020 г. вступил в силу Федеральный закон «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». По экспертным оценкам, доля отечественной продукции на российском рынке органической продукции в 2021 году составила 37%, а в некоторых массовых сегментах

Таблица 4. Производство продукции животноводства на приграничных территориях
Table 4. Production of livestock products in border areas

Приграничные территории	Скот и птица на убой, т. (в живом весе)	Молоко, т	Яйцо, тыс. шт.	Шерсть, т. (в физическом весе)
Джидинский район	5311	11453	1806	75
Закаменский район	3823	4789	250	10
Кяхтинский район	3056	6923	1920	44
Окинский район	1374	749	11	3
Тункинский район	2086	7347	406	6

Составлено авторами по [15].

Таблица 5. Площадь сельскохозяйственных угодий по категориям хозяйств, гектаров
Table 5. Area of agricultural land by farm category, hectares

Приграничные территории	с/х организации	КФХ	ЛПХ	Общая площадь
Джидинский район	37 641,00	24 150,10	12 065,47	73 856,57
Закаменский район	14 430,00	4 294,50	15 153,32	33 877,82
Кяхтинский район	22 196,00	8 870,80	33 091,49	64 158,29
Окинский район	... ¹⁾	542,50	2 246,54	
Тункинский район	490,50	6 916,83	5 895,25	13 302,58

¹⁾ Данные не публикуются в целях обеспечения конфиденциальности первичных статистических данных

Составлено авторами по [14].

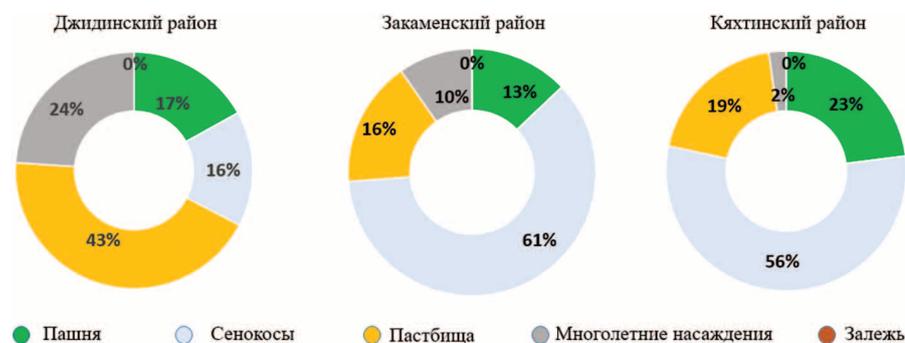


Рисунок 3. Структура сельскохозяйственных угодий приграничных территорий, %
Figure 3. Structure of agricultural land in border areas, %

Составлено авторами по [14].

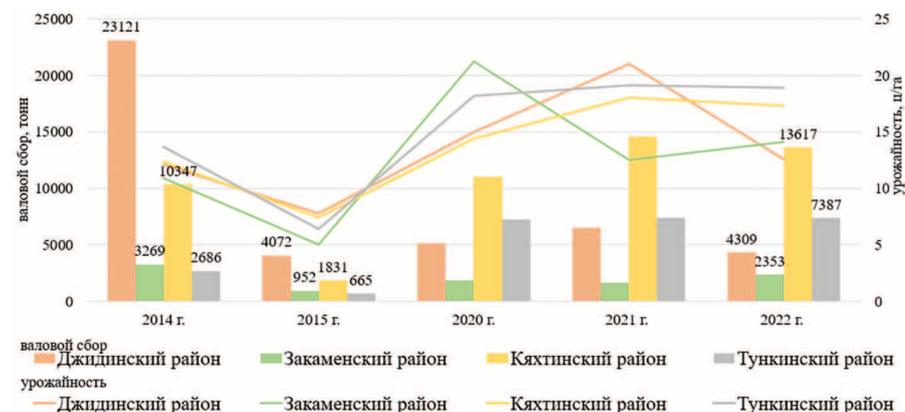


Рисунок 4. Валовой сбор и урожайность зерновых культур
Figure 4. Gross harvest and yield of grain crops

Составлено авторами по [13], [18].

Таблица 6. Изменение посевных площадей приграничных территорий, гектар
Table 6. Change in sown areas of border territories, hectares

Приграничные территории	2016	2020	2021	2022
Джидинский район	21037	10908	9351	6543
Закаменский район	3961	3468	3572	3272
Кяхтинский район	13272	11580	11776	11832
Окинский район	944	310	133	238
Тункинский район	4904	5554	5217	5326

Составлено авторами по [13], [15], [17].



Таблица 7. Оценка дополнительных затрат в сельском хозяйстве приграничных территорий
Table 7. Assessment of additional costs in agriculture in border areas

Приграничные территории	2022 г.		с учетом дополнительных затрат	
	продукция растениеводства	продукция животноводства	продукция растениеводства	продукция животноводства
Джидинский район	253,4	1168,7	357,5	1362,7
Закаменский район	195,2	688,0	275,4	802,2
Кяхтинский район	435,4	751,8	614,3	876,6
Окинский район	13,9	209,2	19,6	243,9
Тункинский район	267,1	493,3	376,8	575,2

еще меньше. Остальную часть занимает импортная продукция, сертифицированная за рубежом. Доля Российской Федерации на мировом рынке органической продукции составляет 0,2% [1].

Анализ деятельности альтернативных хозяйств в России показывает, что положительный эффект их функционирования достигается за счет специально разработанных севооборотов, широкого использования бобовых культур, органических удобрений, биопрепаратов, применения механических средств борьбы с сорной растительностью, биологических методов защиты растений от вредителей и болезней. Во многом сельскохозяйственная продукция, произведенная в России, действительно экологически более безопасная, но это не результат целенаправленной работы, а следствие отсутствия достаточных материальных и финансовых средств на удобрения, средства защиты растений, экологически безопасные технологии и т.п. Элементы экологически ориентированного производства сейчас можно обнаружить лишь в нескольких направлениях сельского хозяйства, а современная ситуация в сельском хозяйстве России не способствует дальнейшему развитию органического сельского хозяйства.

Для становления и развития органического производства должны существовать определенные объективные и субъективные предпосылки, факторы и условия. В общем виде можно выделить следующие группы условий и факторов:

- природные и экологические факторы территориального развития;
- экономико-географическое положение;
- транспортно-коммуникационные условия;
- социально-демографический потенциал;
- финансовые и инновационные возможности;
- другие.

Как на приграничных территориях, так и в целом на территории Республики Бурятия существуют определенные условия и факторы, ограничивающие развитие органического сельского хозяйства:

1. Поверхность Республики Бурятия покрыта многочисленными горными хребтами и плоскогорьями, что затрудняет транспортную доступность к значительной части территории. В сочетании со сложным начертанием внешних границ республики такой характер рельефа создает значительную фрагментарность ее территории;
2. Инженерно-географические условия усложняются повышенной сейсмоопасностью и широким распространением многолетней мерзлоты. В зоне повышенной сейсмоопасности (сейсмичностью выше 7 баллов) находится вся территория Республики Бурятия;
3. Территория Республики Бурятия характеризуется континентальным климатом с большой амплитудой годовых и суточных температур.

Переход на органическое сельское хозяйство требует отдельного рассмотрения вопросов экономической эффективности производства. В Байкальском институте природопользования СО РАН на протяжении ряда лет велись исследования по разработке методологических подходов по оценке дополнительных экологических затрат, прямых потерь продукции и упущенных выгод, связанных с системой экологических ограничений на БПТ, в т. ч. и для сельского хозяйства [23, 24]. В таблице 7 представлены фактические данные за 2002 год и оценка увеличения себестоимости продукции растениеводства и животноводства.

Экономическая эффективность органических производств в силу различных причин на 20-30% ниже, чем в традиционном сельскохозяйственном производстве. Увеличение себестоимости растениеводства связано с запретом использования минеральных удобрений и химических средств защиты растений. Прирост затрат в животноводстве обусловлен использованием кормов, имеющих более высокую себестоимость из-за низкой урожайности. Средний коэффициент удорожания продукции в растениеводстве составляет 1,4108, в животноводстве — 1,166 [25]. Дополнительные экологические затраты в растениеводстве и животноводстве оцениваются в повышении себестоимости продукции на 41% и 16%, что приводит к снижению и без того низкой рентабельности производства данных отраслей.

Выводы. Главные конкурентные преимущества приграничных территорий заключаются [26] в транзитно-логистических возможностях и выгодном приграничном положении. Приоритетными направлениями импорта остаются поставки мяса говядины и конины, а также овец монгольской породы [27]. Также на сегодняшний день предприятия Республики Бурятия заинтересованы в расширении поставок пищевой продукции: мясных консервов, колбасных и деликатесных изделий; свежего, охлажденного мяса свинины высшего беконного качества и субпродуктов. Перспективными проектами по развитию сельскохозяйственного потенциала приграничных муниципальных образований и развитию производства по выпуску импортзамещающей продукции являются [11] строительство животноводческих комплексов, молочных заводов и модульных комплексов по переработке молока и производству сыров; создание агропромышленных парков и организация на их базе современного тепличного хозяйства по выращиванию овощной продукции, производственных цехов по их переработке и хранению, а также производств по глубокой переработке сои и зерна. По данным RUSSIAN.NEWS.CN [28] на 4 января 2024 года 166 сомонов в 20 аймаках Монголии страдают от белого дзуда, а ситуация еще в 81 сомоне приближается к бедственной.

Более 90% территории страны покрыто толстым слоем снега. Белый дзуд или зимняя бескормица — это стихийное бедствие, возникающее из-за крайне обильного снегопада, который делает подножный корм недоступным для домашнего скота, что приводит к гибели животных от голода и холода. Животные здесь по большей части добывают пропитание самостоятельно, питаются подножным кормом, поэтому в стране не принято уделять большое внимание заготовке кормов для скота на зиму. В прошлом году на территории Монголии также распространилось это стихийное бедствие, что отразилось на падении поголовья скота (в 2022 году общее поголовье скота в Монголии составляло 71,1 млн голов [29], в 2023 года — 64,7 млн голов (сократилось на 9,1%) [28]). А в приграничных районах Бурятии традиционно ведется заготовка сена, и при определенных условиях часть продукции можно экспортировать в Монголию, при этом необходимо отметить, что исторический опыт поставки зеленых кормов из Монголии в Россию уже имеется.

Таким образом, и Республика Бурятия, и Монголия, традиционно являясь аграрными территориями, имеют перспективы развития органического сельского хозяйства на своих приграничных территориях.

Список источников

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 4 июля 2023 г. № 1788-р «Об утверждении Стратегии развития производства органической продукции в РФ до 2030 года»
2. Федеральный закон от 3 августа 2018 г. № 280-ФЗ «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»
3. Республика Бурятия. Министерство иностранных дел Российской Федерации. Режим доступа: <http://www.mid.ru/ru/maps/ru/ru-bu>
4. Республика Бурятия. Официальный портал. Режим доступа: <http://egov-buryatia.ru/>
5. Экологический мониторинг Озера Байкал. Режим доступа: <http://baikalake.ru>
6. Федеральный закон от 1 мая 1999 г. N 94-ФЗ «Об охране озера Байкал»
7. Закон Республики Бурятия от 18 марта 2019 года № 360-VI «О Стратегии социально-экономического развития Республики Бурятия на период до 2035 года»
8. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 8 сентября 2022 года № 2567-р «Об утверждении Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года»
9. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 2 февраля 2015 года № 151-р «Об утверждении Стратегии устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 года»
10. Постановление Правительства Республики Бурятия от 27 марта 2020 года № 158 «Об утверждении Государственной программы Республики Бурятия «Комплексное развитие сельских территорий Республики Бурятия»
11. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 28 октября 2015 г. № 2193-р «Об утверждении Концепции развития приграничных территорий субъектов Российской Федерации, входящих в состав Дальневосточного федерального округа»
12. Распоряжение Правительства Республики Бурятия от 22 мая 2023 года № 357-р «Об утверждении региональной программы Республики Бурятия «Развитие приграничных территорий Республики Бурятия до 2026 года»»
13. Районы Республики Бурятия. Статистический сборник. Бурятстат. Улан-Удэ, 2023. 101 с.
14. Основные итоги сельскохозяйственной микропереписи 2021 года в разрезе муниципальных образований. Режим доступа: <http://03.rosstat.gov.ru/cxmicro2021>
15. Аграрная интернет-энциклопедия. Районы Республики Бурятия. Режим доступа: <http://www.agrien.ru/reg/%D0%B1%D1%83%D1%80%D1%8F%D1%82%D0%B8%D1%8F.html>





16. ПРЕСС-РЕЛИЗ. Производство продукции сельского хозяйства в 2022 году. Режим доступа: http://03.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/press_20231009.pdf

17. Итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года. Земельные ресурсы и их использование. Улан-Удэ: Бурятстат, 2018. 106 с.

18. Характеристика сельского хозяйства республики в таблицах, графиках, группировках. Статистический сборник. Бурятстат. Улан-Удэ, 2017. 74 с.

19. Отчет главы МО «Джидинский район» «По итогам социально-экономического развития Джидинского района и деятельности Органов местного самоуправления Джидинского района за 2018 год». Режим доступа: <http://www.govrb.ru/dzida/deyatelnost/otchet-y-i-doklady-o-deyatelnosti/>

20. Михеева А.С., Аюшеева С.Н. Эколого-экономическая оценка выбора приоритетов природоохранного инвестирования на приграничных территориях республики Бурятия // География и природные ресурсы. 2015. № 3. С. 56-63.

21. Постановление Правительства Республики Бурятия от 28 февраля 2013 года № 102 «Об утверждении Государственной программы «Развитие агропромышленного комплекса и сельских территорий в Республике Бурятия»

22. Инвестиционный портал Республики Бурятия. Режим доступа: <http://invest-buryatia.ru/region>

23. Михеева А.С., Атанов Н.И. Методологические подходы и практическая имплементация формирования экологических затрат в условиях особого режима природопользования // Вестник Бурятского государственного университета. Экономика и менеджмент. 2019. № 3. С. 56-61.

24. Preconditions and conditions of creating organic production in the Baikal region // Tulokhonov A., Mikheeva A., Ayusheeva S., Boldanov T., Botoeva N. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry, INTERAGRO-MASH 2019. 012128.

25. Органическое сельское хозяйство на пути к реальности / отв. ред. И.М. Потравный. М.: Экономика, 2010. 191 с.

26. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2020 года № 2464-р «Об утверждении Национальной программы социально-экономического развития Дальнего Востока на период до 2024 года».

27. Редакция Российской газеты. Режим доступа: <http://rg.ru/2022/06/09/reg-dfo/buriatskie-predpriiatiia-budut-zakupat-miaso-v-mongolii.html>

28. RUSSIAN.NEWS.CN. Режим доступа: <http://russian.news.cn/20240104/b5595c9a3df548beac82e1096ef6e56e/c.html>

29. RUSSIAN.NEWS.CN. Режим доступа: <http://russian.news.cn/20230206/c4de4bb929fb4ba2ad3b3fbf39961e55/c.html>

References

1. Rasporyazhenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 4 iyulya 2023 g. № 1788-r «Ob utverzhenii Strategii razvitiya proizvodstva organicheskoi produktii v RF do 2030 goda» [Order of the Government of the Russian Federation of July 4, 2023 No. 1788-r «On approval of the Strategy for the development of production of organic products in the Russian Federation until 2030»]

2. Federal'nyi zakon ot 3 avgusta 2018 g. № 280-FZ «Ob organicheskoi produktii i o vnesenii izmenenii v otdel'nye zakonodatel'nye akty Rossiiskoi Federatsii» [Federal Law of August 3, 2018 No. 280-FZ «On organic products and on amendments to certain legislative acts of the Russian Federation»]

3. Respublika Buryatiya (spravka po skheme). Ministerstvo inostrannykh del Rossiiskoi Federatsii [Republic of Buryatia

(information on the scheme). Ministry of Foreign Affairs of the Russian Federation]. Available at: <http://www.mid.ru/ru/maps/ru/ru-bu/>

4. Respublika Buryatiya. Otsial'nyi portal [Republic of Buryatia. Official portal]. Available at: <http://egov-buryatia.ru/>

5. Ehkologicheskii monitoring ozera Baikal [Environmental monitoring of Lake Baikal]. Available at: <http://baikalake.ru/>

6. Federal'nyi zakon ot 1 maya 1999 g. N 94-FZ «Ob okhrane ozera Baikal» [Federal Law of May 1, 1999 N 94-FZ «On the Protection of Lake Baikal»]

7. Zakon Respubliki Buryatiya ot 18 marta 2019 goda № 360-VI «O Strategii sotsial'no-ehkonomicheskogo razvitiya Respubliki Buryatiya na period do 2035 goda» [Law of the Republic of Buryatia dated March 18, 2019 No. 360-VI «On the Strategy for the socio-economic development of the Republic of Buryatia for the period until 2035»]

8. Rasporyazhenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 8 sentyabrya 2022 goda № 2567-r «Ob utverzhenii Strategii razvitiya agropromyshlennogo i rybokhozyaistvennogo kompleksov Rossiiskoi Federatsii na period do 2030 goda» [Order of the Government of the Russian Federation of September 8, 2022 No. 2567-r «On approval of the Strategy for the development of the agro-industrial and fishery complexes of the Russian Federation for the period until 2030»]

9. Rasporyazhenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 2 fevralya 2015 goda № 151-r «Ob utverzhenii Strategii us-toichivogo razvitiya sel'skikh territorii Rossiiskoi Federatsii na period do 2030 goda» [Order of the Government of the Russian Federation of February 2, 2015 No. 151-r «On approval of the Strategy for Sustainable Development of Rural Territories of the Russian Federation for the period until 2030»]

10. Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Buryatiya ot 27 marta 2020 goda № 158 «Ob utverzhenii Gosudarstvennoi programmy Respubliki Buryatiya «Kompleksnoe razvitiye sel'skikh territorii Respubliki Buryatiya» [Decree of the Government of the Republic of Buryatia dated March 27, 2020 No. 158 «On approval of the State program of the Republic of Buryatia «Integrated development of rural areas of the Republic of Buryatia»]

11. Rasporyazhenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 28 oktyabrya 2015 g. № 2193-r «Ob utverzhenii Kontseptsii razvitiya prigranichnykh territorii sub'ektov Rossiiskoi Federatsii, vkhodiyashchikh v sostav Dal'nevostochnogo federal'nogo okruga» [Order of the Government of the Russian Federation of October 28, 2015 No. 2193-r «On approval of the Concept for the development of border territories of the constituent entities of the Russian Federation that are part of the Far Eastern Federal District»]

12. Rasporyazhenie Pravitel'stva Respubliki Buryatiya ot 22 maya 2023 goda № 357-r «Ob utverzhenii regional'noi programmy Respubliki Buryatiya «Razvitiye prigranichnykh territorii Respubliki Buryatiya do 2026 goda» [Order of the Government of the Republic of Buryatia dated May 22, 2023 No. 357-r «On approval of the regional program of the Republic of Buryatia «Development of border territories of the Republic of Buryatia until 2026»]

13. Buryatstat (2023). Raiony Respubliki Buryatiya (statisticheskii sbornik) [Regions of the Republic of Buryatia (Data Book)], Ulan-Ude, Buryatstat, 101 p.

14. Osnovnye itogi sel'skokhozyaistvennoi mikroperepisi 2021 goda v razreze munitsipal'nykh obrazovaniy [Main results of the 2021 agricultural micro-census by municipalities]. Available at: <http://03.rosstat.gov.ru/cxmicro2021>

15. Agrarnaya internet-ehntsiklopediya. Raiony Respubliki Buryatiya [Agricultural Internet encyclopedia. Regions of the Republic of Buryatia]. Available at: <http://www.agrien.ru/reg/%D0%B1%D1%83%D1%80%D1%8F%D1%82%D0%B8%D1%8F.html>

16. PRESS-RELIZ. Proizvodstvo produktii sel'skogo khozyaistva v 2022 godu [PRESS RELEASE. Agricultural produc-

tion in 2022]. Available at: http://03.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/press_20231009.pdf

17. Buryatstat (2018). Itogi Vserossiiskoi sel'skokhozyaistvennoi perepisi 2016 goda. Zemel'nye resursy i ikh ispol'zovanie (statisticheskii sbornik) [Results of the All-Russian Agricultural Census 2016. Land resources and their use (Data Book)], Ulan-Ude, Buryatstat, 106 p.

18. Buryatstat (2017). Kharakteristika sel'skogo khozyaistva respubliki v tablitsakh, grafikakh, gruppirovkakh (statisticheskii sbornik) [Characteristics of the republic's agriculture in tables, graphs, groupings (Data Book)], Ulan-Ude, Buryatstat, 74 p.

19. Otchet glavy MO «Dzhidinskii raion» «Po itogam sotsial'no-ehkonomicheskogo razvitiya Dzhidinskogo raiona i deyatelnosti Organov mestnogo samoupravleniya Dzhidinskogo raiona za 2018 god» [Report of the head of the municipal municipality «Dzhidinsky district» «Based on the results of the socio-economic development of the Dzhidinsky district and the activities of the local government bodies of the Dzhidinsky district for 2018»]. Available at: <http://www.govrb.ru/dzida/deyatelnost/otchet-y-i-doklady-o-deyatelnosti>

20. Mikheeva, A.S., Ayusheeva, S.N. (2015). Ehkologo-ehkonomicheskaya otsenka vybora prioritetoov prirodookhrannogo investirovaniya na prigranichnykh territoriyakh respubliki Buryatiya [Ecological and economic assessment of the choice of environmental investment priorities in the border areas of the Republic of Buryatia]. *Geography and Natural Resources*, no. 3, pp. 56-63.

21. Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Buryatiya ot 28 fevralya 2013 goda № 102 «Ob utverzhenii Gosudarstvennoi programmy «Razvitiye agropromyshlennogo kompleksa i sel'skikh territorii v Respublike Buryatiya» [Decree of the Government of the Republic of Buryatia dated February 28, 2013 no. 102 «On approval of the State program «Development of the agro-industrial complex and rural areas in the Republic of Buryatia»]

22. Investitsionnyi portal Respubliki Buryatiya [Investment portal of the Republic of Buryatia]. Available at: <http://invest-buryatia.ru/region>

23. Mikheeva A.S., Atanov N.I. (2019). Metodologicheskie podkhody i prakticheskaya implementatsiya formirovaniya ehkologicheskikh zatrat v usloviyakh osobogo rezhima prirodopol'zovaniya [Methodological approaches and practical implementation of the formation of environmental costs in conditions of a special regime of environmental management]. *Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta, Ehkonomika i menedzhment*, no. 3, pp. 56-61.

24. Tulokhonov, A., Mikheeva, A., Ayusheeva, S., Boldanov, T., Botoeva N. (2019). Preconditions and conditions of creating organic production in the Baikal region. Paper presented at the 12th International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry, 10-13 September, 2019.

25. Potravnyi I.M. (2010). Organicheskoe sel'skoe khozyaistvo na puti k real'nosti [Organic agriculture on the way to reality]. Moscow, *Ekonomika*, 191 p.

26. Rasporyazhenie Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 24 sentyabrya 2020 goda № 2464-r «Ob utverzhenii Natsional'noi programmy sotsial'no-ehkonomicheskogo razvitiya Dal'nego Vostoka na period do 2024 goda» [Order of the Government of the Russian Federation of September 24, 2020 No. 2464-r «On approval of the National Program for the Social and Economic Development of the Far East for the period until 2024»]

27. Redaktsiya Rossiiskoi gazety [Editorial office of the Russian newspaper]. Available at: <http://rg.ru/2022/06/09/reg-dfo/buriatskie-predpriiatiia-budut-zakupat-miaso-v-mongolii.html>

28. RUSSIAN.NEWS.CN. Available at: <http://russian.news.cn/20240104/b5595c9a3df548beac82e1096ef6e56e/c.html>

29. RUSSIAN.NEWS.CN. Available at: <http://russian.news.cn/20230206/c4de4bb929fb4ba2ad3b3fbf39961e55/c.html>

Информация об авторах:

Ботоева Надежда Бимбаевна, ведущий инженер лаборатории экономики природопользования,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9172-3962>, botoevanb@binm.ru

Аюшеева Светлана Никитична, кандидат экономических наук, научный сотрудник лаборатории экономики природопользования,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7365-3622>, asvetl@binm.ru

Михеева Анна Семеновна, доктор экономических наук, заведующий лабораторией экономики природопользования,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1407-4441>, asmiheeva@binm.ru

Information about the authors:

Nadezhda B. Botoeva, leading engineer of the Laboratory of Environmental Economics, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9172-3962>, botoevanb@binm.ru

Svetlana N. Ayusheeva, researcher of the Laboratory of Environmental Economics, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7365-3622>, asvetl@binm.ru

Anna S. Mikheeva, Doctor of Economic Sciences, Head of the Laboratory of Environmental Economics, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1407-4441>, asmiheeva@binm.ru

botoevanb@binm.ru



Научная статья
УДК 332.132:631.2
doi: 10.55186/25876740_2024_67_4_443

ПРЕДПОСЫЛКИ И ПРИОРИТЕТЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОЛИТИКИ РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ

С.А. Андриющенко, Ю.П. Бондаренко

Институт аграрных проблем — обособленное структурное подразделение
Федерального исследовательского центра «Саратовский научный центр
Российской академии наук» (ИАГП РАН), Саратов, Россия

Аннотация. В агропромышленном комплексе России сохраняются значительные различия между регионами по уровню эффективности использования ресурсов в сельском хозяйстве. Сокращение межрегиональных различий в эффективности использования трудовых и материальных ресурсов является одним из резервов роста производства конкурентоспособных продовольственных товаров в целом по стране, а также выравнивания качества жизни сельского населения в регионах. Данная проблема должна решаться в рамках расширения федеральной политики регионального (пространственного) развития, для планирования пространственного развития агропромышленного комплекса необходима отдельная стратегия, основным содержанием которой будет согласование единой государственной политики в отраслях АПК с программами развития субъектов Российской Федерации. Такая стратегия должна базироваться на сочетании двух сценариев: сценария концентрации отраслей сельского хозяйства в регионах их специализации и сценария сбалансированного роста региональных агросистем. Анализ статистических данных ряда регионов России за 2014–2022 гг. показывает необходимость расширения государственной поддержки сценариев сбалансированного развития региональных агросистем, направленных на улучшение условий жизни населения, наращивание конкурентных преимуществ и экономического потенциала региональных агросистем. Особенно такая поддержка необходима для регионов, неблагоприятных для аграрного производства.

Ключевые слова: агропромышленный комплекс, региональные агросистемы, пространственное развитие, сценарии, отраслевые программы

Благодарности: статья подготовлена в соответствии с тематикой исследований ИАГП РАН Саратовского научного центра РАН.

Original article

BACKGROUND AND PRIORITIES OF THE STATE POLICY OF REGIONAL DEVELOPMENT OF THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX OF RUSSIA

S.A. Andryushchenko, Yu.P. Bondarenko

Institute of Agrarian Problems — Subdivision of the Federal Research Center
“Saratov Scientific Center of the Russian Academy of Sciences” (IAGP RAS), Saratov, Russia

Abstract. Significant differences between regions in the level of efficiency of resource use in agriculture remain in the Russian agro-industrial complex. Reducing interregional differences in the efficiency of the use of labor and material resources is one of the reserves for the growth of production of competitive food products in the whole country, as well as equalizing the quality of life of the rural population in the regions. This issue should be addressed within the framework of an expanded federal policy on regional (spatial) development. To plan the spatial development of the agro-industrial complex, a separate strategy will be needed, the main purpose of which will be to coordinate a unified state policy for agriculture with the development plans of the constituent entities of the Russian Federation. Such a strategy should be based on a combination of two scenarios: a scenario of concentration of agricultural industries in the regions of their specialization and a scenario of balanced growth of regional agricultural systems. The analysis of statistical data from a number of Russian regions for 2014–2022 shows the need to expand state support for scenarios of balanced development of regional agricultural systems aimed at improving the living conditions of the population, increasing competitive advantages and economic potential of regional agricultural systems. Such support is especially necessary for regions unfavorable for agricultural production.

Keywords: agro-industrial complex, regional agricultural systems, spatial development, scenarios, sectoral programs

Acknowledgments: the article was prepared in accordance with the research topics of the IAGP RAS of the Saratov Scientific Center of the Russian Academy of Sciences.

Введение. В первые десятилетия XXI века в российском агропромышленном комплексе проявились значительные различия темпов роста производства в разных группах регионов, в том числе выделились регионы-лидеры и регионы, в которых сократился объем производства сельскохозяйственной продукции. Одновременно сохраняются значительные различия между регионами по уровню эффективности использования земельных, трудовых и материальных ресурсов в сельском хозяйстве. Сокращение межрегиональных различий является одним из резервов роста производства конкурентоспособных продовольственных товаров в целом по стране, а также является важнейшим направлением использования имеющихся конкурентных преимуществ и выравнивания качества жизни сельского населения в регионах.

Проблема оценки и регулирования уровня межрегиональной дифференциации сельского хозяйства и сельских территорий является частью более общей проблемы регулирования пространственного развития всего народного хозяйства страны. В XIX–XX веках зарубежными и отечественными учеными были разработаны несколько концепций региональной экономики, опыт применения которых в СССР и Российской Федерации был обобщен академиком А.Г. Гранбергом [1, 2]. В публикациях Г.Ю. Гагариной, М.М. Чернышовой, Т.Н. Тополевой и других авторов обосновано применение среднедушевых показателей, характеризующих различия в уровне экономического развития регионов страны [3, 4, 5, 6]; а также различия в качестве жизни жителей [7]. Перспективным направлением исследования

пространственного развития является оценка влияния на развитие регионов и отдельных отраслей экономики страны процессов монофильности (MAR-эффектов) и полицентричности (Джейкобс-эффектов) [8].

Накопленный практический опыт стратегического планирования и результаты исследований российских ученых по проблеме пространственного развития нашли отражение в Указе Президента РФ от 16.01.2017 № 13 «Об утверждении Основ государственной политики регионального развития Российской Федерации на период до 2025 года» (далее — Указ № 13) [9]. Государственная политика регионального развития в соответствии с Указом № 13 направлена на достижение двух групп целей: *социально-политических и экономических. Первая группа целей* ориентирована на сокращение



дифференциации уровня и качества жизни жителей российских регионов. Эта группа целей реализуется, в первую очередь, через развитие энергетической, транспортной и социальной инфраструктуры сельских регионов, создание комплекса условий для использования имеющихся конкурентных преимуществ каждого региона. *Вторая группа целей* ориентирована на экономический рост и повышение конкурентоспособности ключевых отраслей АПК, обеспечивающих продовольственную безопасность страны в целом.

Для определения направлений развития экономики 85 регионов в Стратегии пространственного развития РФ на период до 2025 года (далее — Стратегия-2025) используется категория «перспективная экономическая специализация субъекта Российской Федерации» [10]. Специализация сельского хозяйства регионов представлена очень укрупненно как одна отрасль «растениеводство и животноводство». В перерабатывающей промышленности выделены всего две отрасли: производство напитков и производство пищевых продуктов, что недостаточно для описания реальных сегментов рынков продовольствия и конкурентных преимуществ региональных агросистем.

Материалы и методы исследования. Как показывает опыт применения Стратегии-2025, для государственного регулирования пространственного развития агропромышленного комплекса необходима отдельная стратегия, направленная на решение двух взаимосвязанных приоритетных задач: *во-первых*, по внесению каждым субъектом Российской Федерации своего вклада в продовольственную безопасность страны и выполнению внешнеполитических обязательств по производству и экспорту продукции важнейших отраслей АПК страны; *во-вторых*, по наращиванию конкурентных преимуществ и собственного экономического потенциала региональных агросистем. Применительно к региональным агросистемам следует признать решающую роль государственной поддержки в расширении производства в отраслях растениеводства, животноводства, перерабатывающей промышленности; в то же время, государственная поддержка жизненно необходима для развития производственной и социальной инфраструктуры сельских территорий [11].

Выполнение первой приоритетной задачи достигается через реализацию мероприятий отраслевых программ, включая компенсацию части инвестиционных затрат и применение с 2024 г. регионами «объединенной» субсидии для поддержки отдельных перспективных направлений развития. К 2024 г. выполнены основные критерии продовольственной безопасности России, и дальнейший рост производства

большинства видов сельскохозяйственной продукции сталкивается с трудностями сбыта [12]. В современных условиях основной задачей отраслевых программ становится поддержание сбалансированности рынков важнейших видов продовольственных товаров, поддержание стабильного и «справедливого» уровня их цен, поддержание отраслевых конкурентных преимуществ, в том числе обоснованных резервов производственных мощностей. Вторая задача реализуется через дифференцированную поддержку региональных программ развития АПК и сельских территорий.

В соответствии с приоритетными задачами стратегия пространственного развития АПК должна базироваться на сочетании двух сценариев: сценария концентрации отраслей сельского хозяйства в регионах специализации и сценария сбалансированного регионального роста. Аналогичные сценарии формирования инвестиционной и региональной политики для народного хозяйства были обоснованы в Институте народнохозяйственного прогнозирования РАН [13, с. 54-55].

Первый сценарий предполагает использование специализированных конкурентных преимуществ региональных агросистем за счет опережающего развития общей и специализированной инфраструктуры (например, хранилищ), концентрации квалифицированных кадров, финансовых ресурсов, обеспечивающих в регионах специализации быстрый рост производства таких видов аграрной продукции, как зерно, подсолнечник, зернобобовые, молоко, мясо птицы, свинина; а также замещение в экспорте первичной аграрной продукции на продукты переработки с повышенной добавленной стоимостью. При этом в регионах, не имеющих выраженной специализации, или с незначительными масштабами сельского хозяйства, возможны застой или спад производства важнейших видов продукции.

Наиболее яркий пример концентрации и специализации демонстрирует зерновое хозяйство России. Так, в среднем за 2020-2022 гг. на долю 27 регионов, где производство зерна превысило 1,5 млн т, пришлось 85,6% валового сбора в стране, также они обеспечили 87% прироста производства зерна по сравнению с уровнем 2014-2016 гг. [14]. В то же время на долю 32 регионов, в каждом из которых производится менее 200 тыс. т зерна в год, приходится только 1,1% урожая зерна в России [15]. Следует отметить, что в России имеются регионы со значительной площадью необрабатываемых земель, для которых сценарий концентрации отраслей сельского хозяйства может предусматривать рост производства за счет инвестиций в развитие вторых отраслей специализации, например, животноводства.

Сценарий сбалансированного роста направлен на сохранение сети сельских населенных пунктов, повышение занятости и доходов сельского населения, повышение отдачи имеющихся земельных ресурсов. Решение этих задач достигается на основе развития общих факторов конкурентоспособности территорий (профессионального образования, доступности кредитования, дорог, мобильной связи и т.п.); экономический рост достигается за счет диверсификации и интенсификации производства, расширения предложения продукции локальных брендов. Проблема обеспечения достаточного уровня инфраструктурного обеспечения в первую очередь актуальна для территорий, неблагоприятных для аграрного производства [16]. Развитие инфраструктуры способствует снижению издержек сельскохозяйственных товаропроизводителей, развитию агротуризма, местных промыслов и других альтернативных видов деятельности [6].

Ход исследования. Для разработки сценариев развития производственного потенциала региональных агросистем необходимо использовать показатели, характеризующие уровень обеспеченности трудовыми, земельными и материальными ресурсами, определяющими специализацию регионов, а также показывающие уровень эффективности использования имеющихся ресурсов. В Приволжском федеральном округе примером реализации сценария концентрации отраслей сельского хозяйства служат Саратовская и Пензенская области, в которых производство продукции сельского хозяйства в 2014-2022 гг. возросло, соответственно, на 42 и 60%. В свою очередь, Нижегородскую область и Пермский край можно рассматривать в качестве примера реализации сценария сбалансированного развития. Так, в Пермском крае продукция сельского хозяйства за 9 лет увеличилась на 4%, а в Нижегородской — на 13%, при среднем приросте по Российской Федерации в 26% (рассчитано как произведение ежегодных индексов роста по [17]). Удельные социально-экономические показатели, достигнутые к 2022 г. этими четырьмя регионами, приведены в таблице 1.

Обращают на себя внимание значительные межрегиональные различия в уровне заработной платы работников отрасли в рассматриваемых регионах: от 73 до 107% среднероссийского уровня по сельскому хозяйству; сокращение этих различий должно стать одной из задач стратегии пространственного развития АПК. Показатель размера среднемесячной заработной платы работников сельского хозяйства (без субъектов малого предпринимательства) в каждом субъекте РФ является одним из четырех показателей выполнения Государственной программы развития сельского хозяйства (этап II. 2022-2030 гг.) [18].

Таблица 1. Основные социально-экономические показатели сельского хозяйства четырех регионов Приволжского федерального округа (2022 г.) [17, 18]
Table 1. The main socio-economic indicators of agriculture in four regions of the Volga Federal District (2022) [17, 18]

Показатели	Саратовская область	Пензенская область	Пермский край	Нижегородская область
Производство продукции сельского хозяйства в расчете на 1 занятого в отрасли (в среднем за 2020-2022 гг.), тыс. руб.	2820	2418	1201	1628
Среднемесячная начисленная заработная плата работников сельского хозяйства (без субъектов малого предпринимательства), тыс. руб.	33,6	41,3	28,7	34,0
То же в % от среднероссийского уровня	86,0	107,0	73,0	87,0
Уровень безработицы сельского населения, %	3,7	3,9	7,2	4,2



Таблица 2. Индикаторы состояния производственного потенциала региональных агросистем Саратовской и Пензенской областей [17, 18, 19]
Table 2. Indicators of the state of the production potential of the regional agricultural systems of the Saratov and Penza regions [17, 18, 19]

Показатели	Саратовская область		Пензенская область	
	среднее за 2014-2016 гг.	среднее за 2020-2022 гг.	среднее за 2014-2016 гг.	среднее за 2020-2022 гг.
Посевная площадь, всего, тыс. га	3718	4208	1277	1507
<i>В том числе:</i>				
<i>зерновые культуры, тыс. га</i>	2227	2253	686	854
<i>подсолнечник и соя, тыс. га</i>	1153,4	1549,4	224,7	371,9
Площадь неиспользуемой пашни, тыс. га	2263	1772	986	757
Продукция сельского хозяйства в расчете на 1 га посевной площади, тыс. руб.	32,5	54,2	56,1	99,1
<i>В том числе:</i>				
<i>продукция растениеводства, тыс. руб./га</i>	21,8	40,6	32,1	56,4
<i>продукция животноводства, тыс. руб./га</i>	10,7	13,6	24,1	42,7
Урожайность зерновых культур, ц с 1 га убранных площадей	17,5	24,1	25,1	34,5
Приходится основных производственных фондов (ОПФ) сельского хозяйства на 1 га посевных площадей, тыс. руб.	21,0	31,9	63,5	93,9
Приходится основных производственных фондов (ОПФ) сельского хозяйства на 1 занятого в сельском хозяйстве, тыс. руб.	580	1663	757	2290
Производство продукции сельского хозяйства в расчете на 1 тыс. руб. ОПФ, руб.	1549	1696	884	1056
Производство продукции сельского хозяйства в расчете на 1 занятого в сельском хозяйстве, тыс. руб.	899	2820	669	2418
Степень износа ОПФ сельского хозяйства, %	41,3	45,0	33,0	33,0
Компенсирующая и стимулирующая субсидии сельскому хозяйству в расчете на 1 га посевных площадей, тыс. руб.	0,77	0,68	2,34	1,31
Внесено минеральных удобрений (в пересчете на 100% питательных веществ) в сельскохозяйственных организациях, ц на 1 га удобренной земельной площади, кг	17	65	55	95
Численность сельского населения, тыс. человек	613	569	429	395
Уровень безработицы сельского населения, %	6,4	5,3	5,9	3,8

Статистические и расчетные данные, характеризующие реализацию вариантов стратегии концентрации в двух соседних областях Поволжья, представлены в таблице 2. Для снижения влияния годовых колебаний урожайности для сравнений используются среднегодовые значения показателей за 2014-2016 гг. и 2020-2022 гг.

В Саратовской и Пензенской областях за 2014-2022 гг. увеличились посевные площади зерновых и масличных культур, значительно выросла их урожайность, чему способствовало радикальное увеличение доз внесения минеральных удобрений. За этот период в Саратовской области доля растениеводства в продукции сельского хозяйства в среднегодовом исчислении выросла с 67 до 75%, а доля животноводства сократилась с 33 до 25%. В то же время в Пензенской области обе укрупненные отрасли развивались примерно одинаковыми темпами, так, доля животноводства в стоимостной оценке продукции сельского хозяйства оставалась равной 43%. В результате одновременного развития двух отраслей в Пензенской области показатель производства продукции сельского хозяйства в расчете на 1 га посевных площадей к 2022 г. стал практически в 1,8 раза выше, чем в соседней Саратовской области.

В аграрной сфере Пензенской области успешно реализуются имеющиеся конкурентные преимущества, к которым, помимо благоприятных природно-климатических условий, относятся высокая обеспеченность трудовыми ресурсами и основными фондами, а также способность быстро осваивать инвестиции. Так,

прирост показателя обеспеченности основными фондами за рассматриваемый период в Пензенской области составил 30 тыс. руб. в расчете на 1 га посевов — в 3 раза выше, чем в Саратовской области (11 тыс. руб.). Трехкратная разница объясняется тем, что за 2014-2022 гг. в Пензенской области была освоена оценочно 71 тыс. руб. инвестиций в основные фонды сельского хозяйства в расчете на 1 га посевной площади, что в разы больше, чем в Саратовской области.

Показатель уровня износа основных производственных фондов (ОПФ) служит одним из индикаторов состояния производственного потенциала региональных агросистем, его превышение определенного уровня является основанием для прогнозирования снижения темпов роста производства в предстоящие годы [20]. Как показали проведенные нами исследования, по статистическим данным за 2011-2021 гг. по 55 субъектам РФ наиболее высокие среднегодовые темпы роста сельскохозяйственной продукции наблюдались в тех регионах, где показатель износа основных фондов отрасли был ниже 33-35%; а в регионах, где значение этого показателя было выше 40-45%, фиксировались снижение или незначительный рост объемов аграрного производства. В Пензенской области к 2023 г. был накоплен значительный объем современных основных фондов со степенью износа всего 33%, что указывает на возможность в среднесрочной перспективе перейти от усилий по наращиванию инвестиций к мерам по повышению эффективности использования накопленных ОПФ.

В Саратовской области степень износа ОПФ сельского хозяйства достигла порогового уровня в 45%, что говорит о необходимости значительного увеличения инвестиций в аграрной сфере с целью стимулирования обновления ОПФ, чтобы не допустить спада производства и обеспечить рост заработной платы в отрасли с учетом снижающейся численности сельского населения и достигнутого минимального уровня показателя сельской безработицы (табл. 2). Начиная с 2024 г. ожидается сокращение числа направлений, по которым будут предоставляться льготные инвестиционные кредиты; приоритетными останутся проекты в птицеводстве, молочном скотоводстве, садоводстве. В Саратовской области есть природные ресурсы, кадровый потенциал и традиции, позволяющие наращивать производство в этих отраслях. Соответственно, в среднесрочной перспективе для области приоритетным остается сценарий роста инвестиций с привлечением средств государственной поддержки.

Типичные примеры реализации сценариев сбалансированного развития региональных агросистем демонстрируют Пермский край и Нижегородская область (табл. 3). В обоих регионах, несмотря на незначительное сокращение площади посевов всех культур, за 2014-2022 гг. достигнут положительный темп роста продукции сельского хозяйства (в неизменных ценах), хотя и значительно меньший, чем среднероссийский. При этом в Нижегородской области изменилась структура посевов за счет увеличения доли зерновых культур, почти на 5 ц/га





Таблица 3. Индикаторы состояния производственного потенциала региональных агросистем Пермского края и Нижегородской области [17, 18, 19]
 Table 3. Indicators of the state of the production potential of the regional agricultural systems of the Perm Territory and the Nizhny Novgorod region [17, 18, 19]

Показатели	Пермский край		Нижегородская область	
	среднее за 2014-2016 гг.	среднее за 2020-2022 гг.	среднее за 2014-2016 гг.	среднее за 2020-2022 гг.
Посевная площадь, всего, тыс. га	754	720	1134	1085
<i>В том числе:</i> <i>зерновые культуры, тыс. га</i>	255	234	562	602
Площадь неиспользуемой пашни, тыс. га	1221	1260	902	950
Урожайность зерновых культур, ц с 1 га убранных площадей	13,9	15,7	20,7	25,5
Продукция сельского хозяйства в расчете на 1 га посевной площади, тыс. руб.	52,1	80,2	57,8	93,3
<i>Доля животноводства в продукции сельского хозяйства, %</i>	67,3	65,7	53,6	48,7
Производство продукции сельского хозяйства в расчете на 1 занятого в сельском хозяйстве, тыс. руб.	512	1201	890	1628
Приходится основных производственных фондов (ОПФ) сельского хозяйства на 1 га посевных площадей, тыс. руб.	43,8	60,5	56,6	98,0
Приходится основных производственных фондов (ОПФ) сельского хозяйства на 1 занятого в сельском хозяйстве, тыс. руб.	430	906	872	1710
Степень износа ОПФ сельского хозяйства, %	46,3	46,9	44,0	43,5
Компенсирующая и стимулирующая субсидии сельскому хозяйству в расчете на 1 га посевных площадей, тыс. руб.	3,3	2,0	2,6	2,0
Внесено минеральных удобрений (в пересчете на 100% питательных веществ) в сельскохозяйственных организациях (без учета микропредприятий), кг на 1 га удобренной площади	н.д.	54,2	н.д.	90,1
Численность сельского населения, тыс. человек	643	621	669	641
Уровень безработицы сельского населения, %	8,8	7,2	5,3	4,2

выросла их среднегодовая урожайность, началось освоение новой культуры рапса, и в результате роста производства продукции растениеводства значительно изменилась структура продукции сельского хозяйства области. Одним из факторов стабильности аграрной сферы Пермского края и Нижегородской области в 2014-2022 гг. было поддержание на неизменном уровне показателя износа основных фондов.

Показатели социально-экономического развития сельского хозяйства Пермского края являются достаточно типичными для большинства субъектов РФ, территория которых признана неблагоприятной для аграрного производства [21]. В обновленный в 2021 г. перечень таких субъектов РФ входят 37 регионов, из которых 24 региона образуют группу с наиболее тяжелыми природно-климатическими условиями. Для данных регионов должны разрабатываться специальные программы развития, в которых сельские территории выполняют в первую очередь функции поддержания инфраструктуры, сохранения сети поселений [6].

Заключение. Приоритетные социально-политические и экономические задачи государственной региональной политики сохраняют свою высокую значимость для агропромышленного комплекса страны. Для решения этих задач предлагается разработка и реализация стратегии пространственного развития агропромышленного комплекса и сельских территорий России, предусматривающая сочетание двух базовых сценариев развития региональных агросистем: сценария концентрации отраслей сельского хозяйства в регионах специализации и сценария сбалансированного развития региональных агросистем. В агропромышленном комплексе России на территории большинства регионов в 2014-2022 гг. реализовы-

вался сценарий концентрированного роста отраслей сельского хозяйства, в частности производства зерна, производства и переработки масличных культур и др. Рассмотренные примеры показывают целесообразность государственной поддержки концентрированного роста приоритетных для льготного кредитования отраслей животноводства в регионах растениеводческой специализации, таких как Саратовская область. По мере достижения критериев продовольственной безопасности страны будет увеличиваться число регионов, реализующих сценарий сбалансированного развития региональных агросистем, направленный на развитие инфраструктуры, повышение качества жизни населения, расширение локальных конкурентных преимуществ и экономического потенциала региональных агросистем. Сценарий сбалансированного развития особенно необходим для субъектов Российской Федерации, неблагоприятных для аграрного производства.

Список источников

1. Гранберг А.Г. Основы региональной экономики: учебник для вузов. М.: ГУ ВШЭ, 2000. 495 с.
2. Гранберг А.Г. Идеи Августа Лёша в России // Пространственная экономика. 2006. № 2. С. 1-22.
3. Гагарина Г.Ю., Болотов Р.О. Оценка межрегионального неравенства в Российской Федерации и его декомпозиция с применением индекса Тейла // Федерализм. 2021. Т. 26. № 4 (104). С. 20-34. doi: 10.21686/2073-1051-2021-4-20-34
4. Чернышов М.М., Усманов Д.И., Юрueva А.А. Новые подходы к разработке стратегий устойчивого и сбалансированного развития регионов и макрорегионов, определению эффективности государственной региональной политики Российской Федерации // Проблемы рыночной экономики. 2021. № 3. С. 62-97. doi: 10.33051/2500-2325-2021-3-62-97
5. Тополева Т.Н. Генезис концептуальных подходов пространственной экономики: основополагающие тео-

рии, новые направления и перспективы исследований // Вестник Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова. 2022. Т. 19. № 4 (124). С. 94-130. doi: 10.21686/2413-2829-2022-4-94-130

6. Андриющенко С.А., Кутенков Р.П., Шабанов В.Л. и др. Развитие агропродовольственных систем в регионах России, неблагоприятных для ведения сельского хозяйства: возможности и регулирование. Саратов: Саратовский источник, 2020. 215 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44423678>

7. Кабашова Е.В. Оценка межрегионального неравенства качества жизни населения в Российской Федерации // Управленческий учет. 2022. № 11-3. С. 748-758. doi: 10.25806/uu11-32022748-758

8. Правдина Н.В., Данилова И.В. Стратегия дифференцированного развития субъектов РФ и оценка уникальности экономики регионов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Экономика и менеджмент». 2021. Т. 15. № 4. С. 38-46. doi: 10.14529/em210404

9. Указ Президента РФ от 16.01.2017 № 13. Об утверждении Основ государственной политики регионального развития Российской Федерации на период до 2025 года. URL: www.consultant.ru (дата обращения: 01.03.2023).

10. Распоряжение Правительства РФ от 13.02.2019 № 207-р. Об утверждении Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года. URL: www.consultant.ru (дата обращения: 23.03.2019).

11. Бондаренко Ю.П. Оценка государственного субсидирования сельского хозяйства России // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2020. № 8. С. 55-61. doi: 10.31442/0235-2494-2020-0-8-55-61

12. В Минсельхозе рассказали, как изменится господдержка APK в 2024 году. URL: <https://rg.ru/2024/01/02/v-minselhoze-rasskazali-kak-izmenitsia-gospodderzhka-apk-v-2024-godu.html> (дата обращения: 20.01.2024).

13. Михеева Н.Н. Пространственные аспекты разработки экономических прогнозов: научный доклад / под ред. члена-корреспондента РАН А.А. Широа. М.: Артк Принт, 2021. 120 с. doi: 10.47711/sr2-2021

14. Бондаренко Ю.П. Региональные факторы роста производства зерна в России // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2023. № 8. С. 38-48. doi: 10.31442/0235-2494-2023-0-8-38-48



15. Бондаренко Ю.П. Межрегиональные различия производства зерна в России // Региональные агросистемы: экономика и социология. 2023. № 1. С. 42-50.

16. Федеральный закон от 29.12.2006 № 264-ФЗ (ред. от 30.12.2021) О развитии сельского хозяйства. URL: www.consultant.ru (дата обращения: 19.07.2023).

17. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2023: статистический сборник / Росстат. М., 2023. 1126 с.

18. Паспорт Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия с изменениями, утвержденными решением Председателя Правительства Российской Федерации М.В. Мишустина от 29 декабря 2023 г. № ММ-П11-22247. URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/1b6/kl53xwrqkxembkfimgvxu32dk7q0z0.pdf> (дата обращения: 27.01.2024).

19. Минсельхоз РФ. Информация о расходах бюджета субъекта Российской Федерации, источником финансового обеспечения которых являются субсидии и иные межбюджетные трансферты. 2023. URL: <https://mcx.gov.ru/activity/state-support/funding/> (дата обращения: 01.02.2024).

20. Бондаренко Ю.П. Влияние износа и обновления основных фондов на темпы роста производства валовой продукции сельского хозяйства России // Закономерности развития региональных агропродовольственных систем. 2022. № 1. С. 9-12.

21. Распоряжение Правительства РФ от 26.01.2017 № 104-р (ред. от 12.01.2021). Об утверждении перечня субъектов Российской Федерации, территории которых относятся к неблагоприятным для производства сельскохозяйственной продукции территориям. URL: www.consultant.ru (дата обращения: 27.12.2023).

References

- Granberg, A.G. (2000). *Osnovy regional'noi ekonomiki: uchebnik dlya vuzov* [Basis of regional economics: textbook for universities]. Moscow, Higher School of Economics, 495 p.
- Granberg, A.G. (2006). Idei Avgusta Lesha v Rossii [Ideas of August Lesh in Russia]. *Prostranstvennaya ekonomika* [Spatial economics], no. 2, pp. 1-22.
- Gagarina, G.Yu., Bolotov, R.O. (2001). Otsenka mezhratsional'nogo neravenstva v Rossiiskoi Federatsii i ego dekompozitsiya s primeneniem indeksa Teila [Assessment of interregional inequality in the Russian Federation and its decomposition using the Tail index]. *Federalizm* [Federalism], vol. 26, no. 4 (104), pp. 20-34. doi: 10.21686/2073-1051-2021-4-20-34
- Chernyshov, M.M., Usmanov, D.I., Yur'eva, A.A. (2021). Novye podkhody k razrabotke strategii ustoychivogo i sbalansirovannogo razvitiya regionov i makroregionov, opredeleniyu effektivnosti gosudarstvennoi regional'noi politiki Rossiiskoi Federatsii [New approaches to the development of strategies for sustainable and balanced development of regions and macroregions, determining the effectiveness of the state regional policy of the Russian Federation]. *Problemy rynochnoi ekonomiki* [Market economy problems], no. 3, pp. 62-97. doi: 10.33051/2500-2325-2021-3-62-97
- Topoleva, T.N. (2022). Genezis kontseptual'nykh podkhodov prostranstvennoi ekonomiki: osnovopolagayushchie teorii, novye napravleniya i perspektivy issledovaniy

[The genesis of conceptual approaches to spatial economics: fundamental theories, new directions and research prospects]. *Vestnik Rossiiskogo ekonomicheskogo universiteta imeni G.V. Plekhanova* [Vestnik of the Plekhanov Russian University of Economics], vol. 19, no. 4 (124), pp. 94-130. doi: 10.21686/2413-2829-2022-4-94-130

6. Andryushchenko, S.A., Kutenkov, R.P., Shabanov, V.L. i dr. (2020). *Razvitie agroproduktivnykh sistem v regionakh Rossii, neblagopriyatnykh dlya vedeniya sel'skogo khozyaistva: vozmozhnosti i regulirovanie* [The development of agri-food systems in unfavorable for agriculture Russian regions: opportunities and regulation]. Saratov, Saratovskii istochnik Publ., 215 p. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44423678>

7. Kabashova, E.V. (2022). Otsenka mezhratsional'nogo neravenstva kachestva zhizni naseleniya v Rossiiskoi Federatsii [Assessment of interregional disparity in the life's quality of the population in the Russian Federation]. *Upravlencheskii uchët* [Management accounting], no. 11-3, pp. 748-758, doi: 10.25806/uu11-32022748-758

8. Pravdina, N.V., Danilova, I.V. (2021). Strategiya differentsirovannogo razvitiya sub'ektov RF i otsenka unikal'nosti ekonomiki regionov [Strategy of differentiated development of the subjects of the Russian Federation and assessment of the uniqueness of the regional economy]. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya «Ekonomika i menedzhment»* [Bulletin of South Ural State University. Series "Economics and management"], vol. 15, no. 4, pp. 38-46. doi: 10.14529/em210404

9. Ukaz Prezidenta RF ot 16.01.2017 № 13. Ob utverzhdenii Osnov gosudarstvennoy politiki regional'nogo razvitiya Rossiiskoi Federatsii na period do 2025 goda [Decree of the President of the Russian Federation dated 16.01.2017 No. 13. On the approval of the Basis of the state policy of regional development of the Russian Federation for the period up to 2025]. Available at: www.consultant.ru (accessed: 01.03.2023).

10. Rasporyazhenie Pravitel'stva RF ot 13.02.2019 № 207-r. Ob utverzhdenii Strategii prostranstvennogo razvitiya Rossiiskoi Federatsii na period do 2025 goda [Order of the Government of the Russian Federation dated 13.02.2019 No. 207-r. On the approval of the Spatial Development Strategy of the Russian Federation for the period up to 2025]. Available at: www.consultant.ru (accessed: 23.03.2019).

11. Bondarenko, Yu.P. (2020). Otsenka gosudarstvennogo subsidirovaniya sel'skogo khozyaistva Rossii [Assessment of public subsidies for agriculture in Russia]. *Ekonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii* [Economy of agricultural and processing enterprises], no. 8, pp. 55-61. doi: 10.31442/0235-2494-2020-0-8-55-61

12. V Minsel'khoze rasskazali, kak izmenitsya gospodderzhka APK v 2024 godu [The Russian Ministry of Agriculture told how the state support for the agriculture will change in 2024]. Available at: <https://rg.ru/2024/01/02/v-minselkhoze-rasskazali-kak-izmenitsya-gospodderzhka-apk-v-2024-godu.html> (accessed: 20.01.2024).

13. Mikheeva, N.N. (2021). *Prostranstvennyye aspekty razrabotki ekonomicheskikh prognozov: nauchnyi doklad* [Spatial aspects of the development of economic forecasts: scientific report]. Moscow, Artik Print Publ., 120 p. doi: 10.47711/sr2-2021

14. Bondarenko, Yu.P. (2023). Regional'nye faktory rosta proizvodstva zerna v Rossii [Regional factors of grain production growth in Russia]. *Ekonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii* [Economy of agricultural and processing enterprises], no. 8, pp. 38-48. doi: 10.31442/0235-2494-2023-0-8-38-48

15. Bondarenko, Yu.P. (2023). Mezhratsional'nye razlichiya proizvodstva zerna v Rossii [Interregional differences in grain production in Russia]. *Regional'nye agrosistemy: ekonomika i sotsiologiya* [Regional agrosystems: economics and sociology], no. 1, pp. 42-50.

16. Federal'nyi zakon ot 29.12.2006 № 264-FZ (red. ot 30.12.2021) O razvitiy sel'skogo khozyaistva [Federal Law No. 264-FZ of December 29, 2006 (as amended on December 30, 2021) On the Development of agriculture]. Available at: www.consultant.ru (accessed: 19.07.2023).

17. Rosstat (2023). *Regiony Rossii. Sotsial'no-ekonomicheskie pokazateli. 2023: statisticheskii sbornik* [Regions of Russia. Socio-economic indicators. 2023: statistical collection]. Moscow, 1126 p.

18. Pasport Gosudarstvennoi programmy razvitiya sel'skogo khozyaistva i regulirovaniya ryнков sel'skokhozyaistvennoi produktsii, syr'ya i prodovol'stviya s izmeneniyami, utverzhdenymi resheniem Predsedatelya Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii M.V. Mishustina ot 29 dekabrya 2023 g. № ММ-П11-22247 [Passport of the State Program for the Development of Agriculture and Regulation of Agricultural Products, Raw Materials and Food Markets with amendments, approved by the decision of the Chairman of the Government of the Russian Federation M.V. Mishustin dated December 29, 2023 No. ММ-П11-22247]. Available at: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/1b6/kl53xwrqkxembkfimgvxu32dk7q0z0.pdf> (accessed: 27.01.2024).

19. Ministry of Agriculture of the Russian Federation (2023). *Informatsiya o rashodakh byudzheta sub'ekta Rossiiskoi Federatsii, istochnikom finansovogo obespecheniya kotorykh yavlyayutsya subtsidii i inye mezhibyudzhetye transferty* [Information on budget expenditures of a subject of the Russian Federation, the source of financial support for which are subsidies and other inter-budgetary transfers]. Available at: <https://mcx.gov.ru/activity/state-support/funding/> (accessed: 01.02.2024).

20. Bondarenko, Yu.P. (2022). Vliyaniye iznosa i obnovleniya osnovnykh fondov na tempy rosta proizvodstva valovoi produktsii sel'skogo khozyaistva Rossii [The impact of deterioration and renewal of fixed assets on the growth rate of agricultural output in Russia]. *Zakonomernosti razvitiya regional'nykh agroproduktivnykh sistem* [Patterns of development of regional agro-food systems], no. 1, pp. 9-12.

21. Rasporyazhenie Pravitel'stva RF ot 26.01.2017 № 104-r (red. ot 12.01.2021). Ob utverzhdenii perechnya sub'ektov Rossiiskoi Federatsii, territorii kotorykh otnosyatsya k neblagopriyatnym dlya proizvodstva sel'skokhozyaistvennoi produktsii territoriyam [Decree of the Government of the Russian Federation dated January 26, 2017 No. 104-r (as amended on January 12, 2021). On approval of the list of subjects of the Russian Federation whose territories are considered unfavorable for the production of agricultural products]. Available at: www.consultant.ru (accessed: 27.12.2023).

Информация об авторах:

Андрющенко Сергей Анатольевич, доктор экономических наук, профессор, заведующий лабораторией инновационного развития производственного потенциала агропромышленного комплекса, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4542-4336>, Scopus ID: 35110864200, Researcher ID: P-4831-2018, andrpk@yandex.ru

Бондаренко Юрий Павлович, кандидат экономических наук, старший научный сотрудник лаборатории инновационного развития производственного потенциала агропромышленного комплекса, bondarenko-yp@mail.ru

Information about the authors:

Sergey A. Andryushchenko, doctor of economic sciences, professor, head of the laboratory of innovative development of agricultural production potential, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4542-4336>, Scopus ID: 35110864200, Researcher ID: P-4831-2018, andrpk@yandex.ru

Yuri P. Bondarenko, candidate of economic sciences, senior researcher of the laboratory of innovative development of agricultural production potential, bondarenko-yp@mail.ru





Научная статья

УДК 330.43:338.43

doi: 10.55186/25876740_2024_67_4_448

ФИНАНСОВОЕ ЗАРАЖЕНИЕ АГРОПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ РЫНКОВ ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАН В ПЕРИОД ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КРИЗИСА 2022-2023 ГГ.

А.О. Овчаров, А.М. Терехов, А.Л. Сочков

Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород, Россия

Аннотация. Цель статьи заключается в выявлении наличия и оценке интенсивности финансового заражения, распространившегося в агропродовольственном секторе разных стран в период энергетического кризиса 2022-2023 гг., вызванного российско-украинским конфликтом. Кроме того, ставится задача обнаружения межотраслевого заражения, когда его трансмиттером выступает агропродовольственный рынок. Статья включает теоретическую и практическую части. В теоретическом обзоре показаны существующие взаимосвязи между рынками энергоресурсов и сельскохозяйственной продукции, которые в кризисные периоды могут усложняться и трансформироваться. Отмечена важная роль теории и методологии финансового заражения в исследованиях этих взаимосвязей. В практической части данная методология реализована в отношении агропродовольственного сектора разных стран, испытавшего шок со стороны нефтегазового рынка в 2022-2023 гг. Собрана обширная эмпирическая база о котировках цен на энергоносители и отраслевых агропродовольственных фондовых индексах различных стран, расположенных во всех макрорегионах. На этой основе с помощью специального теста произведена фиксация финансового заражения агропродовольственных рынков, получены динамические оценки интенсивности его распространения. Результаты показали, что нефтяной рынок оказался более сильным трансмиттером заражения, чем рынок газа. Самыми восприимчивыми к финансовому заражению оказались агропродовольственные рынки Африки, что обусловлено неразвитостью экономических институтов и отсутствием эффективной антикризисной политики. Экономическая мощь и налаженная система экстренных и предупредительных мер противодействия финансовому заражению обеспечили устойчивость аграрного сектора к энергетическому шоку в Европе и Америке. В азиатском регионе восприимчивость к финансовому заражению продемонстрировал Китай. При анализе отдельных стран межотраслевые эффекты заражения, распространяющиеся по линии «агропродовольственный рынок — другие отраслевые рынки», практически не были обнаружены. Это говорит о том, что агропродовольственный сектор выполнил функцию демпфера заражения, то есть принял на себя энергетический шок и не стал передатчиком финансового заражения в другие отрасли.

Ключевые слова: финансовое заражение, продовольственные рынки, энергетический кризис, приемник заражения, передатчик заражения, волатильность финансовых рынков, количественные оценки заражения

Благодарности: исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-28-00124, <https://rscf.ru/project/24-28-00124/>

Original article

FINANCIAL CONTAGION OF AGRI-FOOD MARKETS OF FOREIGN COUNTRIES DURING THE ENERGY CRISIS OF 2022-2023

A.O. Ovcharov, A.M. Terekhov, A.L. Sochkov

National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. The purpose of the article is to identify the presence and to estimate the intensity of financial contagion that spread in the agri-food sector of different countries during the energy crisis of 2022-2023 caused by the Russian-Ukrainian conflict. In addition, the goal is to detect a intersectoral contagion when its transmitter is the agri-food market. The article includes a theoretical part and a practical one. The theoretical part shows the existing interrelations between the markets of energy resources and agricultural products, which can become more complicated and transformed during an economic crisis. The important role of the theory and methodology of financial contagion in the study of these relationships is noted. In practice, this methodology has been implemented in relation to the agri-food sector of different countries, which was under a shock from the oil and gas market in 2022-2023. A large empirical array of data on energy price quotations and sectoral agri-food stock indices of various countries located in all macro-regions has been collected. Using this basis and a special test, the financial contagion of agri-food markets has been detected, and dynamic estimates of the intensity of its spread have been obtained. The results show that the oil market is a stronger transmitter of contagion than the gas market. Agri-food markets in Africa are the most susceptible to financial contagion what is caused by underdevelopment of economic institutions and by lack of an effective anti-crisis policy. The resilience of American and European agricultural sectors to the energy shock is provided by economic power and a well-established system of emergency and preventive measures to counteract financial contagion in these regions. China has demonstrated susceptibility to financial contagion in the Asian region. The analysis of individual countries shows that the intersectoral effects of contagion spreading in the direction of "agri-food market — other sectoral markets" are practically not detected. This suggests that the agri-food sector of economy is practically a damper of contagion, that is, it damps the energy shock and does not transmit the financial contagion to other industries.

Keywords: financial contagion, food markets, energy crisis, recipient of contagion, contagion transmitter, volatility of financial markets, quantitative estimates of contagion

Acknowledgments: the reported study was funded by the Russian Science Foundation, project number 24-28-00124, <https://rscf.ru/en/project/24-28-00124/>

Введение. За последние 15 лет мировая экономика прошла через многие кризисы разной природы, такие как мировой финансовый кризис, аварию на АЭС «Фукусима-1», вирус Эбола, торговую войну между Китаем и США, пандемию COVID-19. Многие авторы отмечают рост

масштабов, интенсивности и скорости возникновения и протекания кризисов, как на международном, так и на региональном уровне. При этом самое важное заключается в том, что многочисленные кризисные события существенно меняют мировую экономическую архитектуру

и модели причинно-следственной связи между различными производственными, финансовыми и товарными рынками [1, 2]. Российско-украинский кризис внес свою лепту в эти изменения. Этот военный конфликт, как известно, повлиял на глобальные цепочки поставок и ценовую



конъюнктуру на рынке энергоресурсов (особенно нефтяном рынке), рынках металлов, сельскохозяйственной продукции и т.п. Несмотря на то, что он непосредственно касается всего двух стран, этот кризис имеет глобальные последствия для мирового производства, финансовых и товарных рынков, настроений инвесторов.

Известно, что Россия и Украина играют значительную роль на рынках энергоносителей и продовольствия. Россия является крупнейшим экспортером трубопроводного газа и вторым по величине экспортером сырой нефти. На Россию и Украину вместе приходится около 56% мировой торговли подсолнечным маслом и семенами, 27% — пшеницей, 23% — ячменем и 14% — кукурузой. Начало конфликта привело к тому, что цены на пшеницу и кукурузу в середине марта 2022 г. стали, соответственно, на 88 и 50% выше, чем в январе [3]. В целом это вызвало беспрецедентные потрясения на мировых рынках сырой нефти, природного газа, пшеницы и удобрений.

Следует отметить, что рынки энергоресурсов и сельскохозяйственной продукции связаны между собой и в «спокойные» периоды. Взаимосвязь проявляется через различные каналы, охватывающие производство, потребление и инвестиции. Так, рост цен на сырую нефть может побудить промышленные предприятия ряда стран (главным образом, развивающиеся экономики) либо заменить, либо дополнить использование нефтепродуктов другими источниками энергии, получаемыми из сельскохозяйственных продуктов, таких как кукуруза, пшеница и соевые бобы [4]. Другими словами, повысится спрос на сельскохозяйственную продукцию, используемую в качестве сырья для создания альтернативной энергетики. Добавление этого вторичного использования сельскохозяйственной продукции к ее первичному использованию как продовольствия приведет к росту цен на нее, поскольку предложение (посевные площади, производственные мощности и т.п.) не может быть легко увеличено за короткий период, чтобы соответствовать растущему потреблению [5]. С другой стороны, и рынки энергоресурсов влияют на рынки сельскохозяйственной продукции, поскольку процесс ее производства требует как текущих затрат на покупку топлива (для обработки земли, транспортировки, поставки удобрений и т.п.), так и капитальных вложений. Колебания цен на нефтяном рынке неизбежно приводят к росту волатильности на продовольственном и других сырьевых рынках. Например, было показано, что масличные культуры и само растительное масло в наибольшей степени подвержены влиянию цен на энергоносители [6].

Таким образом, между нефтяным и сельскохозяйственным рынком может существовать двусторонняя связь. Российско-украинский конфликт, затрагивая энергетические и продовольственные ресурсы, необходимые для выживания человека, еще больше усложняет запутанные межрыночные связи. Кроме того, во время продовольственных и энергетических кризисов существенные колебания цен на ключевые товары и ресурсы могут вынудить правительства и центральные банки разных стран осуществлять корректировку своей политики (введение ограничительных или стимулирующих мер, изменение процентных ставок и характера кредитования и т.п.), что оказывает существенное влияние на взаимоотношения между рынками. Все это говорит о том, что необходимо

эмпирическое изучение причин и последствий трансформаций в межрыночных связях в периоды кризиса. Это позволит экономикам многих стран избежать экстремальных рисков и стабилизировать ситуацию.

Одним из направлений, позволяющим получить точные и достоверные оценки изменений во взаимосвязях между агропродовольственными и энергетическими рынками во время кризисных событий 2022-2023 гг., является методология финансового заражения. В последние годы она получила широкое признание (главным образом, в зарубежных исследованиях) при изучении распространения кризисов в разных странах и на различных рынках. Эта концепция использует аналогии с биологическим заражением — аналогом вируса здесь является внешний шок, который в виде цепной реакции распространяется по определенному каналу (торговому, кредитному, инвестиционному) и приводит к существенным сдвигам в межрыночных связях. Если сдвиг превышает установленные пределы, то есть концентрация шока и сила передачи становятся очень высокими, и это обнаруживается специальными статистическими и эконометрическими методами, то такая трансформация в экономических системах признается финансовым заражением. Отметим сложность и разнообразие инструментария обнаружения финансового заражения — многочисленные факты его существования были подтверждены такими методами, как корреляционный и ковариационный анализ, модели векторной авторегрессии, квантильные регрессии, модели класса «копул» и т.п. (см., например, [7 8]).

Чаще всего эмпирические исследования финансового заражения посвящены его страновому срезу, то есть трансмиссия шоков, ее масштабы и последствия рассматриваются от исходной страны-источника (например, от США в период мирового финансового кризиса или от Китая в период пандемии COVID-19) к странам-реципиентам. Реже встречаются исследования, когда источниками и получателями являются отрасли, сектора экономики, отдельные товары или предприятия. В этой группе работ объектом исследований выступает и сельскохозяйственный сектор. Например, были обнаружены свидетельства заражения в сельском хозяйстве от фьючерсных энергетических рынков в те периоды, когда эти рынки демонстрировали не «бычий», а «медвежий» тренд [9]. Двухнаправленность и асимметричность распространения финансового заражения между энергетическими и сельскохозяйственными рынками была также зафиксирована во время мирового финансового кризиса и пандемии COVID-19 [10].

В практической части статьи мы сделаем попытку совместить страновой и отраслевой аспекты финансового заражения. Ставится задача в период российско-украинского конфликта 2022-2023 гг. проверить наличие и оценить интенсивность финансового заражения, распространяющегося на агропродовольственный сектор разных стран со стороны нефтегазового сектора. При этом дополнительно ставится еще одна задача — выявить, в каких странах сам агропродовольственный сектор в этот кризис может считаться трансмиттером финансового заражения, то есть передается ли оно внутри отдельной страны от сельского хозяйства в другие отрасли.

Материалы и методы. В качестве эмпирической базы исследования использовались данные за 2022-2023 гг. о котировках фьючерсных

цен на рынках энергоносителей (собиралась ежедневная статистика цен на нефть марки Brent и на природный газ), которые рассматривались как источники шока. Кроме того, была обобщена статистика по отраслевым агропродовольственным фондовым индексам различных стран, расположенных во всех макрорегионах (по 3-5 стран на регион). Сельскохозяйственный рынок данных стран рассматривался как потенциальный получатель заражения. Выбор стран зависел от наличия информации об отраслевых индексах — дело в том, что не каждая страна ведет статистику по таким специфическим сельскохозяйственным индикаторам, как отраслевые фондовые индексы, которые можно рассматривать как возможный канал финансового заражения в аграрном секторе.

Использовался ресурс Investing.com, благодаря которому удалось сформировать выборку из 18 стран. Те страны, агропродовольственный сектор которых по результатам расчетов демонстрировал восприимчивость к финансовому заражению со стороны нефтегазового рынка, проверялись на предмет последующего распространения заражения в другие сектора. Для этого дополнительно собиралась информация по индексам этих стран для таких отраслей и секторов, как финансы, промышленность, розничная торговля, туризм.

Методом выявления финансового заражения выступил эконометрический тест Форбс-Ригобона (*FR*-тест), который широко используется в эмпирических исследованиях по финансовому заражению (см., например, [11]). С его помощью можно обнаружить существенные сдвиги во взаимосвязях в кризисном периоде по сравнению с докризисным периодом. В нашем случае поиск этих сдвигов осуществлялся в связках «рынок энергоресурсов → агропродовольственный рынок» и «агропродовольственный рынок → другие отраслевые рынки», что позволяло зафиксировать наличие и направленность финансового заражения. Математически данный тест выглядит следующим образом:

$$FR(i \rightarrow j) = \frac{\ln \left(\frac{1 + \hat{\nu}_{y/x}}{1 - \hat{\nu}_{y/x}} \right) - \ln \left(\frac{1 + \hat{\rho}_x}{1 - \hat{\rho}_x} \right)}{2 \cdot \sqrt{\frac{1}{T_y - 3} + \frac{1}{T_x - 3}}},$$

где $\hat{\rho}_x$ — стандартный коэффициент корреляции между объектами i и j в докризисный период x ; $\hat{\nu}_{y/x}$ — скорректированный на гетероскедастичность коэффициент корреляции в кризисный период y ; T_x и T_y — число наблюдений в докризисном и кризисном периодах.

Выделялось 2 возможных варианта рассматривания объектов i и j :

- при исследовании финансового заражения в связке «рынок энергоресурсов → агропродовольственный рынок» в качестве i рассматривались котировки цен фьючерсов либо на нефть марки Brent, либо на природный газ, в качестве j — фондовые индексы агропродовольственного сектора конкретных стран;
- при исследовании финансового заражения в связке «агропродовольственный рынок → другие отраслевые рынки» в качестве i рассматривался фондовый индекс агропродовольственного сектора конкретной страны, в качестве j — фондовый индекс другого сектора экономики той же самой страны.



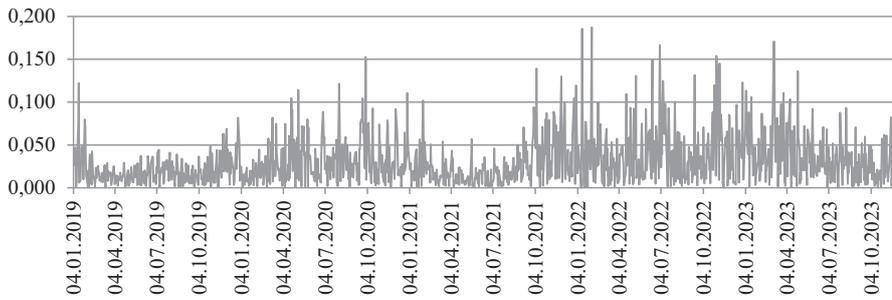


Рисунок. Оценки волатильности фьючерсных цен на природный газ в период 2019-2023 гг.
Figure. Estimates of the volatility of natural gas futures prices in the period 2019-2023

Для получения вывода о возможном заражении расчетные значения статистик ($FR_{расч}$), полученных по тесту, сравнивались с критическим значением для уровня значимости $\alpha=0,05$ (по нашей выборке $FR_{крит}=1,645$). Если выполнялось условие $FR_{расч} > FR_{крит}$, то гипотеза о наличии заражения не отрицалась.

Следует отметить важный момент, что в расчетах мы использовали усовершенствованный подход, который заключается в получении не статических, а динамических оценок заражаемости агропродовольственных рынков. Его идея заключается в отражении самой сути заражения в биологических или экономических системах — этот процесс растянут во времени и характеризуется разной интенсивностью (может в определенные периоды усиливаться или ослабевать). Поэтому мы провели не однократный расчет теста Форбс-Ригобона, как это принято в классическом случае, а многократный, причем сделали это методом скользящего выборки с постоянным окном. Критерием заражения по этой схеме выступило сравнение не точечного значения $FR_{расч}$ с критическим значением, а среднего значения $FR_{ср}$. Такой подход учитывает всплески и затухания заражаемости агропродовольственных рынков в период кризиса и позволяет получить более точные оценки ее интенсивности. Формально это можно записать так: финансовое заражение распространяется от i к j , если выполняется условие $FR_{ср} > FR_{крит}$, где

$$FR_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^n FR_{расч_i}}{n},$$

где n — число оценок заражения по тесту.

Результаты. Предваряя основные результаты, на рисунке показаны наши оценки волатильности одного из возможных источников финансового заражения — рынка газа. Они получены на основе динамики логарифмических темпов роста фьючерсных цен на газ за пятилетний период времени. Очевидны высокие значения частоты и амплитуды колебаний этих цен в 2022 и начале 2023 гг., причем всплески более выражены, чем в период пандемии COVID-19. Этот факт можно трактовать как возможный запуск трансмиссии финансового заражения. Однако для того чтобы подтвердить это предположение, необходимо осуществить тестовые расчеты.

В таблице 1 представлены результаты таких расчетов по выбранному тесту ($FR_{ср}$), позволяющие идентифицировать наличие и интенсивность финансового заражения агропродовольственного сектора по всей выборке стран в период энергетического кризиса, вызванного российско-украинским конфликтом.

Другими словами, можно идентифицировать те страны, сельскохозяйственные рынки которых оказались восприимчивыми к финансовому заражению, идущему со стороны энергетических рынков в период 2022-2023 гг. Результаты показаны в виде количественных и качественных оценок. Количественные оценки представляют собой значения $FR_{ср}$, полученные для каждой страны в связках вида «рынок нефти → агропродовольственный рынок» и «рынок газа → агропродовольственный рынок». Качественные оценки получены на основе количественных путем выделения четырех возможных вариантов, сгруппированных по интенсивности финансового заражения:

- если $FR_{ср} < FR_{крит}$, то финансовое заражение отсутствует (знак «–» в таблице 1);
- если $FR_{крит} < FR_{ср} < 1,25FR_{крит}$, то интенсивность финансового заражения низкая (знак «+»);
- если $1,25FR_{крит} < FR_{ср} < 2FR_{крит}$, то интенсивность финансового заражения средняя (знак «++»);
- если $FR_{ср} > 2FR_{крит}$, то интенсивность финансового заражения высокая (знак «+++»).

Как видно из таблицы 1, нефтяной рынок оказался более сильным транзитером заражения, чем рынок газа, поскольку число случаев заражения оказалось больше и численные значения тестовой статистики в целом выше. Это можно объяснить быстротой реакции котировок нефти на любой внешний шок и повышенной волатильностью нефтяных цен в течение продолжительного периода. При этом по отдельным регионам ситуация с заражением агропродовольственного сектора отличается. Самым восприимчивым к финансовому заражению регионом оказалась Африка, что связано с неразвитостью экономических институтов и отсутствием эффективной антикризисной политики. К тому же российско-украинский конфликт не только привел к росту мировых цен на продовольствие, но и для стран Африки и бедных стран Ближнего Востока, которые зависят от импорта из России и Украины, создал дополнительные риски, связанные с ограничением фактического доступа к продуктам питания [12]. Развитые же экономики американского и европейского континентов в целом оказались резистентными к этому шоку. Их экономическая мощь и налаженная система экстренных и предупредительных мер противодействия финансовому заражению обеспечили устойчивость в аграрном секторе. Исключением является Греция, однако экономика данной страны считается одной из самых проблемных в еврозоне. Есть многочисленные свидетельства финансового заражения разных секторов и рынков Греции (см., например, [13]) — наш случай не стал исключением.

Таблица 1. Оценки финансового заражения агропродовольственных рынков зарубежных стран в период энергетического кризиса 2022-2023 гг.

Table 1. Estimates of financial contamination of agri-food markets of foreign countries during the energy crisis of 2022-2023

Регион и страна — реципиент заражения	Рынок — источник заражения			
	Рынок нефти		Рынок газа	
	количественная оценка	качественная оценка	количественная оценка	качественная оценка
Америка				
США	1,02	–	0,19	–
Канада	0,38	–	0,68	–
Мексика	2,24	++	1,40	–
Европа				
Великобритания	0,94	–	0,80	–
Италия	0,87	–	0,71	–
Дания	1,28	–	1,13	–
Греция	3,76	+++	2,51	++
Турция	0,82	–	0,66	–
Ближний Восток				
Египет	2,49	++	1,15	–
Иордания	3,38	+++	2,44	++
Саудовская Аравия	0,72	–	0,93	–
АТР				
Китай	3,87	+++	1,93	+
Япония	1,31	–	1,45	–
Таиланд	1,95	+	0,85	–
Австралия	0,75	–	0,36	–
Африка				
Марокко	4,73	+++	1,75	+
Тунис	2,17	++	1,86	+
Намибия	2,69	++	1,34	–

Следующий результат получен в связках вида «агропродовольственный рынок → другие отраслевые рынки». Гипотеза заключалась в том, что агропродовольственные рынки тех стран, которые оказались реципиентами финансового заражения со стороны энергетических рынков, передавали его с разной интенсивностью на другие рынки. Для подтверждения или опровержения этой гипотезы мы все страны, для которых ранее тестовая статистика хотя бы один раз показала наличие заражения, проверили на предмет дальнейшей межотраслевой трансмиссии внутри каждой страны. Исходя из результатов, представленных в таблице 1, такими странами стали Мексика, Греция, Египет, Иордания, Китай, Таиланд, Марокко, Тунис, Намибия. В качестве возможных получателей финансового заражения были взяты 4 сектора: банки, страхование, инвестиции (финансы), розничная торговля товарами (потребительский сектор), туризм, отели, общественное питание (сфера услуг), отдельные производственные отрасли (промышленность).

В таблице 2 приведены итоговые результаты, причем только в виде количественных оценок, полученных по ранее описанному алгоритму. Те случаи, когда тестовая статистика показала наличие межотраслевого заражения в связках вида «агропродовольственный рынок → другие отраслевые рынки», выделены в ячейках полужирным шрифтом. Из таблицы 2 видно, что наша гипотеза практически не получила



Таблица 2. Оценки межотраслевого заражения в зарубежных странах в период энергетического кризиса 2022-2023 гг.

Table 2. Estimates of intersectoral contamination in foreign countries during the energy crisis of 2022-2023

Страна — передатчик заражения	Отрасль — реципиент заражения			
	Финансы	Потребительский сектор	Сфера услуг	Промышленность
Мексика	1,04	1,48	1,60	1,23
Греция	1,47	2,36	1,88	1,01
Египет	0,38	1,15	2,72	0,67
Иордания	0,59	0,25	0,98	1,53
Китай	1,36	1,29	1,30	0,77
Таиланд	0,20	3,09	2,58	0,64
Марокко	1,21	0,34	1,19	1,07
Тунис	0,92	0,16	3,53	0,44
Намибия	0,43	0,89	0,99	1,36

подтверждения. Восприимчивыми к финансовому заражению, идущему со стороны агропродовольственного рынка, оказались только потребительский сектор (2 страны) и сфера услуг (4 страны). Это можно объяснить сильными связями этих отраслей с агропродовольственными рынками. Например, сфера услуг в нашей выборке представлена компаниями, работающими в сегменте отдыха и туризма, функционирование которого невозможно без обеспечения туристов продуктами питания. К тому же в странах, ставших реципиентами заражения по данному каналу, туризм занимает высокую долю в ВВП.

Финансовый сектор и промышленность оказались устойчивыми к финансовому заражению по всей выборке стран. Однако эта устойчивость не обязательно является абсолютной — мы ее зафиксировали только по одному специфическому каналу. Кроме того, направление распространения финансового заражения может быть другим. Финансовые рынки, например, чаще всего сами выступают транзитерами финансового заражения, поскольку первыми реагируют на внешние шоки. Маловероятно, чтобы на них оказывали сильное влияние агропродовольственные рынки — более реалистичной представляется обратная направленность.

Заключение. В работе показано влияние энергетического кризиса, возникшего в 2022 г. в результате конфликта России и Украины, на агропродовольственные рынки разных стран. Это было сделано на основе методологии финансового заражения, хорошо зарекомендовавшей себя во многих эмпирических исследованиях.

Информация об авторах:

- Овчаров Антон Олегович**, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры бухгалтерского учета, главный научный сотрудник Центра макро- и микроэкономики, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4921-7780>, anton19742006@yandex.ru
- Терехов Андрей Михайлович**, кандидат экономических наук, доцент кафедры сервиса и туризма, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2356-4533>, terehoff.t@yandex.ru
- Сочков Андрей Львович**, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры информационных технологий и инструментальных методов в экономике, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8389-9493>, sochkov@iee.unn.ru

Information about the authors:

- Anton O. Ovcharov**, doctor of economic sciences, professor, professor of the department of accounting, chief researcher of the Center for macro- and microeconomics, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4921-7780>, anton19742006@yandex.ru
- Andrey M. Terekhov**, candidate of economic sciences, associate professor of the department of service and tourism, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2356-4533>, terehoff.t@yandex.ru
- Andrey L. Sochkov**, candidate of technical sciences, associate professor, associate professor of the department of information technology and instrumental methods in economics, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8389-9493>, sochkov@iee.unn.ru

Она позволяет идентифицировать существенные сдвиги в межрыночных связях, которые свидетельствуют о разрастании кризиса в экономических системах.

Для получения количественных оценок финансового заражения была собрана обширная эмпирическая база о ценах на энергоресурсы и о динамике агропродовольственных фондовых индексов различных стран. Использовался усовершенствованный метод обнаружения финансового заражения, который позволяет не только фиксировать факт заражения агропродовольственного сектора многих стран, но и оценивать его интенсивность. По выборке из 18 стран рассматривались многочисленные страновые и межотраслевые связки и на этой основе делались выводы об устойчивости агропродовольственных рынков к энергетическому кризису и о возможной передаче заражения на другие рынки.

Результатом исследования стал вывод о более выраженной роли нефтяного рынка как транзитера финансового заражения по сравнению с рынком газа и об уязвимости агропродовольственных рынков африканских стран к энергетическому шоку. Расчеты показали, что интенсивность финансового заражения этих рынков была гораздо выше, чем аналогичных рынков в других макрорегионах. Существующая экономическая модель и эффективная антикризисная политика обеспечили устойчивость аграрного сектора в Европе и Америке. В азиатском регионе лишь Китай продемонстрировал подверженность финансовому заражению.

Еще одним результатом стало то, что гипотеза о распространении финансового заражения в отдельных странах по линии «агропродовольственный рынок → другие отраслевые рынки» не подтвердилась. Агропродовольственные рынки стран, оказавшихся реципиентами заражения со стороны рынков нефти и газа, в период энергетического кризиса не оказали заметного влияния на другие рынки. Другими словами, нами практически не были обнаружены межотраслевые эффекты заражения. Сельское хозяйство сыграло роль своеобразного демпфера заражения, то есть оно приняло на себя и погасило повышенную волатильность энергетических рынков и не дало распространиться финансовому заражению на другие рынки и сектора экономики.

Список источников / References

1. Tiwari, A.K., Abakah, E.J. A., Gabauer, D., Dwumfour, R.A. (2022). Dynamic spillover effects among green bond, renewable energy stocks and carbon markets during COVID-19 pandemic: implications for hedging and invest-

ment strategies. *Global Finance Journal*, vol. 51, p. 100692. doi: 10.1016/j.gfj.2021.100692

2. Adekoya, O.B., Oliyide, J.A. (2021). How COVID-19 drives connectedness among commodity and financial markets: evidence from TVP-VAR and causality-in-quantiles techniques. *Resources Policy*, vol. 70, p. 101898. doi: 10.1016/j.resourpol.2020.101898

3. Jiang, W., Chen, Y. (2024). Impact of Russia-Ukraine conflict on the time-frequency and quantile connectedness between energy, metal and agricultural markets. *Resources Policy*, vol. 88, p. 104376. doi: 10.1016/j.resourpol.2023.104376

4. Adeleke, M.A., Awodumi, O.B., Adewuyi, A.O. (2022). Return and volatility connectedness among commodity markets during major crises periods: static and dynamic analyses with asymmetries. *Resources Policy*, vol. 79, p. 102963. doi: 10.1016/j.resourpol.2022.102963

5. Jiang, Y., Lao, J., Mo, B., Nie, H. (2018). Dynamic linkages among global oil market, agricultural raw material markets and metal markets: an application of wavelet and copula approaches. *Physica A*, vol. 508, pp. 265-279. doi: 10.1016/j.physa.2018.05.092

6. Furuoka, F., Yaya, O.S., Ling, P.K., Al-Faryan, M.A. S., Islam, M.N. (2023). Transmission of risks between energy and agricultural commodities: frequency time-varying VAR, asymmetry and portfolio management. *Resources Policy*, vol. 81, p. 103339. doi: 10.1016/j.resourpol.2023.103339

7. Caporin, M., Gupta, R., Ravazzolo, F. (2020). Contagion between real estate and financial markets: A Bayesian quantile-on-quantile approach. *The North American Journal of Economics and Finance*, vol. 55, p. 101347. doi: 10.1016/j.najef.2020.101347

8. Gomez-Gonzalez, J.E., Rojas-Espinosa, W. (2019). Detecting contagion in Asian exchange rate markets using asymmetric DCC-GARCH and R-vine copulas. *Economic Systems*, vol. 43 (3-4), p. 100717. doi: 10.1016/j.eco-sys.2019.100717

9. Ji, Q., Bouri, E., Roubaud, D., Shahzad, S.J. H. (2018). Risk spillover between energy and agricultural markets: a dependence-switching CoVaR-copula model. *Energy Economics*, vol. 75, pp. 14-27. doi: 10.1016/j.eneco.2018.08.015

10. Zhu, B., Lin, R., Deng, Y., Chen, P., Chevallier, J. (2021). Intersectoral systemic risk spillovers between energy and agriculture under the financial and COVID-19 crises. *Economic Modelling*, vol. 105, p. 105651. doi: 10.1016/j.econmod.2021.105651

11. Starkey, C.M., Tsafack, G. (2023). Measuring financial contagion: Dealing with the volatility Bias in the correlation dynamics. *International Review of Financial Analysis*, vol. 90, p. 102863. doi: 10.1016/j.irfa.2023.102863

12. Hall, D. (2023). Russia's invasion of Ukraine and critical agrarian studies. *The Journal of Peasant Studies*, vol. 50 (1), pp. 26-46. doi: 10.1080/03066150.2022.2130263

13. Anastasopoulos, A. (2018). Testing for financial contagion: New evidence from the Greek crisis and yuan devaluation. *Research in International Business and Finance*, vol. 45, pp. 499-511. doi: 10.1016/j.rifab.2017.09.001





Научная статья

УДК 633.11;631.8

doi: 10.55186/25876740_2024_67_4_452

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА ОРОШЕНИЯ И УДОБРЕНИЙ НА КАЧЕСТВО ЗЕРНА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ТЕРСКО-СУЛАКСКОЙ НИЗМЕННОСТИ ДАГЕСТАНА

Н.Р. Магомедов, А.А. Абдуллаев, Ж.Н. Абдуллаев, Т.Г. Бабаев

Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан, Махачкала, Россия

Аннотация. Нами в 2017-2020 гг. проводились исследования по выявлению наиболее рациональных режимов орошения и влияние минеральных удобрений на урожай зерна озимой пшеницы новых сортов (Безостая 100) и его качество. Полевые опыты проводились на лугово-каштановой тяжелосуглинистой почве опытной станции им. Кирова — филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан». В 2017 г. в первом отделении опытной станции на орошаемых землях Терско — Сулакской низменности в зернопропашном севообороте, изучалось влияние режима орошения влагозарядковый полив по бороздам; влагозарядковый полив + вегетационный полив при нижнем пороге влажности 70% ПВ полив по бороздам и удобрений, на химический состав зерна. Изучение указанных вариантов проводилось на двух фонах: удобренном ($N_{90}P_{120}$) и не удобренном.

Наилучшие условия для получения высокого урожая и качественного зерна озимой пшеницы в среднем за три года исследований создаются, при влагозарядке + вегетационный полив при наступлении нижнего порога увлажнения почвы 70% от ПВ на неудобренном (31,9 ц/га), и на удобренном (38,0 ц/га). По сравнению с влагозарядковый полив по бороздам (контроль). Где урожайность была ниже соответственно без удобрений на — 2,2 ц/га, при внесении удобрений ($N_{90}P_{120}$) — 8,3 ц/га.

Ключевые слова: влагозарядковый полив, озимая пшеница, удобрения, протеин, белок, вегетационный полив

Original article

THE INFLUENCE OF THE IRRIGATION AND FERTILIZER REGIME ON THE QUALITY OF WINTER WHEAT GRAIN IN THE CONDITIONS OF THE TERSK-SULAK LOWLAND OF DAGESTAN.

N.R. Magomedov, A.A. Abdullaev, J.N. Abdullaev, T.G. Babaev

Federal Scientific Agricultural Center of the Republic of Dagestan, Makhachkala, Russia

Abstract. In 2017-2020, we conducted research to identify the most rational irrigation regimes and the impact of mineral fertilizers on the grain yield of winter wheat of new varieties (Bezostaya 100) and its quality. Field experiments were carried out on meadow-chestnut heavy loamy soil of the Kirov Experimental Station, a branch of the Federal Agrarian Research Center of the Republic of Dagestan. In 2017, in the first section of the experimental station on irrigated lands of the Tersk-Sulak lowland in the grain row crop rotation, the impact of the irrigation regime was studied: water-charge irrigation along furrows; moisture-charging irrigation + vegetative irrigation at the lower humidity threshold of 70% PV irrigation along furrows and fertilizers, on the chemical composition of grain. The study of these variants was carried out on two backgrounds: fertilized ($N_{90}P_{120}$) and unfertilized.

The best conditions for obtaining a high yield and high-quality grain of winter wheat on average over three years of research are created with moisture recharging + vegetative irrigation at the onset of the lower threshold of soil moisture 70% of the CP on unfertilized (31.9 c/ha) and fertilized (38.0 c/ha). Compared to furrow watering (control). Where the yield was lower without fertilizers by 2.2 c/ha, when applying fertilizers ($N_{90}P_{120}$) — 8.3 c/ha.

Keywords: moisture-charging irrigation, winter wheat, fertilizers, protein, protein, vegetation irrigation

Введение. Величина урожая и качество зерна на прямую связана с условиями возделывания озимой пшеницы. В сложном комплексе условий среды, создание благоприятного водного и пищевого режимов почвы имеет решающее значение [1,2].

Светло-каштановые почвы Терско — Сулакской низменности Дагестана бедны питательными элементами, особенно остро ощущается недостаток азотных и фосфорных веществ [3]. Поэтому весьма важное значение приобретает вопрос, как воздействуют минеральные удобрения на урожай и качество семян озимой зерновой пшеницы, а также рациональное использование удобрений, широкой мелиорации, противозероэрозионных мероприятий [4].

В указанной зоне режим орошения для новых неполегаемых сортов озимой пшеницы (Безостая 100) изучены недостаточно. Изучение требований сорта к условиям окружающей

среды из-за его биологической природы крайне необходим для развития агротехники, которая обеспечивает высокий урожай [5]. В связи с чем, часто нормы и сроки полива устанавливаются шаблонно без учета конкретных почвенно-климатических условий района возделывания озимой пшеницы. Это приводит к недобору урожая зерна озимой пшеницы [6].

Нами в 2017-2020 г. проводились исследования по теме: «Влияние режимов орошения и удобрений на качество зерна озимой пшеницы Безостая 100 на орошаемых землях Терско — Сулакской низменности».

Методика. Полевые опыты с озимой пшеницей Безостая 100 проводились на полях О.С. им Кирова Хасавюртовского района филиал ФГБНУ ФАНЦ Дагестана. В полевых опытах изучались следующие варианты режима орошения;

— Влагозарядковый полив по бороздам, (контроль).

— Влагозарядковый полив + вегетационный полив при минимальном пороге влажности 70% ПВ, полив по бороздам.

Изучение указанных вариантов проводилось на двух фонах;

Удобренном ($N_{90}P_{120}$) и неудобренном.

Удобрения вносились в два срока: $N_{30}P_{120}$ осенью (основное) и N_{60} — весной, в виде подкормки. Площадь делянки, учетная 200 м².

Чтобы изучить динамику густоты роста, урожайность и качество зерна, растения отбирались по фазам развития и роста, по длине делянки в четырех повторениях со следующим вариантом; влагозарядковый полив, влагозарядковый полив + вегетационный полив при 70% от ПВ, влагозарядковый полив + $N_{30}P_{120}$ + N_{60} . Влагозарядковый полив + вегетационный полив при 70% от ПВ + $N_{30}P_{120}$ + N_{60} . На всех указанных выше вариантах отбирались растения для составления средней пробы, от которой



Таблица 1. Содержание азота, фосфора и калия в почве в зависимости от режима орошения и удобрений (в среднем за период вегетации мг на 10 г почвы)
Table 1. Nitrogen, phosphorus and potassium content in the soil depending on the irrigation and fertilizer regime (on average for the vegetation period, mg per 10 g of soil)

Варианты опыта	Слой почвы	2017-2018			2018-2019			2019-2020		
		NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O	NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
Влагозарядный полив без удобрений	0-20	3,25	1,05	-	3,96	1,76	30,8	5,97	1,72	35,0
	0-100	0,85	0,5	-	3,25	1,52	23,8	3,08	1,41	25,1
N ₉₀ P ₁₂₀	0-20	8,85	2,3	38,3	8,75	2,42	31,0	9,2	2,06	33,1
	0-100	1,14	1,32	28,4	5,14	1,81	23,5	5,25	1,22	26,1
Влагозарядка + вегетационный полив при 70% от ПВ Без удобрений	0-20	3,36	0,95	-	3,36	1,62	36,3	4,7	1,7	37,9
	0-100	0,88	0,5	-	2,78	1,37	26,9	3,47	1,27	25,5
N ₉₀ P ₁₂₀	0-20	7,95	2,31	39,3	7,85	2,24	39,6	8,98	2,23	40,1
	0-100	1,25	1,42	31,2	4,3	1,86	28,1	4,9	1,56	28,1

Таблица 2. Влияние вариантов полива и удобрений на химический состав зерна пшеницы озимой, % от абсолютного сухого веса
Table 2. Influence of irrigation and fertilizer options on the chemical composition of winter wheat grain, % of absolute dry weight

Химический состав	годы	варианты			
		влагозарядка		Влагозарядка + вегетационный полив при 70% ПВ	
		Без удобрений	N ₉₀ P ₁₂₀	Без удобрений	N ₉₀ P ₁₂₀
Протеин	2019	15,6	16,5	15,8	16,3
	2020	16,9	17,5	15,3	16,6
Белок	2019	14,0	14,9	13,3	14,4
	2020	14,1	15,0	12,6	14,6
Сырой жир	2019	1,6	--	1,9	--
	2020	1,3	1,2	1,7	1,1
Клейковина	2019	11,9	12,7	10,9	12,7
	2020	12,6	14,9	11,2	14,0
Без азотистые экстрактивные вещества	2019	79,8	77,6	79,2	78,2
	2020	78,6	--	80,1	--
Зола	2019	1,8	1,7	2,0	2,0
	2020	1,9	1,5	1,9	1,9

брались образцы для определения химического и механического состава органов растений озимой пшеницы, методом государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [7]. Математическая обработка урожайных данных проводилась по Доспехову [8].

В Дагестане по климатическим условиям особой сухостью отличается Терско — Сулакская низменность, где годовое количество осадков достигает всего лишь 200-300мм. Климат умеренно теплый, континентальный. Среднегодовая температура от 11°C до 12°C.

Почвы опытного участка светло-каштановые, глинистые, незасоленные. Грунтовые воды залегают на глубине 2,8м, минерализация их колеблется от 3 до 6г/л. Запас усвояемой влаги при полевой влагоемкости — 2380м³/га, метровый запас влаги — 1740м³/га. По наличию азота и фосфора почвы опытного участка относятся к среднеобеспеченным, а по калию — к хорошо обеспеченным.

Наблюдения за влажностью почвы и питательными веществами на опытных делянках проводились подекадно: до и после проведения поливов. Почвенные образцы брались из трех скважин опытной делянки на двух повторностях в отдельности до глубины 1м по горизонтали: 20-40, 40-60, 60-80, 80-100 см. В образцах почвы определяли дисульф феноловым методом нитратного азота по Грандваль-Ляжу; подвижные фосфорные кислоты по Мачигину; обмен калия на пламенном фотометре. Учет оросительной воды проводился с помощью водослива Чиполетти.

Безостая 100 — сорт мягкой озимой пшеницы «НПЗ им. Лукьяненко», год включения 2017г. Среднеранний сорт, устойчив к полеганию

и перестояю на корню, регион допуска по Северо-Кавказскому. Цель использования: получение высоких урожаев высококачественного зерна. Агротехника возделывание озимой пшеницы применялось в полном соответствии с агроуказаниями и рекомендациями для данной зоны.

Результаты исследований. Наши наблюдения динамики питательных веществ в почве под озимой пшеницей в зависимости от режима орошения и удобрений показали, что в среднем в течение всех лет исследований на варианте влагозарядковый полив + вегетационный полив при 70% от ПВ, без удобрений количество нитратов в слое почвы 0-100 см было меньше но на варианте, где проводился только влагозарядковый полив, количество нитраты в почвенном слое 0-20 см были больше на 0,6 мг/100 г почвы (табл. 1).

Во все годы исследований на удобренных вариантах содержалось нитратов в почве больше по сравнению с не удобренным. Изменения содержания фосфора идет, в общем параллельно изменению содержания нитратов, а именно от весны к лету количество фосфатов несколько увеличивается, к осени уменьшается.

При внесении минеральных удобрений (N₉₀P₁₂₀) отмечается увеличение подвижных соединений фосфора. При проведении вегетационного полива на фоне влагозарядки на удобренных вариантах отмечается некоторое увеличение фосфора. Так в среднем за вегетационный период в слое почвы 0-100 см в 2018 г. — на 0,11 мг; 2019 г — 0,05 мг; 2020 г — 0,34 мг на 100 г почвы.

Количество обменного калия в почве под озимой пшеницей было довольно высоким.

Четкой динамики калия в метровом слое почвы на вариантах опыта не отмечается. Некоторое снижение количества калия в почве наблюдается в первой половине вегетации озимой пшеницы, что очевидно связано с интенсивным потреблением его растениями.

Как показывали наши наблюдения под влиянием вегетационного полива на фоне влагозарядки содержание протеина и белка по отношению к контролю (влагозарядка) в 2019 году изменилось мало тогда, как в 2020 году наблюдалось резкое снижение их. При влагозарядке и удобрении во все годы исследований в зерне содержалось больше протеина на 0,6-0,9% и белка — на 0,9% по сравнению с не удобренным вариантом. Под влиянием удобрений и вегетационного полива содержание протеина и белка в 2019 году увеличилось, а в 2020 находилось на одном уровне с контрольным вариантом (табл. 2).

Наибольшие показатели содержания азота в сухом веществе озимой пшеницы по всем вариантам опыта отмечается в фазу выхода в трубку с усилением роста листовой поверхности, а затем стеблей и колосьев, процентное содержание азота к концу вегетации снижается.

В вариантах с внесением удобрений содержание азота в органах растений озимой пшеницы повышалось в фазу выхода в трубку: в листьях на 2,03%, в стеблях — 0,72%. На варианте влагозарядка без удобрений и с удобрениями максимальное количество азота в органах отдельных растений озимой пшеницы идет на фазу цветения. К концу вегетации происходит перераспределение азота в органах растений. Если в начале вегетации было его больше в листьях, то к концу вегетации — в колосьях.

Максимальное содержание фосфора приходится на ранние фазы роста. Внесение удобрений способствовала увеличению содержания фосфора в различных органах растений озимой пшеницы. Повышение содержание фосфора в ранние сроки развития говорит о большом значении фосфорного питания [9.10].

Наибольшее содержание фосфора в зерне отмечено в фазу полной спелости на варианте влагозарядка + вегетационный полив при 70% от ПВ + удобрения. Фосфора в зерне было на 0,13% больше по сравнению с вариантом влагозарядка + удобрения.

Поступление калия в растение озимой пшеницы начинается с первых дней роста растения и продолжается до восковой спелости. Максимальное количество калия растение озимой пшеницы накапливает в фазу выхода в трубку и колошения. Больше всего калия содержится в листьях, меньше — в колосьях. Изменения содержания калия в растениях от внесения удобрений не отмечалось.



Таблица 3. Содержание химических элементов в органах растений пшеницы озимой в зависимости от вида полива и удобрений, 2019 год, % на абсолютное сухое вещество

Table 3. Content of chemical elements in the organs of winter wheat plants depending on the type of irrigation and fertilizers, 2019, % of absolute dry matter

Фазы развития	Фон	Листья			Стебель			Колосья		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Влагозарядковый полив										
Выход в трубку	Не удобрённый	3,85	0,35	3,81	2,40	0,32	3,11	--	--	--
	Удобрённый	3,88	0,48	4,31	3,12	0,32	3,25	--	--	--
Колошение	Не удобрённый	3,66	0,32	3,58	1,88	0,29	2,41	1,80	0,37	1,32
	Удобрённый	3,13	0,40	3,41	2,02	0,31	2,41	1,85	0,44	1,32
Цветение	Не удобрённый	2,36	0,28	2,44	1,38	0,30	2,39	2,17	0,36	1,25
	Удобрённый	2,79	0,32	3,31	1,30	0,30	2,38	2,24	0,46	1,30
Восковая спелость	Не удобрённый	2,0	0,15	1,44	1,60	0,24	1,85	1,80	0,38	0,95
	Удобрённый	2,24	0,20	1,46	1,26	0,25	1,84	2,01	0,52	0,95
Влагозарядковый полив + вегетационный полив при 70% от ПВ										
Выход в трубку	Не удобрённый	4,49	0,36	4,18	2,60	0,32	3,25	--	--	--
	Удобрённый	5,80	0,51	4,01	3,00	0,34	3,51	--	--	--
Колошение	Не удобрённый	2,44	0,35	3,32	1,74	0,27	2,41	1,81	0,38	1,36
	Удобрённый	3,14	0,42	3,41	1,87	0,32	2,85	2,01	0,48	1,36
Цветение	Не удобрённый	2,24	0,30	3,29	1,30	0,26	2,37	1,28	0,40	1,32
	Удобрённый	3,09	0,37	3,30	1,44	0,31	2,41	2,80	0,48	1,31
Восковая спелость	Не удобрённый	1,70	0,16	1,47	1,44	0,25	1,84	2,05	0,49	1,01
	Удобрённый	2,44	0,25	1,51	1,46	0,28	1,85	2,84	0,61	1,01

Таблица 4. Урожай сухой массы озимой пшеницы и вынос азота, фосфора и калия в зависимости от режима орошения и удобрений

Table 4. Yield of dry mass of winter wheat and removal of nitrogen, phosphorus and potassium depending on the irrigation and fertilizer regime

Варианты	Урожай ц/га		Общий вынос, кг/га			Вынос на 1ц зерна, кг			Соотношение выноса, %		
	Солома	Зерно	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
2018-2019 гг.											
Влагозарядка:											
Без удобрений											
	44,3	29,2	107,19	23,30	71,77	3,67	0,79	2,45	53,05	11,46	35,49
N ₉₀ P ₁₂₀	47,3	31,3	124,04	29,34	78,54	3,96	0,93	2,50	53,59	12,58	33,83
Влагозарядка + вегетационный полив при 70% от ПВ											
Без удобрений											
	46,9	30,4	112,07	28,84	77,78	3,68	0,94	2,55	51,32	13,11	35,56
N ₉₀ P ₁₂₀	58,7	38,4	149,18	42,30	101,27	2,63	1,10	2,63	41,35	17,29	42,35
2019-2020 гг.											
Влагозарядка:											
Без удобрений											
	47,1	30,1	120,19	25,94	75,65	3,99	0,86	2,51	54,21	11,68	34,10
N ₉₀ P ₁₂₀	54,3	36,2	100,95	34,34	89,77	4,17	0,94	2,48	54,94	12,33	32,67
Влагозарядка + вегетационный полив при 70% от ПВ											
Без удобрений											
	51,1	33,3	118,24	30,67	97,39	3,54	0,92	2,92	47,97	12,47	39,56
N ₉₀ P ₁₂₀	58,7	38,4	152,69	41,08	101,67	3,97	1,07	2,64	51,60	13,86	34,38

Таблица 5. В зависимости от варианта орошения и удобрений урожайность озимой зерновой в среднем (2018-2020 гг.)

Table 5. Depending on the irrigation and fertilizer option, the average yield of winter grain (2018-2020)

Варианты	Урожайность ц/га			Средняя урожайность 3 года ц/га	Прибавка урожая ц/га
	2018г.	2019г.	2020г.		
Влагозарядковый полив по бороздам (Контроль):					
Без удобрений					
	29,2	29,7	30,1	29,7	----
N ₉₀ P ₁₂₀	31,3	33,8	36,2	33,7	4,0
Влагозарядковый полив + вегетационный полив при 70% от ПВ по бороздам:					
Без удобрений					
	30,4	31,9	33,3	31,9	2,2
N ₉₀ P ₁₂₀	38,4	37,2	38,4	38,0	8,3

На основе полученных данных сделаны выводы, что вегетационный полив на неудо- бренном и удобренном фонах, способствовали меньшему выносу азота листьями. Уменьшение выноса азота листьями объясняется уменьшением содержанием азота в них от вегетационно- го полива. Увеличение выноса азота стеблями наблюдается от фазы колошения до восковой спелости, вынос азота колосьями продолжает- ся повышаться вплоть до фазы восковой спе- лости. Удобрения в сочетании с вегетационным поливом увеличивают вынос азота колосьями на 83,2кг/га по сравнению с вариантом влагоза- рядка + удобрения.

Аналогичная закономерность отмечается и с выносом фосфора. Вынос калия листьями в период выхода в трубку достигает высшей точки до цветения. Вынос калия стеблями увеличивается от колошения до восковой спелости (табл. 3).

Наибольший вынос питательных веществ зерном и соломой наблюдается на варианте вла- гозарядка + вегетационный полив при 70% от ПВ на удобренном фоне N — 149,8кг/га; P₂O₅ — 42,30кг/га; K₂O — 101,27кг/га и влагозарядка + удобрения N — 124,0кг/га; P₂O₅ — 29,34кг/га; K₂O — 78,54кг/га. Это объясняется более высо- ким урожаем зерна и соломы на удобренных ва- риантах.

Вегетационный полив значительно меньше влияет на вынос питательных веществ, чем удо- брения. В варианте влагозарядка без удобрений соотношение азота, фосфора и калия (если при- нять азот за единицу) составило 100:20:70.

В 2019 году внесение удобрений на варианте с дополнительным вегетационным поливом из- менило значение элементов питания в органах озимой пшеницы — доля азота заметно умень- шилась, а доля фосфора и калия увеличилась (табл. 4).

Как показывают данные из всех вариантов опыта, наиболее эффективным оказался вари- ант на удобренном фоне (N₉₀P₁₂₀), где проводи- лась влагозарядка + вегетационный полив по бороздам. В среднем за 2018-2020 годы урожай- ность озимой пшеницы (Безостая 100) на этом варианте была 38ц/га, а на других вариантах была значительно ниже. Удобрения дают значи- тельное повышение урожая в каждом из вари- антов опыта (табл. 5).

Под влиянием вегетационного полива на фоне влагозарядки содержание протеина и бел- ка было снижено на 2,0% в листьях и 0,1% в сте- блях по сравнению с контролем, а на удобрен- ных вариантах особенно в сочетании с поливом увеличилось на 2,9%.

Содержание сырого жира в листьях озимой пшеницы в вариантах с удобренными участками



Таблица 6. Влияние вариантов орошения и удобрений на химический состав органов зерна в полную фазу спелости (2019 г.)

Table 6. Influence of irrigation and fertilizer options on the chemical composition of grain organs in the full phase of ripeness (2019)

Органы растений и варианты опыта	% от абсолютного сухого вещества			
	Протеин	Белок	Сырой жир	Клетчатка
Листья. Влагозарядка: Без удобрений N ₉₀ P ₁₂₀	6,7 8,7	5,6 7,4	4,3 2,3	31,8 31,8
Влагозарядка + вегетационный полив при 70% от ПВ: Без удобрений N ₉₀ P ₁₂₀	6,4 9,6	5,1 9,0	4,3 2,2	28,0 32,6
Стебли. Влагозарядка: Без удобрений N ₉₀ P ₁₂₀	3,6 3,7	3,0 ---	2,4 ---	42,2 ---
Влагозарядка + вегетационный полив при 70% от ПВ: Без удобрений N ₉₀ P ₁₂₀	3,3 4,1	2,7 3,4	2,3 ---	40,4 ---
Колосья. Влагозарядка: Без удобрений N ₉₀ P ₁₂₀	6,5 5,7	5,5 5,4	1,8 ---	31,4 31,8
Влагозарядка + вегетационный полив при 70% от ПВ: Без удобрений N ₉₀ P ₁₂₀	4,1 6,3	3,6 5,7	2,0 ---	31,8 30,8

было меньше в половину, чем на не удобренных. В колосьях без зерна относительное содержание протеина и белка в конце созревания на варианте с вегетационным поливом без удобрений и на удобренном варианте без вегетационного полива оказалось меньше, чем в контроле. В колосьях удобренного варианта в сочетании с вегетационным поливом содержание протеина и белка было одинаковым с контрольным вариантом (табл. 6).

Выводы. По результатом проведенных исследований можно сделать следующие выводы. Для получения высоких урожаев зерна озимой пшеницы наилучшие условия создаются при влагозарядке + вегетационный полив, назначенный при наступлении нижнего порога

увлажнения почвы при 70% от ПВ, как на неудо- бренном (31,9ц/га), так и на удобренном (38ц/га) фонах.

В условиях опыта на фоне влагозарядки вегетационный полив снизил содержание белка на 07-15% по сравнению с контролем (влагозарядка).

Под влиянием вегетационного полива наблюдается уменьшение клейковины по сравнению с контролем. В 2019 году содержание сырой клейковины уменьшилось на 3,4%, сухой — на 0,7%, 2020 году соответственно — 4,1 и 1,4%. Под влиянием удобрений содержание сырой клейковины увеличилось в 2019 году на 2,6%, сухой — на 0,8%, в 2020 году — на 5,2 и 2,3%.

Орошение и удобрения озимой пшеницы способствуют большому накоплению массы органического вещества и большому выносу питательных веществ. При одном влагозарядковым поливе на неудо- бренном фоне вынос растениями питательных веществ с 1 га составил: азота — 107,19кг, фосфора — 23,30кг и калия — 71,77кг. При внесении удобрений в дозе N₉₀P₁₂₀ вынос составил с 1га: азота — 124,04, фосфора — 29,24 и калия — 78,54кг, а на варианте влагозарядка + вегетационный полив при 70% от ПВ + удобрения соответственно: 149,18кг азота, 42,30кг фосфора, 101,27кг калия.

Список источников

- Баршадская С.И., Нешчадим Н.Н., Квашин А.А. Урожайность и качество зерна различных сортов озимой пшеницы в зависимости от предшественника, удобрений и других приемов выращивания // Политематический сетевой электронный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2016 г. № 120. С. 1305-1321.
- Пронько В.В., Пронько Н.А., Рухович О.В., Биличенко М.В., Романенков В.А., Ярошенко Т.М., Климова Н.Ф., Журавлев Д.Ю. Влияние удобрений на продуктивность орошаемых темно-каштановых почв Поволжья и продуктивность сельскохозяйственных культур. // Агротехника. 2020 г. № 6. С. 53-63.
- Ковриго В.П., Кауричев И.С., Бурлакова Л.М. Почвоведение с основами геологии. Москва: «Колос», 2000. С. 297-300.
- Ториков В.Е., Осипов А.А. Влияние минеральных удобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы // Агротехнический вестник. 2015. № 5. С. 6-10.
- Караульный Д.В., Мастеров А.С., Шевалдин И.Н. Оценка новых сортов озимой пшеницы по критериям адаптивности // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. № 3. С. 60-64.
- Карабалаева А.Д., Сыдык Д.А., Тастанбекова Г.Р. Водопотребление озимой пшеницы при гребне-бороздковом способе возделывания в условиях юга Казахстана //

Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 11. С. 393-396.

7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Москва. 2019. Выпуск первый. С. 75-91.

8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва. 2011. С. 315

9. Зайцева Г.А. Зависимость урожайности сельскохозяйственных культур от содержания фосфора в почве в начале вегетации под влиянием погодноклиматических условий // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2013. № 1. С. 33-35.

10. Effect of foliar and soil application of nitrogen on the growth and yield of wheat Islam MS [et al.] // Progressive Agriculture. 2017. Vol.28. № 4. pp. 287-294.

References

- Barshadskaya S.I., Neshchadim N.N., Kvashin A.A. (2016). Yield and quality of grain of various varieties of winter wheat depending on the predecessor, fertilizers and other methods of growth, no. 120, pp. 1305-1321.
- Pronko V.V., Pronko N.A., Rukhovich O.V., Bilichenko M.V., Romanenkov V.A., Yaroshenko T.M., Klimova N.F., Zhuravlev D.Yu.(2020). Influence of fertilizers on the productivity of irrigated Dark Chestnut Soils of the Volga Region and the productivity of agricultural crops. Agrochemistry, no. 6, pp. 53-63.
- Kovrigo V.P., Kaurichev I.S., Burlakova L.M. (2020). *Pochvovedenie s osnovami geologii* [Soil science with the basics of geology], Moscow, Kolos, pp. 297-300.
- Torikov V.E., Osipov A.A. (2015). Influence of mineral fertilizers on the yield and quality of winter wheat grain, no. 5, pp. 6-10.
- Karaul'nyi D.V., Masterov A.S., Shevaldin I.N. (2016). *Otsenka novykh sortov ozimyi wheat po kriteriy adaptivnosti* [Assessment of new varieties of winter wheat according to adaptability criteria]. Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy, no. 3, pp. 60-64.
- Karabalaeva A.D., Sydyk D.A., Tastanbekova G.R. *Vodopotrebleniya ozimnykh wheat pri grebne-furovom sposobе vozdel'nyaniya v usloviyakh yuga Kazakhstana* [Water consumption of winter wheat in the crest-furrow method of cultivation in the conditions of the south of Kazakhstan]. *Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*, no. 11, pp. 393-396.
- Methodology of state variety testing of agricultural crops, Moscow, 2019, issue one, pp. 75-91.
- Dospekhov B.A. (2011). *Metodika polevoy opyta* [Methods of field experience], Moscow, p. 315.
- Zaitseva G.A. (2013). Dependence of agricultural crops on the content of phosphorus in the soil at the beginning of the vegetation under the influence of weather and climatic conditions. *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, no 1, pp. 33-35.
- Effect of foliar and soil application of nitrogen on the growth and yield of wheat Islam MS [et al.]. *Progressive Agriculture*, 2017, Vol. 28, no 4, pp. 287-294.

Информация об авторах:

Магомедов Нурулисла Раджабович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий лабораторией семеноводства и кормопроизводства, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4391-3321>, ozemledeliya@mail.ru

Бабаев Тофик Тагиевич, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории семеноводства и кормопроизводства, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3243-3367>, ozemledeliya@mail.ru

Абдуллаев Жамиддин Нисреддинович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории семеноводства и кормопроизводства, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9389-647X>, ozemledeliya@mail.ru

Абдуллаев Алисалам Абдуллаевич, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории семеноводства и кормопроизводства, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7653-7531>, ozemledeliya@mail.ru

Information about the authors:

Nurulislán R. Magomedov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Laboratory of Seed Production and Feed Production, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4391-3321>, ozemledeliya@mail.ru

Tofig T. Babayev, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher of the Laboratory of Seed Production and Feed Production, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3243-3367>, ozemledeliya@mail.ru

Zamididdin N. Abdullayev, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher of the Laboratory of Seed Production and Feed Production, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9389-647X>, ozemledeliya@mail.ru

Alisalam A. Abdullayev, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher of the Laboratory of Seed Production and Feed Production, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7653-7531>, ozemledeliya@mail.ru





Научная статья

УДК 631.172+338.312

doi: 10.55186/25876740_2024_67_4_456

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ТРАКТОРОВ С АВТОМАТИЧЕСКОЙ И МЕХАНИЧЕСКОЙ КОРОБКОЙ ПЕРЕМЕМЫ ПЕРЕДАЧ — СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

Г.А. Иовлев, В.В. Побединский, И.И. Голдина,
В.С. Зорков, А.Г. Несговоров

Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

Аннотация. В статье приведены результаты теоретических и полевых исследований по определению основных эксплуатационных свойств тракторов с автоматической и механической коробкой перемены передач (КПП). Для этого представлены этапы развития и влияние КПП на эксплуатационные свойства трактора при выполнении технологических операций по обработке почвы. Отмечена роль автоматических КПП в улучшении эксплуатационных свойств трактора. Объектом исследований является технологический процесс обработки почвы тракторами с различными видами трансмиссий. Цель исследования — определить основные показатели, характеризующие эксплуатационные свойства тракторов, дать рекомендации по использованию тракторов с той или иной трансмиссией при выполнении конкретных технологических операций по возделыванию сельскохозяйственных культур. В процессе исследования были использованы методы сравнительного анализа, наблюдения, расчётный, сравнения и др. Материалом для исследования послужили наблюдения и сбор статистических данных во время работы тракторов при выполнении весенне-полевых работ в одной из сельскохозяйственных организаций Свердловской области в 2023 году. Сравнительный анализ был проведён по тракторам Беларус 2122.6 и Zoomlion PL 2304, по Беларус 1221 и Lamborghini R6.120. В данном исследовании представлена вторая пара тракторов. Установлено, что у трактора, с автоматической КПП, производительность агрегата в составе с различными сельскохозяйственными машинами выше чем у трактора с механической КПП от 6,2% до 16,4%. На основании произведённых расчётов, «полевых» наблюдений предложены технологические операции, выполнение которых рекомендовано с использованием тракторов с автоматической коробкой перемены передач, для получения наибольшего экономического эффекта.

Ключевые слова: технологии, энергетическое средство, переключение передач, диапазон, тяговое усилие, сельскохозяйственное машиностроение, сельскохозяйственные тракторы, обработка почвы, производительность, регулирование, эффективность

Original article

PERFORMANCE PROPERTIES OF TRACTORS WITH AUTOMATIC AND MECHANICAL GEARBOX — COMPARATIVE ANALYSIS

G.A. Iovlev, V.V. Pobedinsky, I.I. Goldina, V.S. Zorkov, A.G. Nesgovorov

Ural State Agricultrual University, Yekaterinburg, Russia

Abstract. The article presents the results of theoretical and field research to determine the main operational properties of tractors with automatic and manual transmissions. For this purpose, the stages of development and the influence of the gearbox on the operational properties of the tractor when performing technological operations for tillage are presented. The role of automatic transmissions in improving the operational properties of the tractor is noted. The object of research is the technological process of tillage with tractors with various types of transmissions. The purpose of the study is to determine the main indicators characterizing the operational properties of tractors, to give recommendations on the use of tractors with one or another transmission when performing specific technological operations for cultivating agricultural crops. During the research, methods of comparative analysis, observation, calculation, comparison, etc. were used. The material for the study was observations and collection of statistical data during the operation of tractors during spring field work in one of the agricultural organizations of the Sverdlovsk region in 2023. A comparative analysis was carried out on the Belarus 2122.6 and Zoomlion PL 2304 tractors, on the Belarus 1221 and Lamborghini R6.120. This study presents the second pair of tractors. It has been established that for a tractor with an automatic transmission, the productivity of the unit combined with various agricultural machines is higher than for a tractor with a manual transmission from 6.2% to 16.4%. Based on the calculations and field observations, technological operations were proposed, the implementation of which is recommended using tractors with an automatic gearbox to obtain the greatest economic effect.

Keywords: technology, energy vehicle, gear shifting, range, traction, agricultural engineering, agricultural tractors, tillage, productivity, regulation, efficiency

Введение. В сельскохозяйственных организациях Российской Федерации, при производстве продукции, в различных технологиях используются различные сельскохозяйственные тракторы с разной мощностью двигателей, разными тяговыми усилиями на крюке. Тяговые свойства формируются за счёт эксплуатационной массы трактора и рабочей скорости движения на конкретной передаче. При появлении трактора, как энергетического средства, он комплектовался коробкой перемены передач (КПП) на 2-3 рабочих передачи. По мере совершенствования двигателя, самого трактора, для улучшения тяговых свойств, для повышения эксплуатационных свойств, появилась необходимость в увеличении количества передач.

Появились тракторы с 5-ти, 7-ми скоростными КПП, затем, с использованием в трансмиссии,

и конкретно в КПП, ходоуменьшителей, увеличителей крутящего момента, тракторы с КПП на 14 и 18 передач переднего хода. Появление расширенного диапазона передач позволяет более правильно, с точки зрения производительности машинно-тракторного агрегата (МТА), удельного расхода топлива, подобрать рабочую передачу с оптимальной нагрузкой двигателя. Появление расширенного диапазона передач позволило выделить так называемые «группы» передач: до 4-х км/ч — верхние передачи для работы в садах, теплицах, животноводческих помещениях; от 4-х км/ч до 14-ти км/ч — для выполнения всех технологических операций в растениеводстве; от 16 км/ч до 34 км/ч — для выполнения транспортных технологических операций.

Дальнейшее совершенствование конструкции трактора, с целью улучшения эксплуата-

ционных свойств, осуществлялось в направлении создания автоматических коробок перемены передач (АКПП), которые позволяли изменять тяговое усилие трактора при изменяющемся тяговом сопротивлении сельскохозяйственного орудия или тракторного прицепа. По принципу действия эти АКПП могут быть механические, гидравлические и электрические. Гидравлические в свою очередь подразделяются на гидродинамические и гидрообъёмные.

Цель и объект исследования. Целью исследования является определение одного из показателей, характеризующих эксплуатационные свойства тракторов с разными типами КПП — производительности, на разных технологических операциях по обработке почвы. Для этого были решены следующие задачи: проведён сравнительный анализ основных



техничко-экономических показателей тракторов; проанализирован диапазон тяговых усилий, рабочих скоростей трактора с автоматической КПП — Lamborghini R6.120.; проведены расчёты производительности трактора в составе агрегата на различных технологических операциях по обработке почвы.

Объектом исследования является технологический процесс обработки почвы тракторами с различными видами трансмиссий.

Материалы и методы исследования. Материалом для исследования явились результаты полевых исследований во время проведения весенне-полевых и уборочных работ 2023 года в учебно-опытном хозяйстве Уральского ГАУ, результаты более ранних исследований авторов [1-4]. В процессе исследования были использованы методы сравнительного анализа, наблюдения, расчётный, сравнения и др.

Результаты исследований и их обсуждение. В отечественном сельхозмашиностроении (тракторостроении) были попытки производства тракторов с гидротрансформатором (ДТ-175С), устанавливаемым между муфтой сцепления и механической коробкой перемены передач. В 1965 году на заводе им. Кирова (Кировский завод) в г. Ленинград был выпущен трактор К-700 с КПП с механическим переключением режимов и гидравлическим переключением передач в пределах каждого режима. Данная КПП с незначительными усовершенствованиями устанавливалась на тракторы К-700А и К-701, а затем и на тракторы, выпускаемые Петербургским тракторным заводом (ПТЗ) в настоящее время — серии К-5 и К-7. Практически аналогичная КПП применялась на тракторах, выпускаемых Харьковским тракторным заводом — Т-150К, Т-150, затем ХТЗ-17221.

Коробка перемены передач у тракторов семейства К-5 и К-7М может считаться полностью автоматизированной, в отличие от КПП тракторов семейства К-744 и К-424, т.к. режимы переключаются пневмоцилиндрами, передачи переключаются гидравлическим управлением, в зависимости от загрузки трактора и оборотов двигателя. Инструкцией по эксплуатации тракторов семейства К-7М предусмотрена эксплуатация трактора, при выполнении технологических операций, при оборотах двигателя от 1400 до 1900 об/мин [5 с. 24]. Отличительные особенности тяговых свойств тракторов К-730 (семейство К-7М), при использовании II диапазона, и К-744Р1 представим на рис. 1, 2.

Из информации, представленной на рис. 1, видно, что тяговое усилие и рабочие скорости в КПП трактора К-730, во II диапазоне, пересекаются (имеют равные значения) в 3-х случаях:

- первая и вторая передача в интервале от 7,4 км/ч до 8,6 км/ч;
- вторая и третья передача в интервале от 9,2 км/ч до 10,3 км/ч;
- третья и четвёртая передача в интервале от 10,9 км/ч до 12 км/ч.

Автоматика переключения режимов и передач позволяет эксплуатировать трактор, при выполнении любых технологических операций по обработке пашни, при транспортных операциях, без разрыва потока мощности на всех диапазонах. Кроме того, при снижении нагрузки, т.е. тягового сопротивления сельскохозяйственного орудия или тракторного прицепа, КПП трактора К-730 позволяет, до определённого предела, снизить обороты двигателя, тем самым снизить удельный расход топлива.

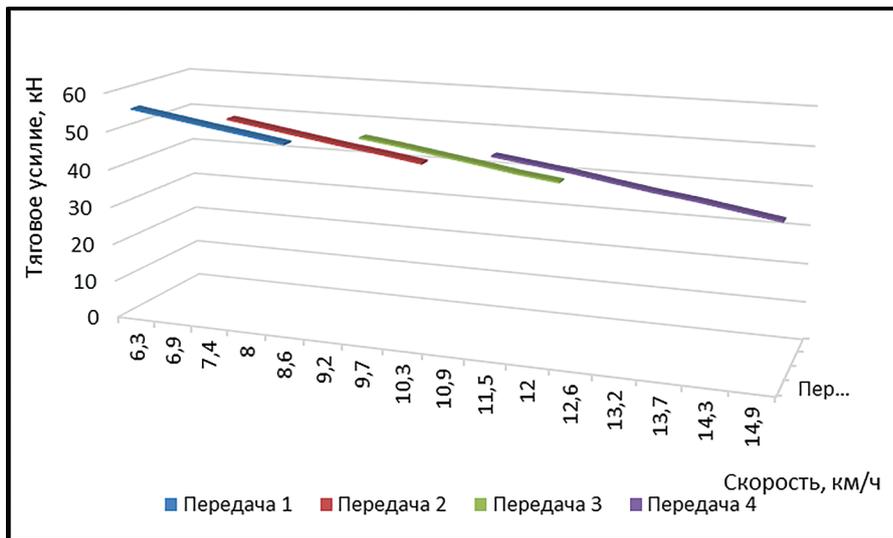


Рисунок 1. Диапазон тяговых усилий, рабочие скорости трактора К-730
Figure 1. Range of traction forces, operating speeds of the K-730 tractor

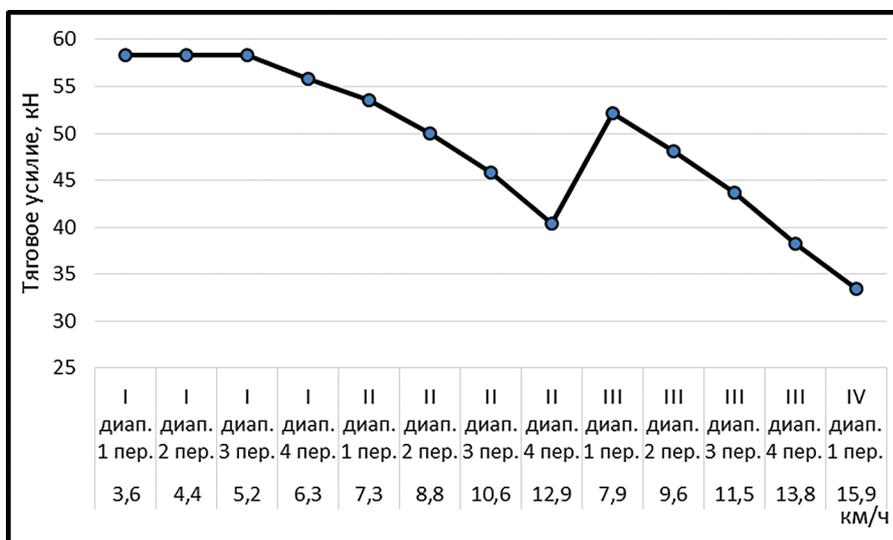


Рисунок 2. Диапазон тяговых усилий, рабочие скорости трактора К-744Р1
Figure 2. Range of traction forces, operating speeds of the K-744R1 tractor

С эксплуатационной точки зрения, при комплектовании машинно-тракторных агрегатов, трактор К-730 способен реализовать тяговое сопротивление со 100%-м использованием тягового усилия. Для тракторов с механической КПП (Quadshift) и в какой-то мере для тракторов с гидромеханической трансмиссией более ранних выпусков (К-700А, К-701, ХТЗ-17221) необходимо учитывать запас тягового усилия трактора для преодоления каких-либо временных сопротивлений, допустим, при вспашке, преодоление транспортной колеи на поле после уборки кукурузы на силос, движение тракторного транспортного агрегата на подъём. В научных источниках, в справочной литературе запас тягового усилия (через загрузку двигателя) рекомендуют использовать в пределах от 5% до 15%. В практической деятельности, в результате и на базе ранее проведённых исследований авторы для расчётов принимают коэффициент запаса тягового усилия равным 7,5%.

На основании рис. 2 видно, что при использовании передачи II4 (второй диапазон, 4 передача), при скорости 12,9 км/ч трактором К-744Р1 можно агрегатировать сельскохозяйственную машину с тяговым сопротивлением

37,4 кН, или иначе придётся переключиться на передачу II3 (второй диапазон, 3 передача) с тяговым усилием 45,8 кН, превышающим необходимое на 22,5%, а это уже повышенный расход топлива.

На основании рис. 1, 2 и анализа исходных данных на этих рисунках можно сделать первый теоретический вывод об эффективности автоматических коробок перемены передач.

На большинстве сельскохозяйственных тракторов зарубежных производителей устанавливаются многоступенчатые автоматы PowerShift и бесступенчатые CVT/VARIO. Анализ эффективности использования тракторов с автоматической и механической коробками передач, при выполнении различных технологических операций, проведём по исследованиям работы тракторов Lamborghini R6.120 с коробкой PowerShift и Беларус 1221 с механической коробкой. Сравнительный анализ технико-экономических показателей тракторов представлен в табл. 1.

Тракторы имеют практически равные технико-экономические показатели.

Диапазон тяговых усилий, рабочие скорости трактора Lamborghini R6.120 на 3-й передаче представим на рис. 3.



Таблица 1. Технико-экономические показатели тракторов
Table 1. Technical and economic indicators of tractors

Показатели	Lamborghini R6.120	Беларус 1221
Эксплуатационная масса, кН	50,3	52,0
Мощность двигателя, л.с./кВт	126/93	130/96
Диапазон скоростей, км/ч	1,7-50	1,51-34,38
Номинальное тяговое усилие, кН	19,7	21,2
Удельный расход топлива, г/кВт.ч	210	226
Размер задних шин	480/70R38	480/80R38
передних шин	360/70R28	420/70R24

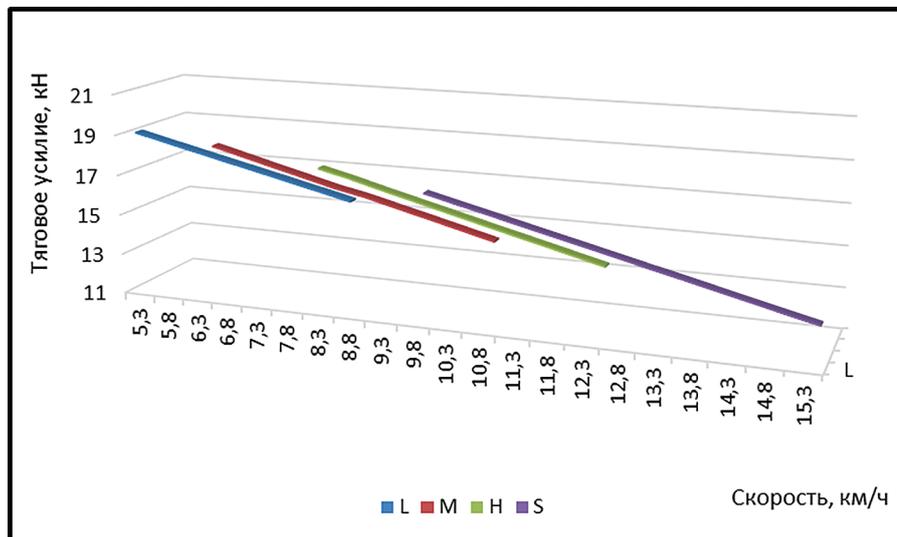


Рисунок 3. Диапазон тяговых усилий, рабочие скорости трактора Lamborghini R6.120
Figure 3. Range of traction forces, operating speeds of the Lamborghini R6.120 tractor

Тяговое усилие и рабочие скорости в КПП трактора Lamborghini R6.120, на 3-й передаче, имеют равные значения в нескольких случаях:

- в диапазонах LMN от 7,8 км/ч до 8,8 км/ч;
- в диапазонах MNS от 9,3 км/ч до 10,8 км/ч;
- в диапазонах LM от 6,3 км/ч до 8,8 км/ч;
- в диапазонах MN от 7,8 км/ч до 10,8 км/ч;
- в диапазонах NS от 9,3 км/ч до 12,3 км/ч.

Этим самым увеличивается возможность автоматического регулирования изменения тягового усилия, рабочих скоростей в зависимости от тягового сопротивления сельскохозяйственного орудия.

Оценку эффективности использования тракторов проанализируем при выполнении следующих технологических операций: вспашка, культивация, предпосевное боронование, посев, прикатывание. В данном исследовании представим расчёты по вспашке агрегатом в составе с трактором Lamborghini R6.120, по культивации — агрегатом в составе с трактором Беларус 1221. Данные расчётов по другим технологическим операциям представим в табл. 2.

Вспашка. Агрегат в составе трактор Lamborghini R6.120 + плуг ПЛН-4-35. Исходные данные для расчётов: удельное сопротивление — 40 кН/м², рабочую скорость 12-14 км/ч, глубина обработки — 22 см. При расчётах необходимо выбирать возможно более высокие скорости, в соответствии с агротехническими требованиями.

Тяговое сопротивление одного корпуса плуга: $R_{1к} = abk$;

$$R_{1к} = 0,35 \times 0,22 \times 40 = 3,08 \text{ кН}$$

Тяговое сопротивление плуга: $R = 4 \times 3,08 = 12,32 \text{ кН}$, соответствует тяговому усилию тра-

тора на 3-й передаче диапазона S при скорости 14,08 км/ч. В случае снижения тяговой нагрузки автоматическая коробка перемены передач увеличит скорость до 14,1 км/ч и более, в случае увеличения нагрузки скорость снизится до 14,04 км/ч и менее.

Часовую производительность определим по формуле:

$$W_4 = eV_p V_r = e \xi_b \xi_v \tau B_a V_r$$

где e — коэффициент, учитывающий единицы измерения скорости движения агрегата. $e = 0,1$.

V_p — рабочая ширина захвата агрегата, м; $V_r = \xi_b B_a$, где ξ_b — коэффициент использования ширины захвата учитывает отличие рабочей ширины захвата от конструктивной: $\xi_b = B_p/B_a$. При вспашке $\xi_b = 1-1,1$.

V_r — рабочая скорость движения агрегата; $V_r = \xi_v V_T$, где ξ_v — коэффициент использования скорости: $\xi_v = V_p/V_T$. $\xi_v = 0,77$ для тракторов кл. 1,4-2 тс;

τ — коэффициент использования времени смены: $\tau = T_p/T_{см}$. При хорошей организации труда и нормальных условиях эксплуатации $\tau = 0,7-0,8$.

$$W_4 = 0,1 \times 1,05 \times 1,4 \times 0,77 \times 14,08 \times 0,75 = 1,19 \text{ га/ч}$$

Агрегат в составе трактор Беларус 1221 + плуг ПЛН-4-35.

Тяговое сопротивление соответствует тяговому усилию трактора на передаче 1IV 14 кН, с запасом тягового усилия 7,5%, при скорости 13,05 км/ч.

$$W_4 = 0,1 \times 1,05 \times 1,4 \times 0,77 \times 13,05 \times 0,75 = 1,11 \text{ га/ч}$$

Культивация. Агрегат в составе трактор Lamborghini R6.120 + культиватор КПС-6.

Исходными данными для расчётов, при выполнении технологической операции культивация, являются: удельное сопротивление — 1,7 кН/м, коэффициент сопротивления перекатыванию — 0,15; рабочая скорость до 15 км/ч.

Тяговое сопротивление агрегата определяется по формуле:

$$R_a = R_m + R_f$$

где R_m — тяговое сопротивление сельскохозяйственной машины, кН;

R_f — сопротивление перекатыванию сельскохозяйственной машины, кН.

$R_m = B_p k$, где B_p — ширина захвата сельскохозяйственной машины, м; k — удельное сопротивление, кН/м.

$R_f = f m_3$, где f — сопротивление перекатыванию сельскохозяйственной машины; m_3 — эксплуатационная масса, кН.

Для культиватора КПС-6 $R_a = 6 \times 1,7 + 0,15 \times 13,6 = 10,2 + 2,04 = 12,24 \text{ кН}$.

Тяговое сопротивление соответствует тяговому усилию трактора на 3-й передаче диапазона S при скорости 14,19 км/ч. В случае снижения тяговой нагрузки автоматическая коробка перемены передач увеличит скорость до 14,22 км/ч и более, в случае увеличения нагрузки скорость снизится до 14,16 км/ч и менее.

При поверхностной обработке $\xi_b = 0,95-0,96$.

$$W_4 = 0,1 \times 0,955 \times 6 \times 0,77 \times 14,19 \times 0,75 = 4,7 \text{ га/ч}$$

Агрегат в составе трактор Беларус 1221 + культиватор КПС-6.

Тяговое сопротивление соответствует тяговому усилию трактора на передаче 1IV 14 кН, с запасом тягового усилия 7,5%, при скорости 13,05 км/ч.

$$W_4 = 0,1 \times 0,955 \times 6 \times 0,77 \times 13,05 \times 0,75 = 4,32 \text{ га/ч}$$

Предпосевное боронование. Агрегат в составе трактор Lamborghini R6.120 + борона зубовая БЗПГ «Радуга-15».

Удельное сопротивление почвы 0,45 кН/м, рабочую скорость выполнения операции — до 12 км/ч.

$$R_a = 0,45 \times 15 + 0,15 \times 49 = 6,75 + 7,35 = 14,1 \text{ кН}$$

Тяговое сопротивление соответствует тяговому усилию трактора на 3-й передаче диапазона S при скорости 11,77 км/ч. В случае снижения тяговой нагрузки автоматическая коробка перемены передач увеличит скорость до 11,8 км/ч и более, в случае увеличения нагрузки скорость снизится до 11,74 км/ч и менее.

$$W_4 = 0,1 \times 0,955 \times 15 \times 0,77 \times 11,77 \times 0,75 = 9,74 \text{ га/ч}$$

Агрегат в составе трактор Беларус 1221 + борона зубовая БЗПГ «Радуга-15».

Тяговое сопротивление соответствует тяговому усилию трактора на передаче 3III 15,7 кН, с запасом тягового усилия 7,5%, при скорости 11,08 км/ч.

$$W_4 = 0,1 \times 0,955 \times 15 \times 0,77 \times 11,08 \times 0,75 = 9,17 \text{ га/ч}$$

Посев. Агрегат в составе трактор Lamborghini R6.120 + СП-11 + 2СЗП-3,6.

Удельное сопротивление — 1,3 кН/м.



Основные технические характеристики:

- сеялки СЗП-3,6: масса эксплуатационная — 1472 кг; ёмкость ящика под семена — 680 л; ящика под удобрения — 387 л.
- сцепки СП-11: масса эксплуатационная — 725 кг.
- объёмная масса зерна — 0,756 т/м³, объёмная масса удобрения — 0,95 т/м³.

Вес сеялки в полностью снаряжённом состоянии (с полностью заправленными ящиками под семена и удобрения) — 1472 + 756 × 0,68 + 950 × 0,387 = 1472 + 514,08 + 367,65 = 2353,73 кг или 23,08 кН. При опорожнённых на 50% ящиках под семена и удобрения вес сеялки — 18,76 кН.

Тяговое сопротивление агрегата определяется по формуле:

$$R_a = R_m + R_f$$

$$R_f = fG_c + fG_{сц}$$

где G_c — масса эксплуатационная сеялки, кН; $G_{сц}$ — масса эксплуатационная сцепки, кН.

Для полностью загруженной сеялки.

$$R_m = 1,3 \times 7,2 = 9,36 \text{ кН}$$

$$R_f = 0,15 \times 23,08 + 0,15 \times 7,11 = 3,46 + 1,07 = 4,53 \text{ кН}$$

$$R_a = 9,36 + 4,53 = 13,89 \text{ кН}$$

Для опорожнённой на 50% сеялке.

$$R_f = 0,15 \times 18,76 + 0,15 \times 7,11 = 2,81 + 1,07 = 3,88 \text{ кН}$$

$$R_a = 9,36 + 3,88 = 13,24 \text{ кН}$$

Для сеялки с 10% семян и удобрений в ящиках.

$$R_f = 0,15 \times 15,29 + 0,15 \times 7,11 = 2,29 + 1,07 = 3,36 \text{ кН}$$

$$R_a = 9,36 + 3,36 = 12,72 \text{ кН}$$

Использование трактора с автоматической КПП наиболее эффективно как раз при посеве сельскохозяйственных культур, т.к. в процессе выполнения технологической операции происходит уменьшение объёма семян и удобрений вследствие их высева в почву. Автоматическая КПП позволяет увеличить рабочую скорость движения агрегата из-за снижения тягового сопротивления (что подтверждают наши расчёты).

Тяговое сопротивление полностью заправленного агрегата соответствует тяговому усилию трактора на 3-й передаче, диапазонах H и S при скорости 12,03 км/ч. При опорожнённой на 50% сеялке тяговое сопротивление соответствует тяговому усилию трактора на 3-й передаче диапазона S при скорости 12,89 км/ч. При оптимальном количестве семян и удобрений, перед заправкой, тяговое сопротивление соответствует тяговому усилию трактора на 3-й передаче диапазона S при скорости 13,56 км/ч.

Для сравнительного анализа представим расчёты по производительности МТА с опорожнённой на 50% сеялкой.

$$W_q = 0,1 \times 0,955 \times 7,2 \times 0,77 \times 12,89 \times 0,75 = 5,12 \text{ га/ч}$$

Агрегат в составе трактор Беларус 1221 + СП-11 + 2СЗП-3,6.

Тяговое сопротивление соответствует тяговому усилию трактора на передаче 3III 15,7 кН, с запасом тягового усилия 7,5%, при скорости 11,08 км/ч.

$$W_q = 0,1 \times 0,955 \times 7,2 \times 0,77 \times 11,08 \times 0,75 = 4,4 \text{ га/ч}$$

Таблица 2. Сравнительный анализ часовой производительности тракторов с автоматической и механической КПП

Table 2. Comparative analysis of the hourly productivity of tractors with automatic and manual transmission

Показатели		Тракторы		Прирост производительности, %
Технологическая операция	Тяговое сопротивление агрегата, кН	Lamborghini R6.120	Беларус 1221	
Вспашка	12,32	1,19	1,11	7,2
Культивация	12,24	4,7	4,32	8,8
Предпосевное боронование	14,1	9,74	9,17	6,2
Посев	13,24	5,12	4,4	16,4
Прикатывание	12,31	7,15	6,62	8,0

Прикатывание посевов. Агрегат в составе трактор Lamborghini R6.120 + ККЗ-9,2У-03.

Исходные данные для расчётов: удельное сопротивление 0,65 кН/м. Масса эксплуатационная ККЗ-9,2У-03 — 4300 кг.

$$R_m = 0,65 \times 9,2 = 5,98 \text{ кН}$$

$$R_f = 0,15 \times 42,2 = 6,33 \text{ кН}$$

$$R_a = 5,98 + 6,33 = 12,31 \text{ кН}$$

Тяговое сопротивление соответствует тяговому усилию трактора на 3-й передаче диапазона S при скорости 14,09 км/ч. В случае снижения тяговой нагрузки автоматическая коробка перемены передач увеличит скорость до 14,12 км/ч и более, в случае увеличения нагрузки скорость снизится до 14,06 км/ч и менее.

$$W_q = 0,1 \times 0,955 \times 9,2 \times 0,77 \times 14,09 \times 0,75 = 7,15 \text{ га/ч}$$

Агрегат в составе трактор Беларус 1221 + ККЗ-9,2У-03.

Тяговое сопротивление соответствует тяговому усилию трактора на передаче 1IV 14 кН, с запасом тягового усилия 7,5%, при скорости 13,05 км/ч.

$$W_q = 0,1 \times 0,955 \times 9,2 \times 0,77 \times 13,05 \times 0,75 = 6,62 \text{ га/ч}$$

Для наглядности результаты расчётов по всем технологическим операциям представим в табл. 2.

Как и предполагалось, наиболее эффективен трактор с автоматической КПП на технологической операции — посев, затем на наиболее трудоёмкой операции — культивация. Наименьший прирост часовой производительности наблюдается на технологической операции — предпосевное боронование.

В данном исследовании подробно рассмотрен вопрос производственной эксплуатации тракторов с различными трансмиссиями. Исследованиями в этом направлении занимаются и другие учёные, которые рассматривают следующие направления:

- рассматривают теоретические предпосылки создания и описывают математические модели эксплуатационных качеств почвообрабатывающих агрегатов, определяют структуру системы формирования типоразмерного ряда тракторов для технологий почвообработки [6-8];
- анализируют возможности современных сельскохозяйственных тракторов [9-11];
- рассматривают вопросы рационального использования тракторов, разрабатывают структуру и состав машинно-технологических агрегатов [12-13].

Но немаловажен вопрос и технической эксплуатации тракторов, надёжность автоматиче-

ских и бесступенчатых трансмиссий, наработка на отказ, ремонтпригодность и др. показатели, характеризующие работоспособность машин.

Этот вопрос важен по той причине, что доля тракторов с автоматическими и бесступенчатыми трансмиссиями в общем парке машин составляют 27-28% (на примере Свердловской области). Из этих тракторов 21,9% это тракторы зарубежных производителей, таких как Case IH, Doutz Fahr, New Holland и др. Данные по надёжности зарубежных тракторов, исследования в этом направлении за последние годы просто отсутствуют (последние доступные исследования датируются 2009 годом [14]). Поэтому для полного раскрытия заявленной темы исследования необходимо рассмотреть вопросы, связанные с технической эксплуатацией данных тракторов, т.е. проанализировать годовую наработку тракторов, затраты на поддержание технической готовности, затраты на топливо-смазочные материалы, проанализировать основные отказы узлов и агрегатов, причины их появления, трудоёмкость устранения и т.д. Но эти вопросы будут раскрыты и проанализированы в дальнейших исследованиях.

Заключение (выводы). Одним из направлений повышения эксплуатационных свойств сельскохозяйственных тракторов является совершенствование, улучшение конструкции коробки перемены передач с целью максимального и эффективного использования мощности двигателя, повышения тяговых свойств трактора. В отечественном сельхозмашиностроении (тракторостроении) в основном используются гидромеханические КПП, которые также постоянно модернизируются, совершенствуются. Последней версией данных КПП являются коробки перемены передач, устанавливаемые на тракторы семейства К-5 и К-7М. В тракторах зарубежных производителей, в т.ч. и китайских, в энергонасыщенных тракторах применяются многоступенчатые автоматы PowerShift и бесступенчатые CVT.

Сравнительный анализ использования тракторов с равными технико-экономическими показателями, но с разными типами КПП, показал, что эффективность использования трактора с КПП PowerShift выше чем у трактора с механической КПП, по отдельным технологическим операциям, от 6,2% до 16,4%. В данном исследовании рассматривался только один из показателей, характеризующий эксплуатационные свойства трактора, это производительность, показатель расхода топлива в данном случае рассматривать не совсем корректно, т.к. у тракторов разные конструкции двигателей, агрегатов топливной аппаратуры. В результате удельный расход топлива у Lamborghini R6.120 (трактор с КПП PowerShift) ниже чем у Беларус 1221 на 7,1%.





Различны также показатели амортизационных отчислений на единицу выполненной работы, т.к. стоимость Lamborghini R6.120 значительно превышает стоимость Беларус 1221. Тем не менее, использование тракторов с гидромеханическими трансмиссиями, многоступенчатыми автоматами PowerShift и бесступенчатыми трансмиссиями позволяет более эффективно выполнять все технологические операции по производству сельскохозяйственной продукции.

Список источников

1. Иовлев Г.А., Голдина И.И. Оценка технико-экономических показателей использования сельскохозяйственной техники // Дискуссия. 2023. № 2 (117). С. 62-75.
2. Иовлев Г.А. Эксплуатационные свойства сельскохозяйственных тракторов — выбор за Вами // Агропродовольственная политика России. 2023. № 1. С. 2-10.
3. Иовлев Г.А., Голдина И.И. Исследование эксплуатационных свойств тракторов отечественного и китайского производства // Экономика сельского хозяйства России. 2022. № 10. С. 93-100.
4. Иовлев Г.А., Голдина И.И. Методика комплектования машинно-тракторных агрегатов и парков машин // Теория и практика мировой науки. № 2. С. 46-50.
5. ТРАКТОРЫ «КИРОВЕЦ» ТИПА К-7М. Инструкция по эксплуатации и техническому обслуживанию 7М-00.00.010 ИЭ. [Электронный ресурс]. URL: [http://autobis.by/doc/doc/Instrukciya_K-7M_NOVAYA_REDAKCIYA_01.09.2021_\(isp%2012.11.21\)-compressed.pdf](http://autobis.by/doc/doc/Instrukciya_K-7M_NOVAYA_REDAKCIYA_01.09.2021_(isp%2012.11.21)-compressed.pdf)
6. Хафизов К.А., Хафизов Р.Н., Нурмиев А.А., Галиев И.Г. Теоретические предпосылки создания математической модели тягового кпд трактора // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. Т. 14. № 3 (54). С. 116-121.
7. Джаббаров Н.И., Семёнова Г.А. Математические модели эксплуатационных качеств почвообрабатывающих агрегатов с динамичными рабочими органами // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2018. № 96. С. 93-104.
8. Селиванов Н.И., Седаков Д.А. Структура системы формирования типоразмерного ряда тракторов для зональных технологий почвообработки // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2020. № 9 (191). С. 109-115.
9. Старостин И.А., Давыдова С.А., Ещин А.В., Гольяпин В.Я. Современные сельскохозяйственные тракторы тягового класса 8 // Техника и оборудование для села. 2023. № 6 (312). С. 2-7.

Информация об авторах:

Иовлев Григорий Александрович, кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой Сервис транспортных и технологических машин и оборудования в АПК, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1837-3222>, SPIN-код: 4258-7289, Author ID: 332034, Scopus Author ID: 57203821332.

Побединский Владимир Викторович, доктор технических наук, профессор кафедры Сервис транспортных и технологических машин и оборудования в АПК, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6318-3447>, SPIN-код: 7968-3990, Author ID: 648495, Scopus Author ID: 57210947239.

Голдина Ирина Игоревна, старший преподаватель кафедры Сервис транспортных и технологических машин и оборудования в АПК, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1837-3222>, SPIN-код: 8420-1348, AuthorID 654680, Scopus Author ID: 57221334414.

Зорков Владимир Сергеевич, кандидат экономических наук, доцент кафедры Сервис транспортных и технологических машин и оборудования в АПК, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7589-1096>, SPIN-код: 8933-3981, AuthorID 328048, Scopus Author ID: 57221337038.

Несговоров Анатолий Георгиевич, старший преподаватель кафедры Сервис транспортных и технологических машин и оборудования в АПК, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2909-9206>, SPIN-код: 4232-8970, AuthorID 923294, Scopus Author ID: 57432802200.

Information about the authors:

Grigory A. Iovlev, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Service of Transport and Technological Machinery and Equipment in the Agro-Industrial Complex, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1837-3222>, SPIN code: 4258-7289, Author ID: 332034, Scopus Author ID: 57203821332.

Vladimir V. Pobedinsky, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Service of Transport and Technological Machinery and Equipment in the Agro-Industrial Complex, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6318-3447>, SPIN code: 7968-3990, Author ID: 648495, Scopus Author ID: 57210947239.

Irina I. Goldina, senior lecturer of the department of Service of transport and technological machines and equipment in the agro-industrial complex, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1837-3222>, SPIN code: 8420-1348, AuthorID 654680, Scopus Author ID: 57221334414.

Vladimir S. Zorkov, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Service of Transport and Technological Machinery and Equipment in the Agro-Industrial Complex, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7589-1096>, SPIN code: 8933-3981, AuthorID 328048, Scopus Author ID: 57221337038.

Anatoly G. Nesgovorov, senior lecturer of the department of Service of transport and technological machines and equipment in the agro-industrial complex, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2909-9206>, SPIN code: 4232-8970, AuthorID 923294, Scopus Author ID: 57432802200.

10. Володько А.С., Быченин А.П., Крючин Н.П. Улучшение динамики разгона трактора типа К-7 применением гидроаккумулятора постоянного давления и рабочей жидкости, легированной реметализантом // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 2 (94). С. 138-143.

11. Журавлёв С.Ю. Сравнительная оценка параметров тяговой характеристики современных колёсных 4К4 тракторов // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2021. № 2 (42). С. 90-101.

12. Селиванов Н.И., Седаков Д.А. Рациональное использование трактора Versatile 2375 в технологиях почвообработки // Вестник КрасГАУ. 2019. № 1 (142). С. 138-143.

13. Кормильцев Ю.Г. Структура и состав машинно-технологических агрегатов на основе мобильных энергосредств пятого поколения // Вестник аграрной науки Дона. 2018. № 1 (41). С. 70-86.

14. Мониторинг надежности тракторов высокой мощности для села. [Электронный ресурс]. URL: <http://os1.ru/article/4969-monitoring-nadezhnosti-tractorov-vysokoy-moshchnosti-dlya-sela?ysclid=lqeo3kl8pn223822795> (Дата обращения 22.12.2023).

References

1. Iovlev G.A., Goldina I.I. (2023). *Otsenka tekhniko-ekonomicheskikh pokazateley ispol'zovaniya sel'skokhozyaystvennoy tekhniki* [Assessment of technical and economic indicators of the use of agricultural machinery]. Discussion, no. 2 (117), pp. 62-75.

2. Iovlev G.A. (2023). *Eksploatatsionnyye svoystva sel'skokhozyaystvennykh traktorov — vybor za Vami* [Operational properties of agricultural tractors — the choice is yours]. Agricultural policy of Russia, no. 1, pp. 2-10.

3. Iovlev G.A., Goldina I.I. (2022). *Issledovaniye eksploatatsionnykh svoystv traktorov otechestvennogo i kitayskogo proizvodstva* [Study of the operational properties of tractors of domestic and Chinese production]. Russian Agricultural Economics, no. 10, pp. 93-100.

4. Iovlev G.A., Goldina I.I. (2023). *Metodika komplektovaniya mashinno-traktornykh agregatov i parkov mashin* [Methodology for completing machine and tractor units and vehicle parks]. Theory and practice of world science. no. 2. pp. 46-50.

5. ТРАКТОРЫ «КИРОВЕЦ» ТИПА К-7М. Инструкция по эксплуатации и техническому обслуживанию 7М-00.00.010 ИЭ [TRACTORS "KIROVETS" TYPE K-7M. Operating and maintenance instructions 7М-00.00.010 ИЭ] [Electronic resource]. URL: [http://autobis.by/doc/doc/Instrukciya_K7M_NOVAYA_REDAKCIYA_01.09.2021_\(isp%2012.11.21\)-compressed.pdf](http://autobis.by/doc/doc/Instrukciya_K7M_NOVAYA_REDAKCIYA_01.09.2021_(isp%2012.11.21)-compressed.pdf) (Access date 17.12.2023).

6. Khafizov K.A., Khafizov R.N., Nurmiyev A.A., Galiev I.G. (2019). *Teoreticheskiye predposylki sozdaniya mate-*

maticheskoy modeli tyagovogo kpd traktora [Theoretical prerequisites for creating a mathematical model of tractor traction efficiency]. Bulletin of the Kazan State Agrarian University, vol. 14, no. 3 (54), pp. 116-121.

7. Dzhabbarov N.I., Semonova G.A. (2018). *Matematicheskiye modeli eksploatatsionnykh kachestv pochvoobrabatyvayushchikh agregatov s dinamichnymi rabochimi organami* [Mathematical models of the operational qualities of soil-cultivating units with dynamic working bodies]. Technologies and technical means of mechanized production of crop and livestock products, no. 96, pp. 93-104.

8. Selivanov N.I., Sedakov D.A. (2020). *Struktura sistemy formirovaniya tiporazmernogo ryada traktorov dlya zonal'nykh tekhnologiy pochvoobrabotki* [Structure of the system for forming a standard-size range of tractors for zonal tillage technologies]. Bulletin of the Altai State Agrarian University, no. 9 (191), pp. 109-115.

9. Starostin I.A., Davydova S.A., Yeshchin A.V., Golyapin V.YA. (2023). *Sovremennyye sel'skokhozyaystvennyye traktory tyagovogo klassa 8* [Modern agricultural tractors of traction class 8]. Machinery and equipment for rural areas, no. 6 (312), pp. 2-7.

10. Volod'ko A.S., Bychenin A.P., Kryuchin N.P. (2022). *Uluchsheniye dinamiki razgona traktora tipa K-7 primeneniye gidroakkumulyatora postoyannogo davleniya i rabochey zhidkosti, legirovannoy remetalizantom* [Improving the acceleration dynamics of a K-7 type tractor using a constant-pressure hydraulic accumulator and working fluid alloyed with remetalizant]. News of the Orenburg State Agrarian University, no. 2 (94), pp. 138-143.

11. Zhuravlov S.YU. (2021). *Sravnitel'naya otsenka parametrov tyagovoy kharakteristiki sovremennykh kolosnykh 4K4 traktorov* [Comparative assessment of the parameters of the traction characteristics of modern wheeled 4K4 tractors]. Bulletin of the Omsk State Agrarian University, no. 2 (42), pp. 90-101.

12. Selivanov N.I., Sedakov D.A. (2019). *Ratsional'noye ispol'zovaniye traktora Versatile 2375 v tekhnologiyakh pochvoobrabotki* [Rational use of the Versatile 2375 tractor in soil cultivation technologies]. Bulletin of KrasGAU, no. 1 (142), pp. 138-143.

13. Kormil'tsev YU.G. (2018). *Struktura i sostav mashinno-tekhnologicheskikh agregatov na osnove mobil'nykh energosredstv pyatogo pokoleniya* [Structure and composition of machine-technological units based on fifth-generation mobile energy equipment]. Bulletin of Agrarian Science of the Don, no. 1 (41), pp. 70-86.

14. *Monitoring nadezhnosti traktorov vysokoy moshchnosti dlya sela* [Monitoring the reliability of high-power tractors for rural areas]. [Electronic resource]. URL: <http://os1.ru/article/4969-monitoring-nadezhnosti-tractorov-vysokoy-moshchnosti-dlya-sela?ysclid=lqeo3kl8pn223822795> (Access date 22.12.2023).



Научная статья
УДК 504.054+504.062+631.95
doi: 10.55186/25876740_2024_67_4_461

ОЦЕНКА ПОСТУПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И МЫШЬЯКА С СЕДИМЕНТАМИ НА ПАХОТНЫЕ ЗЕМЛИ ПОЙМЕННОГО АГРОЛАНДШАФТА РЕКИ ОКА

А.В. Ильинский, К.Н. Евсенкин, А.А. Павлов

Федеральный научный центр гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова, Москва, Россия

Аннотация. Целью исследований является экологическая оценка влияния паводковой седиментации на пахотные земли агроландшафта поймы р. Ока. Исследования по изучению поступления поллютантов в составе паводковых седиментов на пахотные земли пойменного агроландшафта проводились в 2022 г. на стационарном участке наблюдений площадью 16 га, расположенном в 2-х км от северо-восточной административной границы г. Рязани Рязанской области (левый берег центральной части поймы р. Ока близ с. Шумашь). Изучение седиментной нагрузки осуществлялось посредством пробоотбора седиментов с помощью заблаговременно установленных (до начала весеннего половодья) ворсистых пластиковых матов, имитирующих сверху почвенный покров (площадь мата 0,14 м²). Экспериментально установлена величина седиментной нагрузки, изучено содержание поллютантов в паводковых седиментах в сравнении с подстилающей почвой, выполнена оценка степени загрязнения седиментов тяжелыми металлами и мышьяком, проанализирована структура поступления в агроландшафт изучаемых химических элементов с паводковыми седиментами. Анализ рассчитанных коэффициентов концентрации элементов показал, что из рассмотренных поллютантов в паводковых седиментах стационарного участка наблюдений более активно концентрируется кадмий, со значительным отставанием следуют цинк, ртуть, мышьяк, никель и свинец, а медь и хром накапливаются менее активно. Поступление валовых форм тяжелых металлов составило: медь — 238,58 г/га; цинк — 1501,0 г/га; свинец — 271,76 г/га; кадмий — 103,65 г/га; никель — 472,4 г/га; хром — 477,16 г/кг; ртуть — 0,46 г/га; мышьяк — 143,9 г/га. Поступление поллютантов в процессе седиментогенеза на территорию агроландшафта в пойме р. Оки свидетельствует о необходимости организации и проведения экологического мониторинга содержания тяжелых металлов и мышьяка в паводковых седиментах и подстилающей почве, а также профилактических мероприятий по улучшению ее буферных свойств.

Ключевые слова: аллювиальная почва, паводковые седименты, пойменный агроландшафт, поступление поллютантов, седиментная нагрузка, техногенное загрязнение, тяжелые металлы, экологическая безопасность

Original article

ASSESSMENT OF THE INPUT OF HEAVY METALS AND ARSENIC WITH SEDIMENTS TO ARMABLE LAND OF THE FLOODLAND AGROLANDSCAPE OF THE OKA RIVER

A.V. Ilyinsky, K.N. Evsenkin, A.A. Pavlov

All-Russian Research Center for Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov, Moscow, Russia

Abstract. The purpose of the research is an environmental assessment of the impact of flood sedimentation on arable lands of the agricultural landscape of the river floodplain Oka. Research to study the supply of pollutants as part of flood sediments to arable lands of a floodplain agricultural landscape was carried out in 2022 at a stationary observation site with an area of 16 hectares, located 2 km from the north-eastern administrative border of the city of Ryazan, Ryazan region (the left bank of the central part of the floodplain of the river Oka near the village of Shumash). The study of sediment load was carried out by sampling sediments using fleecy plastic mats installed in advance (before the onset of the spring flood), simulating the soil cover on top (mat area 0.14 m²). The magnitude of the sediment load was experimentally established, the content of pollutants in flood sediments was studied in comparison with the underlying soil, the degree of contamination of sediments with heavy metals and arsenic was assessed, and the structure of the entry of the studied chemical elements into the agricultural landscape with flood sediments was analyzed. Analysis of the calculated element concentration coefficients showed that, of the pollutants considered, cadmium is more actively concentrated in flood sediments at the stationary observation site, followed by zinc, mercury, arsenic, nickel and lead with a significant lag, and copper and chromium accumulate less actively. The intake of gross forms of heavy metals was: copper — 238.58 g/ha; zinc — 1501.0 g/ha; lead — 271.76 g/ha; cadmium — 103.65 g/ha; nickel — 472.4 g/ha; chromium — 477.16 g/kg; mercury — 0.46 g/ha; arsenic — 143.9 g/ha. The entry of pollutants in the process of sedimentogenesis into the agricultural landscape in the floodplain of the river Oka demonstrates the need to organize and conduct environmental monitoring of the content of heavy metals and arsenic in flood sediments and underlying soil, as well as preventive measures to improve its buffer properties.

Keywords: alluvial soil, flood sediments, floodplain agricultural landscape, input of pollutants, sediment load, technogenic pollution, heavy metals, environmental safety

Введение. Значительная часть тяжелых металлов (ТМ) поступает в окружающую среду за счет деятельности промышленных предприятий, сельскохозяйственных комплексов, развитой автотранспортной сети [1-4]. В периоды весеннего половодья паводковые седименты, накапливаясь на поверхности затопляемой части речной долины, играют ключевую роль в поступлении загрязняющих веществ, в том числе и тяжелых металлов, на территорию пойменных агроландшафтов [5-7]. Загрязнение пойменных агроландшафтов ТМ напрямую связано с потенциальным риском для здоровья населения [8]. В процессе постоянного загрязнения почв ТМ происходит их концентрирование

в растительных тканях выращиваемых культур [2, 9-10]. При высоких уровнях загрязнения почв концентрации металлов в растениях возрастают в десятки раз и становятся токсичными для растений и живых организмов; в растениях происходит нарушение баланса компонентов питания, синтеза, функции ферментов, витаминов и гормонов, что приводит к ухудшению основных показателей качества растениеводческой продукции [11-14]. В пойме р. Ока распределению седиментов свойственна неравномерность: наименьшая седиментная нагрузка приходится на естественные сенокосы, на пашне она выше за счет привнесения в пойму дополнительных материалов с пахотных земель,

при этом толщина слоя седиментов зависит от концентрации взвешенных веществ, скорости потока, мощности половодья и его продолжительности [15]. В этой связи определение седиментной нагрузки, оценка химического состава и анализ структуры поступления поллютантов с паводковыми седиментами на пойменный агроландшафт является важным элементом системы агроэкологического мониторинга земель, и данная информация должна учитываться при разработке экологически сбалансированных агроландшафтов, что и послужило целью проведенных нами исследований [16-18].

Методология проведения исследований.

Исследования по изучению поступления поллютантов в составе паводковых седиментов на пахотные земли пойменного агроландшафта проводились на стационарном участке наблюдений площадью 16 га (рис. 1), который расположен в 2-х км от северо-восточной административной границы г. Рязани Рязанской области (левый берег центральной части поймы р. Ока близ с. Шумашь).

Покров опытного участка представлен аллювиальной луговой среднесуглинистой почвой, с нейтральной кислотной средой, гидrolитической кислотностью — 1,10 ммоль/100 г; повышенной суммой поглощенных оснований — 18,2 ммоль/100 г; высокой степенью насыщенности основаниями — 94,3%; очень высоким содержанием обменного кальция — 25,76 ммоль/100 г; повышенным подвижным фосфором — 123 мг/кг; низким обменным калием — 56 мг/кг [19].

Выбор района расположения стационарного участка наблюдений обусловлен результатами ранее проведенных исследований сотрудниками ВНИИГиМ [7, 15], которые показали, что земли обозначенной территории пойменного агроландшафта находятся в условиях техногенной нагрузки, к основным источникам которой

относятся: областной центр Рязанского региона с развитой нефтеперерабатывающей, энергетической и металлургической промышленностью. Также, по данным Министерства природопользования Рязанской области, уровень загрязнения атмосферного воздуха химическими веществами и тяжелыми металлами в г. Рязани в 2021 г. классифицируется как «высокий»; степень загрязнения поверхностной воды по удельному комбинаторному индексу загрязнения в р. Ока в пунктах наблюдения, расположенных выше и ниже г. Рязани, за 5 лет характеризуется как «очень загрязненная» и «грязная» по широкому спектру поллютантов.

Изучение седиментной нагрузки на пахотные земли пойменного агроландшафта осуществлялось посредством пробоотбора седиментов с помощью заблаговременно установленных (до начала весеннего половодья) ворсистых пластиковых матов, имитирующих сверху почвенный покров, (площадь мата 0,14 м²), установленных по диагонали опытного участка с интервалом 100 м, фиксация которых на рельефе осуществлялась металлическими скобами длиной 250 мм. После схода полей вод пластиковые маты снимались с поверхности почвы, затем высушивались (до воздушно-сухого состояния наилка), после чего проводилось извлечение

седиментов посредством встряхивания матов и их чисткой пластиковым скребком с последующим определением массы седиментов и их направлением в специализированную лабораторию для проведения химико-аналитических исследований. Установка пластиковых матов на опытном участке выполнена 15 апреля 2022 г., период экспозиции 35 суток (рис. 2). Одновременно со съемом пластиковых матов в местах их размещения из пахотного слоя подстилающей почвы методом конверта проводился отбор почвенных образцов.

Химико-аналитический анализ проб паводковых седиментов и подстилающей аллювиальной почвы на содержание поллютантов выполнен по стандартным методикам определения содержания химических показателей: значение водородного показателя (рН) — по ПНД Ф 16.2.2:2.3.3.3.33-02 (для седиментов); значение водородного показателя (рН) — по ГОСТ 26483-85 (для почвы); содержание меди, цинка, свинца, кадмия, никеля, хрома, ртути — по Методике выполнения измерений массовой доли элементов в пробах почв, грунтов и донных отложениях методами атомно-эмиссионной и атомно-абсорбционной спектроскопии (С.П., 2008); мышьяка — МУ по определению мышьяка в почвах фотометрическим методом (МСХ, ЦИНАО, 1993) (для седиментов и почвы).

По данным гидрологического поста в г. Рязани (гидрологические параметры приняты по ближайшему репрезентативному гидрологическому посту в г. Рязани, расположенному в однородных физико-географических условиях с участком исследований), за 22-летний период пик половодья обычно приходится на 18-19 апреля и составляет 212 см выше нулевой отметки поста. Абсолютный максимум при этом отмечен 618 см (наблюдался 28.04.2013), такой уровень на 32 см ниже отметки, при которой начинается подтопление жилых помещений. Режим уровней воды в период весеннего паводка 2022 г. имеет выраженный однопиковый характер. Абсолютный максимум относительно нуля поста паводок достиг 23 апреля и составил 510 см, что соответствует второму уровню неблагоприятного явления, при котором русло выходит из берегов, а сам паводок характеризуется как средний.

Дефицит влаги в почве на начало снежного периода осенью 2021 г. достигал 60%, а промерзание почвы водосборной площади ранней



Рисунок 1. Схема расположения стационарного участка наблюдений на пахотных землях пойменного агроландшафта р. Ока
Figure 1. Layout of the stationary observation site on arable lands of the floodplain agricultural landscape of the river Oka



Рисунок 2. Размещение ворсистых пластиковых матов на стационарном участке наблюдений перед началом весеннего половодья
Figure 2. Placement of fleecy plastic mats at a stationary observation site before the onset of spring floods

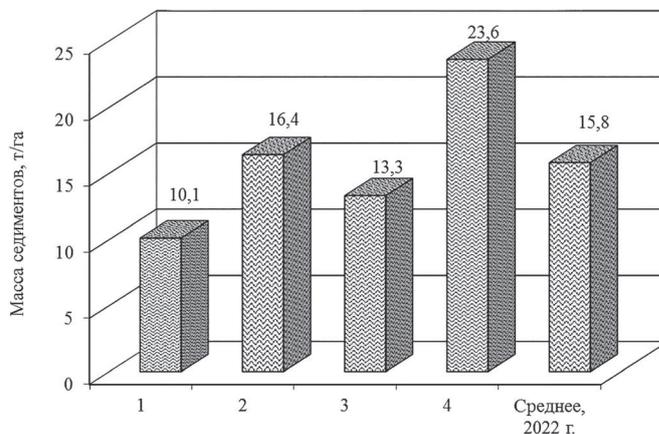


Рисунок 3. Сравнительная оценка седиментной нагрузки на аллювиальную почву стационарного участка наблюдений
Figure 3. Comparative assessment of sediment load on alluvial soil at a stationary observation site

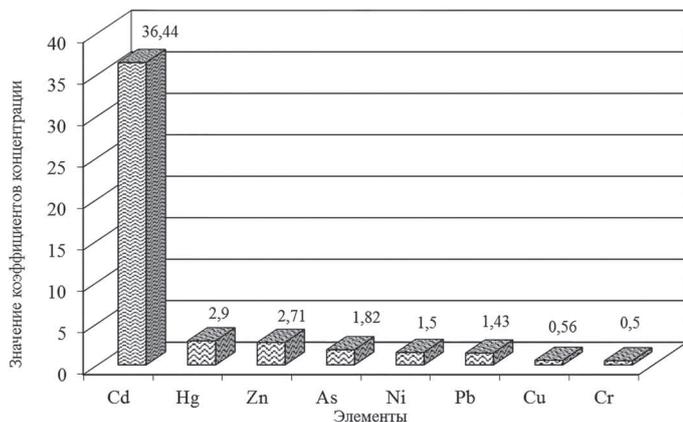


Рисунок 4. Сравнительная оценка коэффициентов концентрации тяжелых металлов и мышьяка в паводковых седиментах
Figure 4. Comparative assessment of the concentration coefficients of heavy metals and arsenic in flood sediments

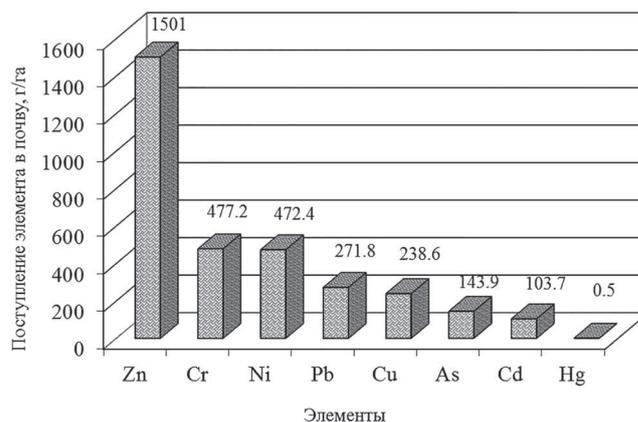


Рисунок 5. Поступление тяжелых металлов и мышьяка с паводковыми седиментами на территорию агроландшафта в пойме р. Ока
Figure 5. The entry of heavy metals and arsenic with flood sediments into the agricultural landscape in the floodplain of the river Oka

весной 2022 г. на водосборе характеризуется как слабое. Оба фактора создали условия для сильной впитывающей способности водосбора в период начала снеготаяния весной 2022 г. По данным справочно-информационного портала «Погода и климат», благодаря снежной зиме, в январе выпало более двух норм месячных осадков, и повышенному запасу воды в снеге, превышающему климатическую норму на 65%, обильным осадкам в апреле 2022 г. равным 74 мм, составляющими 180% от нормы, достигнутый максимальный уровень воды более чем на 1 метр превысил предполагаемую отметку гидропрогноза Рязанского ЦГМС. Прохождение половодья в 2022 г. по скорости повышения уровня воды можно разделить на 3 периода: с 7 по 10 апреля — медленное, стабильное повышение в приделах 10 см за сутки; с 10 по 20 апреля — интенсивное повышение в среднем на 44 см в сутки; с 20 по 23 апреля — замедление и достижения пика до 9 см в сутки.

Результаты и обсуждение. Определение седиментной нагрузки показало, что масса седиментов обследованного стационарного участка наблюдений агроландшафта варьирует от 10,1 до 23,6 т/га, что, по всей видимости, связано с небольшими неровностями рельефа, характерными для данной территории, при этом среднее значение седиментной нагрузки на стационарном участке наблюдений пойменного агроландшафта в 2022 г. составило 15,8 т/га (рис. 3).

Результаты определения валовых форм тяжелых металлов в паводковых седиментах (табл.) показали, что из изучаемых элементов только концентрация кадмия, относящегося к первому классу опасности веществ, в 3,28 раза превысила значение, установленное санитарно-гигиеническими нормативами. Концентрация мышьяка, также относящегося к первому классу опасности веществ, вплотную приблизилась к гигиеническому нормативу — 0,91 ОДК. По остальным металлам были получены следующие значения: Cu — 0,11 ОДК; Zn — 0,43 ОДК; Pb — 0,13 ОДК; Ni — 0,37 ОДК; Hg — 0,01 ПДК.

Анализ результатов химико-аналитических исследований по ряду некоторых тяжелых металлов показал, что в настоящее время содержание валовых форм тяжелых металлов в аллювиальной почве не превышает значения санитарно-гигиенических нормативов, однако наблюдается превышение региональных фоновых концентраций следующим образом: цинка — в 1,95 раза; свинца — в 1,63 раза,

кадмия — в 1,89 раза, никеля — в 1,53 раза, ртути — в 3 раза. По критерию оценки химического загрязнения почва относится к допустимой категории (Zс соответствует 6).

При сопоставлении концентрации тяжелых металлов и мышьяка в наилке с подстилающей почвой отмечено, что наибольшее превышение их содержания в седиментах характерно для кадмия — в 19,3 раза, мышьяка — в 2 раза; хрома — в 1,7 раза, цинка — в 1,4 раза. По меди, свинцу, никелю и ртути превышения содержания в седиментах над подстилающей почвой не зафиксировано.

Для каждого из рассмотренных элементов рассчитан коэффициент концентрации (рис. 4), определяемый как отношение содержания элемента в паводковых седиментах к региональному почвенному фону.

Эмпирический ряд накопления поллютантов в паводковом седименте построен на основании анализа коэффициентов концентрации элементов и имеет следующий вид: Cd>Hg>Zn>As>Ni>Pb>Cu>Cr. По критерию оценки химического загрязнения паводковые седименты относятся к высокоопасной категории (Zс соответствует 41,8). Из рассмотренных поллютантов в паводковых седиментах стационарного участка наблюдений более активно концентрируется кадмий, со значительным отставанием следуют ртуть, цинк, мышьяк, никель и свинец, а медь и хром накапливаются менее активно. При этом, в соответствии с ГОСТ Р 17.4.1.02-83, кадмий, ртуть, цинк, свинец и мышьяк относятся к первому классу опасности химических веществ, а никель, медь и хром — ко второму классу опасности химических веществ.

Анализ поступления тяжелых металлов и мышьяка с паводковыми седиментами на территорию агроландшафта в пойме р. Ока свидетельствует о значимом притоке исследуемых элементов в аллювиальную почву (рис. 5).

На основе анализа поступления тяжелых металлов и мышьяка в процессе седиментогенеза на территорию агроландшафта в пойме р. Ока был построен эмпирический ряд поступления элементов с паводковыми седиментами: Zn>Cr>Ni>Pb>Cu>As>Cd>Hg. Установлено, что в структуре поступления в почву изучаемых химических элементов с седиментами на цинк приходится 46,77%, на хром — 14,88%, на никель — 14,72%, на свинец — 8,47%, на медь — 7,44%, на мышьяк — 4,48%, на кадмий — 3,23%, на ртуть — 0,01%.

Таблица. Сравнительная оценка содержания валовых форм тяжелых металлов и мышьяка в паводковых седиментах и пахотном слое подстилающей аллювиальной почвы

Table. Comparative assessment of the content of bulk forms of heavy metals and arsenic in flood sediments and the arable layer of underlying alluvial soil

Элемент	Седимент Почва	Отклонение		Региональный фон [20]	ОДК
		мг/кг	%		
Медь (Cu)	15,1±0,1 14,9±0,1	0,2	1,34	27	132
Цинк (Zn)	95,0±2,1 68,1±0,4	26,9	39,5	35	220
Свинец (Pb)	17,2±0,1 19,5±0,1	-2,3	-11,8	12	130
Кадмий (Cd)	6,56±0,04 0,34±0,02	6,22	1829,41	0,18	2,0
Никель (Ni)	29,9±0,2 30,6±0,3	-0,7	2,29	20	80
Хром (Cr)	30,2±0,2 17,8±0,1	12,4	69,66	61	—
Ртуть (Hg)	0,029±0,002 0,030±0,001	0,001	3,33	0,01*	2,1**
Мышьяк (As)	9,11±0,07 4,67±0,02	4,44	95,08	5,0*	10

Измерения выполнены в четырех повторностях (среднее ± доверительный интервал, при α = 0,95)
Примечание: * — по данным Ю.А. Саета и др. [21]; ** — ПДК в почве в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21.

Заключение. Представленная оценка поступления ТМ и мышьяка с седиментами на пахотные земли пойменного агроландшафта р. Ока показала, что они являются мощным фактором загрязнения аллювиальных почв поллютантами. Исследования показали, что в содержании поллютантов в паводковых седиментах и подстилающей аллювиальной почвы имеются большие различия: Cu, Zn, Cr, As в седиментах больше в 1,01-2,0 раза, а по Cd разница в 19,3 раза, похожая взаимосвязь отмечается в результатах исследований других авторов [7, 15]. Полученный суммарный показатель загрязнения седиментов значительно выше, чем у почвы, что свидетельствует о достаточно сильном техногенном воздействии на почвенный покров. В существующих экологических условиях, несмотря на то что исследованная аллювиальная почва поймы р. Ока по контролируемому поллютантам относится к допустимой категории загрязнения, уже сейчас необходимы организация и проведение



локального агроэкологического мониторинга содержания ТМ и мышьяка в паводковых седиментах и подстилающей почве с целью прогноза загрязнения пойменного агроландшафта. В качестве профилактических мероприятий рекомендуется использование приемов, направленных на снижение транслокации тяжелых металлов в растительную продукцию и миграцию в грунтовые воды (повышение буферности почвы за счет внесения мелиорантов и подбор фиторемедиантов).

Для оценки динамики экологической обстановки земель пойменного агроландшафта по загрязнению почвы токсичными элементами в дальнейшем также представляется целесообразным изучение баланса поллютантов, учитывающего максимально подробно приходную и расходную его части, на примере стационарного участка наблюдений, расположенного в центральной части поймы р. Ока.

Список источников

1. Борисочкина Т.И., Колчанова К.А. Геохимия тяжелых металлов почв урбанизированных ландшафтов зон воздействия металлургических предприятий // Экология и промышленность России. 2021. Т. 25. № 10. С. 50-56. doi: 10.18412/1816-0395-2021-10-50-56
2. Ilinskiy, A., Vinogradov, D., Politava, N., Badenko, V., Ilin, I. (2023). Features of the Phytoremediation by Agricultural Crops of Heavy Metal Contaminated Soils. *Agronomy*, no. 13 (1), p. 127. doi: 10.3390/agronomy13010127
3. Ilinsky, A.V., Selmen, V.N., Selmen, E.V., Karyakina, S., Matyukhin, M., Grebennikova, V. (2023). Environmental substantiation of the use of soil based on sewage sludge from urban wastewater treatment plants in the landscaping of residential areas. In: *XV International Scientific Conference "INTERAGROMASH 2022"*. Springer, pp. 3027-3036.
4. Ilinskiy, A.V., Selmen, V.N., Selmen, E.V. (2022). The use of soil based on sewage sludge from urban wastewater treatment plants in the greening of urban areas. *Theoretical and Applied Ecology*, no. 2, pp. 191-197.
5. Силаев А.Л., Чекин Г.В., Смольский Е.В. Распределение микроэлементов в почвах пойменного ландшафта р. Унеча // Агрохимический вестник. 2021. № 5. С. 12-17. doi: 10.24412/1029-2551-2021-5-003
6. Kalmykow-Piwińska, A., Falkowska, E. (2020). Morphodynamic conditions of heavy metal concentration in deposits of the Vistula River valley near Kępa Gostecka (central Poland). *Open Geosciences*, no. 1, pp. 1036-1051.
7. Пыленок П.И. Влияние седиментации на качество аллювиальной почвы в пойме реки Ока // Агрофизика. 2020. № 4. С. 7-13.
8. Zakrutkin, V.E. Reshetnyak, V. N., Reshetnyak, O.S. (2020). Assessment of the heavy metal pollution level of the river sediments in the east Donbass (Rostov region, Russia). *Water and Ecology*, no. 3 (83), pp. 32-40. doi: 10.23968/2305-3488.2020.25.3.32-40
9. Забашта А.В., Забашта Н.Н., Лисовицкая Е.П. Накопление тяжелых металлов в почвах предгорных районов Краснодарского края // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2019. Т. 14. № 1 (52). С. 22-26. doi: 10.12737/article_5ccedba6e0c8c9.68580698
10. Kalimoldina L.M., Sultangazieva G.S., Suleimeno-va M.Sh. Contamination of soils with heavy metal in the urban area of Almaty // Почвоведение и агрохимия. 2022. No. 3. P. 38-45. doi: 10.51886/1999-740X_2022_3_38
11. Loseva L.P., Krupskaya T.K., Anuchin S.N., Anu- frick S.S. Comprehensive evaluation of the phytoremedial ability of a number of agricultural crops for the restoration of polluted soils with heavy metals // Журнал Белорусского государственного университета. Экология. 2020. № 1. С. 23-31.

Информация об авторах:

Ильинский Андрей Валерьевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6843-9170>, ilinskiy-19@mail.ru

Евсенкин Константин Николаевич, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0194-8552>, kn.evsenkin@yandex.ru

Павлов Артем Андреевич, кандидат биологических наук, научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5932-1624>, kupoz@mail.ru

Information about the authors:

Andrey V. Ilyinsky, candidate of agricultural sciences, associate professor, leading researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6843-9170>, ilinskiy-19@mail.ru

Konstantin N. Evsenkin, candidate of technical sciences, leading researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0194-8552>, kn.evsenkin@yandex.ru

Artyom A. Pavlov, candidate of biological sciences, researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5932-1624>, kupoz@mail.ru

12. Шамшиев А.Б. Негативные последствия загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами и их влияние на живую организм // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. 2021. № 1. С. 49-54. doi: 10.26104/NNTIK.2019.45.557

13. Черных Н.А., Милащенко Н.З., Ладонин В.Ф. Эко- токсикологические аспекты загрязнения почв тяжелыми металлами. М.: Агроконсалт, 1999. 175 с.

14. Кулаков Д.В., Верещагина Е.А., Макушенко М.Е. Влияние Белоярской АЭС на зоопланктон водоема-охладителя // Экология и промышленность России. 2017. Т. 21. № 8. С. 38-43. doi: 10.18412/1816-0395-2017-8-38-43

15. Новосельцев В.Н., Бесфамильный И.Б., Кизяев Б.М., Райнин В.Е. и др. Техногенное загрязнение речных экосистем. М.: Научный мир, 2002. 140 с.

16. Кирейчева Л.В., Шевченко В.А. Состояние пахотных земель Нечерноземной зоны Российской Федерации и основные направления повышения плодородия почв // Международный сельскохозяйственный журнал. 2020. № 2. С. 12-16.

17. Михайлушкин П.В., Алиева А.Р. Органическое земледелие — направление перехода к «зеленой» экономике в России // Международный сельскохозяйственный журнал. 2020. № 2. С. 17-19.

18. Германова С.Е., Петухов Н.В., Самброс Н.Б., Пивень Е.А., Зинченко А.В. Воздействие антропогенных факторов на сельскохозяйственные почвы // Международный сельскохозяйственный журнал. 2023. № 1. С. 39-42.

19. Ильинский А.В., Коломийцев Н.В., Матвеев А.В., Евсенкин К.Н., Корженевский Б.И. Новые способы повышения продуктивности деградированных мелиорированных земель с применением информационных технологий: монография. М.: ФГБНУ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова», 2022. 152 с.

20. Нейтрализация загрязненных почв: монография / под ред. Ю.А. Мажайского. Рязань: Мещерский филиал ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии, 2008. 528 с.

21. Саэт Ю.А., Ревич Б.А., Янин Е.П. и др. Геохимия окружающей среды. М.: Недра, 1990. 335 с.

References

1. Borisochkina, T.I., Kolchanova, K.A. (2021). Geokhimiya tyazhelykh metallov pochv urbanizirovannykh landshaftov zon vozdeistviya metallurgicheskikh predpriyatii [Geochemistry of heavy metals in soils of urban landscapes affected by metallurgical enterprises]. *Ehkologiya i promyshlennost' Rossii* [Ecology and industry of Russia], vol. 25, no. 10, pp. 50-56. doi: 10.18412/1816-0395-2021-10-50-56
2. Ilinskiy, A., Vinogradov, D., Politava, N., Badenko, V., Ilin, I. (2023). Features of the Phytoremediation by Agricultural Crops of Heavy Metal Contaminated Soils. *Agronomy*, no. 13 (1), p. 127. doi: 10.3390/agronomy13010127
3. Ilinsky, A.V., Selmen, V.N., Selmen, E.V., Karyakina, S., Matyukhin, M., Grebennikova, V. (2023). Environmental substantiation of the use of soil based on sewage sludge from urban wastewater treatment plants in the landscaping of residential areas. In: *XV International Scientific Conference "INTERAGROMASH 2022"*. Springer, pp. 3027-3036.
4. Ilinskiy, A.V., Selmen, V.N., Selmen, E.V. (2022). The use of soil based on sewage sludge from urban wastewater treatment plants in the greening of urban areas. *Theoretical and Applied Ecology*, no. 2, pp. 191-197.
5. Silaev, A.L., Chekin, G.V., Smol'skii, E.V. (2021). Raspre- delenie mikroelementov v pochvakh пойменного land- shafta r. Unecha [Distribution of microelements in soils of the floodplain landscape of the river. Unecha]. *Agrokhi- micheskiy vestnik* [Agrochemical herald], no. 5, pp. 12-17. doi: 10.24412/1029-2551-2021-5-003
6. Kalmykow-Piwińska, A., Falkowska, E. (2020). Mor- phodynamic conditions of heavy metal concentration in de- posits of the Vistula River valley near Kępa Gostecka (central Poland). *Open Geosciences*, no. 1, pp. 1036-1051.
7. Pylenok, P.I. (2020). Vliyaniye sedimentatsii na kachest- vo alluvial'noi pochvy v пойме реки Ока [The influence of sedimentation on the quality of alluvial soil in the floodplain of the Oka River]. *Agrophysica*, no. 4, pp. 7-13.

8. Zakrutkin, V.E. Reshetnyak, V. N., Reshetnyak, O.S. (2020). Assessment of the heavy metal pollution level of the river sediments in the east Donbass (Rostov region, Russia). *Water and Ecology*, no. 3 (83), pp. 32-40. doi: 10.23968/2305-3488.2020.25.3.32-40

9. Zabashta, A.V., Zabashta, N.N., Lisovitskaya, E.P. (2019). Nakoplenie tyazhelykh metallov v pochvakh predgornykh raionov Krasnodarskogo kraya [Accumulation of heavy metals in soils of foothill areas of the Krasnodar region]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Vest- niki of Kazan State Agraria University], vol. 14, no. 1 (52), pp. 22-26. doi: 10.12737/article_5ccedba6e0c8c9.68580698

10. Kalimoldina, L.M., Sultangazieva, G.S., Suleimeno- va, M.Sh. (2022). Contamination of soils with heavy metal in the urban area of Almaty. *Pochvovedenie i agrokhi- miya* [Soil science and agrochemistry], no. 3, pp. 38-45. doi: 10.51886/1999-740X_2022_3_38

11. Loseva, L.P., Krupskaya, T.K., Anuchin, S.N., Anu- frick, S.S. (2020). Comprehensive evaluation of the phytoremedial ability of a number of agricultural crops for the restora- tion of polluted soils with heavy metals. *Zhurnal Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta. Ehkologiya* [Journal of the Belarussian State University. Ecology], no. 1, pp. 23-31.

12. Shamshiev, A.B. (2021). Negativnye posledstviya zagryazneniya okruzhayushchei srede tyazhelymi metallami i ikh vliyaniye na zhivoye organizm [Negative consequences of environmental pollution with heavy metals and their impact on living organisms]. *Nauka, novye tekhnologii i innovatsii Kyrgyzstana* [Science, new technologies and innovations in Kyrgyzstan], no. 1, pp. 49-54. doi: 10.26104/NNTIK.2019.45.557

13. Chernykh, N.A., Milashchenko, N.Z., Ladonin, V.F. (1999). *Ehkotoksikologicheskie aspekty zagryazneniya pochvy tyazhelymi metallami* [Ecotoxicological aspects of soil pollu- tion with heavy metals]. Moscow, Agrokonsalt Publ., 175 p.

14. Kulakov, D.V., Vereshchagina, E.A., Makushenko, M.E. (2017). Vliyaniye Beloyarskoi AEHS na zooplankton vodoema-okhladitel'ya [The influence of the Beloyarsk NPP on the zoo- plankton of the cooling pond]. *Ehkologiya i promyshlennost' Rossii* [Ecology and industry of Russia], vol. 21, no. 8, pp. 38-43. doi: 10.18412/1816-0395-2017-8-38-43

15. Novosel'tsev, V.N., Besfaminy, I.B., Kizyaev, B.M., Rainin, V.E. i dr. (2002). *Tekhnogennoe zagryaznenie rechnykh ehkotsistem* [Technogenic pollution of river ecosystems]. Mos- cow, Nauchnyi mir Publ., 140 p.

16. Kireicheva, L.V., Shevchenko, V.A. (2020). Sostoyaniye pakhotnykh zemel' Nечерноземной zony Rossiiskoi Federatsii i osnovnye napravleniya povysheniya plodородiya pochvy [The state of arable lands in the Non-Chernozem Zone of the Russian Federation and the main directions of increasing soil fertility]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 2, pp. 12-16.

17. Mikhailushkin, P.V., Alieva, A.R. (2020). Organicheskoe zemledelie — napravleniye perekhoda k «zelenoi» ehkonomie v Rossii [Organic farming — direction of transition to a "green" economy in Russia]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 2, pp. 17-19.

18. Germanova, S.E., Petukhov, N.V., Sambros, N.B., Piven', E.A., Zinchenko, A.V. (2023). Vozdeistvie antropogen- nykh faktorov na sel'skokhozyaistvennye pochvy [Impact of anthropogenic factors on agricultural soils]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 1, pp. 39-42.

19. Ilinskiy, A.V., Kolomiitsev, N.V., Matveev, A.V., Evsen- kin, K.N., Korzhenevskii, B.I. (2022). *Novye sposoby povysheniya produktivnosti degradirovannykh meliorirovannykh zemel' s primeneniem informatsionnykh tekhnologii: monografiya* [New ways to increase productivity of degraded reclaimed lands using information technologies: monograph]. Mos- cow, All-Russian Research Center for Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov, 152 p.

20. Mazhaiskii, Yu.A. (ed.) (2008). *Neitralizatsiya zagry- aznennykh pochv: monografiya* [Neutralization of polluted soils: monograph]. Rязань, Meshchersk branch of the GNU VNIIGiM of the Russian Agricultural Academy, 528 p.

21. Saet, Yu.A., Revich, B.A., Yanin, E.P. i dr. (1990). *Geokhi- miya okruzhayushchei srede* [Geochemistry of the environ- ment]. Moscow, Nedra Publ., 335 p.



Научная статья
УДК 639.954:633.854.434:632.51
doi: 10.55186/25876740_2024_67_4_465

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГЕРБИЦИДНОЙ ЗАЩИТЫ В СОЧЕТАНИИ С ПРЕПАРАТАМИ СТИМУЛИРУЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ И ЖИДКИМ МИНЕРАЛЬНЫМ УДОБРЕНИЕМ В ПОСЕВАХ КОНОПЛИ ПОСЕВНОЙ

Н.В. Криушин, И.И. Плужникова

Федеральный научный центр лубяных культур, Тверь, Россия

Аннотация. Изучение эффективности гербицидов в сочетании с препаратами стимулирующего действия и жидким минеральным удобрением в подавлении сорного ценоза в посевах технической конопли и их влияние на формирование урожая растений проводили в 2021-2023 гг. в ФГБНУ ФНЦ ЛК — ОП «Пензенский НИИСХ» в условиях Пензенской области. Проводимая гербицидная защита (Лонтрел гранд и Миура) в сочетании с препаратами стимулирующего действия (Артафит, АгроВерм Экран, Лигногумат) и жидким минеральным удобрением (Изагри Вита) обеспечивала эффективность подавления в агроценозе конопли двудольных сорняков на уровне 84,6-91,2%, однодольных — 95,8-98,0%. Действие стимулирующих веществ способствовало повышению полевой всхожести на 5,9-7,5%, гербицидов и некорневой подкормки способствовало сохранности культурных растений на 2,3-4,1%. При использовании гербицида Лонтрел гранд в сочетании с исследуемыми препаратами сохраненный урожай стеблей составлял 22,3-24,6%, семян — 18,2-20,8%. Защитные комплексы с гербицидом Миура позволяли получить дополнительно 12,8-25,6% урожая стеблей и 11,7-24,7% урожая семян. Значительное увеличение площади листовой поверхности на 60,0-68,1% происходило под влиянием протравителей Артафит, АгроВерм Экран и удобрения Изагри Вита в сочетании с изучаемыми гербицидами. Наибольший сохраненный урожай стеблей и семян получен от обработок посевного материала препаратом АгроВерм Экран, растений — гербицидом Миура и удобрением Изагри Вита — 1,64 и 0,38 т/га, а также при использовании гербицида Лонтрел гранд в комбинации с препаратами Артафит и Изагри Вита — 1,58 и 0,32 т/га соответственно.

Ключевые слова: конопля посевная, агротехника, защитный комплекс, засоренность, эффективность применения, полевая всхожесть, сохранность растений, урожайность

Благодарности: работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (тема № FGSS-2022-0008).

Original article

EFFECTIVENESS OF HERBICIDE PROTECTION IN COMBINATION WITH STIMULATING PREPARATIONS AND LIQUID MINERAL FERTILIZER IN CROPS HEMP SEED

N.V. Kriushin, I.I. Pluzhnikova

Federal Research Center for Bast Fiber Crops, Tver, Russia

Abstract. The study of the effectiveness of herbicides in combination with stimulant preparations and liquid mineral fertilizer in suppressing weed cenosis in industrial hemp crops and their effect on the formation of plant yields was carried out in 2021-2023 in the conditions of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops — Separate division "Penza Research Institute of Agriculture" in the Penza region. The herbicidal protection carried out (Lontrel Grand and Miura) in combination with stimulating drugs (Artafit, AgroVerm Ekran, Lignohumate) and liquid mineral fertilizer (Izagri Vita) ensured the effectiveness of suppression of dicotyledonous weeds in the hemp agroecosystem at the level of 84.6-91.2%, monocots — 95.8-98.0%. The effect of stimulating substances contributed to an increase in field germination by 5.9-7.5%, herbicides and foliar feeding — the safety of cultivated plants — by 2.3-4.1%. When using the herbicide Lontrel Grand in combination with the studied drugs, the preserved yield of stems was 22.3-24.6%, seeds — 18.2-20.8%. Protective complexes with the Miura herbicide made it possible to obtain an additional 12.8-25.6% of the stem yield and 11.7-24.7% of the seed yield. A significant increase in leaf surface area by 60.0-68.1% occurred under the influence of the protectants Artafit, AgroVerm Screen and Izagri Vita fertilizers in combination with the herbicides studied. The largest preserved yield of stems and seeds was obtained from treating seed with AgroVerm Ekran, plants with Miura herbicide and Izagri Vita fertilizer 1.64 and 0.38 t/ha, as well as when using the herbicide Lontrel Grant in combination with Artafit and Izagri Vita — 1.58 and 0.32 t/ha, respectively.

Keywords: seed hemp, agricultural technology, protective complex, weediness, efficiency of application, field germination, plant safety, productivity

Acknowledgments: the work was carried out with the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the framework of the State Task of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops (topic No. FGSS-2022-0008).

Введение. Защита сельскохозяйственных посевов от сорняков была и остается важнейшей в интегрированной системе защиты растений от вредных организмов. Снижение засоренности полей возможно лишь при проведении целой системы мероприятий, обращенных на создание оптимальных условий для культурных растений и, одновременно, подавление сорной растительности. Передовые интенсивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур, наряду с другими приемами агротехники, направленными на снижение засоренности, включают экологически приемлемое и экономически обоснованное использование химического метода для борьбы с сорняками. Применение

гербицидов позволяет оперативно и эффективно снижать засоренность агроценозов [1].

Вред, причиняемый сорными растениями посевам пропашных культур, проявляется в уменьшении урожайности семян до 50%. Потери клетчатки конопли от сорняков составляют 7% [2, 3]. От затенения сорняками конопля посевная особенно страдает в раннем возрасте, когда бурно развивающиеся сорняки опережают развитие культуры. Сорные виды растений потребляют значительное количество воды и питательных веществ [4].

Увеличение ареала выращивания культуры в различных климатических зонах России свидетельствует о растущем интересе к ней среди

потребителей. Спрос на конопляные изделия с каждым годом повышается примерно на 30% [5-7].

Создание оптимальных условий для роста и развития культурных растений и устранение фитосанитарной нестабильности агробиоценоза возможно с помощью новых подходов к вопросу защиты растений. На этом фоне в комплексе защитных мероприятий особую роль играет применение препаратов, обладающих стимулирующим действием, а также некорневых подкормок жидкими минеральными удобрениями с включением микроэлементов [8-10].

Проблема эффективного использования микроэлементов, стимуляторов роста, микро-

биологических препаратов и гербицидов для повышения адаптивности культуры, снижения засоренности полей и формирования дополнительного урожая растений конопли посевной является актуальной.

Цель научных исследований — установить эффективность гербицидов в комбинациях с препаратами стимулирующего действия и жидким минеральным удобрением в подавлении

сорного ценоза в посевах технической конопли и их влияние на формирование урожая растений культуры.

Материалы и методы. Эксперимент по изучению эффективности препаратов гербицидного, стимулирующего действия и некорневой подкормки жидким минеральным удобрением проводили в ФГБНУ ФНЦ ЛК — ОП «Пензенский НИИСХ» на конопле посевной среднерусского

экотипа сорта Надежда в 2021-2023 гг. В качестве препаратов стимулирующего действия (фактор А) использовали протравители Артафит, ВРК (регулятор роста полидиаллилдиметилламмоний хлорид) — 0,15 кг/т, АгроВерм Экран (микробиологический препарат защитно-стимулирующего действия на основе бактерий *Bacillus subtilis*) — 1,0 л/т и Лигногумат (гуминовое удобрение со свойствами стимулятора роста) — 0,12 кг/т. Для защиты посевов от сорняков (фактор В) применяли гербициды Лонтрел гранд, ВДГ (750 г/кг клопиралида) — 0,08 кг/га и Миура, КЭ (125 г/л хизалофоп-П-этила) — 0,8 л/га. При некорневой подкормке (фактор С) на растения наносили жидкое минеральное удобрение с микроэлементами в желатинной форме Изагри Вита — 1,0 л/га. В схему опыта включены два контроля: 1 — обработка семян водой, 2 — растения без обработки пестицидами. Сравнение данных проводили с контролем для анализируемого фактора и контролем без применения испытываемых препаратов.

За сутки до посева семена протравливали вручную с нормой расхода рабочей жидкости 10 л/т. Опрыскивание делянок гербицидами и жидким минеральным удобрением проводилось в фазах 2-3 и 9 пар листьев с нормой расхода рабочей жидкости 200 л/га.

Агрохимический состав почвы опытного участка представлен тяжелосуглинистым среднесильным выщелоченным черноземом с pH_{con} — 5,1. Содержание гумуса в почве — 5,9% (по Тюрину), легкогидролизуемого азота — 136,0 мг/кг почвы, подвижного фосфора — 172,0 мг/кг почвы, обменного калия — 206,7 мг/кг почвы.

Наблюдения и учеты исполняли на основании методических указаний по проведению полевых и вегетационных опытов с коноплей, по изучению гербицидов, применяемых в растениеводстве и методикой полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований [2, 11, 12].

Таблица 1. Соотношение видового состава сорных растений в посевах конопли посевной (2021-2023 гг.)
Table 1. The ratio of the species composition of weeds in hemp crops (2021-2023)

Название сорного растения	Ботаническое семейство	Количество сорняков, шт./м ²	Доля вида сорного растения, %
Яровые ранние			
Марь белая (<i>Chenopodium album</i> L.)	Маревые (Chenopodiaceae)	22	20,4
Марь многосеменная (<i>Chenopodium polyspermum</i> L.)	—/—	8	7,4
Дымянка аптечная (<i>Fumaria officinalis</i> L.)	Дымянковые (Fumariaceae)	5	4,6
Пикульник обыкновенный (<i>Galeopsis tetrahit</i> L.)	Губоцветные (Lamiaceae)	2	2,0
Чистец однолетний (<i>Stachys annua</i> L.)	Яснотковые (Lamiaceae)	13	12,0
Горец развесистый (<i>Polygonum lapathifolium</i> L.)	Гречишные (Polygonaceae)	3	2,8
Горец вьюнковый (<i>Polygonum convolvulus</i> L.)	—/—	3	2,8
Подмаренник цепкий (<i>Galium aparine</i> L.)	Мареновые (Rubiaceae)	3	2,8
Яровые поздние			
Щетинник сизый (<i>Setaria glauca</i> (L.) Beauv.)	Злаки (Poaceae)		
Куриное просо (<i>Echinochloa crusgall</i> L. Beauv.)	—/—	17	15,7
Щирица запрокинутая (<i>Amaranthus retroflexus</i> L.)	Амарантовые (Amaranthaceae)	17	15,7
Зимующие			
Скерда кровельная (<i>Crepis tectorum</i> L.)	Астровые (Asteraceae)	1	0,9
Фиалка полевая (<i>Viola arvensis</i> Murr.)	Фиалковые (Violaceae)	5	4,6
Ярутка полевая (<i>Thlaspi arvense</i> Linn.)	Крестоцветные (Brassicaceae)	3	2,8
Двулетние			
Смолёвка обыкновенная (<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke)	Гвоздичные (Caryophyllaceae)	1	0,9
Многолетние			
Осот розовый (<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop)	Сложноцветные (Asteraceae)	1	0,9
Осот жёлтый (<i>Sonchus arvensis</i> L.)	—/—	1	0,9
Вьюнок полевой (<i>Convolvulus arvensis</i> L.)	Вьюнковые (Convolvulaceae)	3	2,8
Итого		108	100

Таблица 2. Снижение вегетативной массы сорняков в посевах конопли посевной через 30 дней после применения гербицида Лонтрел гранд с учетом использования препаратов стимулирующего действия и жидкого минерального удобрения (2021-2023 гг.)

Table 2. Reduction of the vegetative mass of weeds in hemp crops 30 days after the application of the herbicide Lontrel Grand taking into account the use of stimulant drugs and liquid mineral fertilizer (2021-2023)

Варианты опыта			Сырая масса двудольных сорняков, г/м ²	Биологическая эффективность защитных мероприятий, %
Фактор А	Фактор В	Фактор С		
Контроль	Контроль	Контроль	515,9	—
		Изагри Вита	337,9	34,5
Лонтрел гранд	Контроль	Контроль	111,1	78,5
		Изагри Вита	98,0	81,0
Артафит	Контроль	Контроль	145,5	71,8
		Изагри Вита	121,1	76,5
	Лонтрел гранд	Контроль	119,4	76,9
		Изагри Вита	79,2	84,6
АгроВерм Экран	Контроль	Контроль	187,1	63,7
		Изагри Вита	123,3	76,1
	Лонтрел гранд	Контроль	100,5	80,5
		Изагри Вита	63,3	87,7
Лигногумат	Контроль	Контроль	175,6	66,0
		Изагри Вита	123,6	76,0
	Лонтрел гранд	Контроль	98,9	80,8
		Изагри Вита	45,6	91,2
НС ₀₅			51,0	—

Таблица 3. Снижение вегетативной массы сорняков в посевах конопли посевной через 30 дней после применения гербицида Миура с учетом использования препаратов стимулирующего действия и жидкого минерального удобрения (2021-2023 гг.)

Table 3. Reduction of the vegetative mass of weeds in hemp crops 30 days after the application of the Miura herbicide taking into account the use of stimulating drugs and liquid mineral fertilizer (2021-2023)

Варианты опыта			Сырая масса однодольных сорняков, г/м ²	Биологическая эффективность защитных мероприятий, %
Фактор А	Фактор В	Фактор С		
Контроль	Контроль	Контроль	54,7	—
		Изагри Вита	53,7	1,8
Миура	Контроль	Контроль	6,8	87,6
		Изагри Вита	8,9	83,7
Артафит	Контроль	Контроль	15,9	70,9
		Изагри Вита	21,1	61,4
	Миура	Контроль	2,3	95,8
		Изагри Вита	6,0	89,0
АгроВерм Экран	Контроль	Контроль	14,4	73,7
		Изагри Вита	18,5	66,2
	Миура	Контроль	1,1	98,0
		Изагри Вита	1,9	96,5
Лигногумат	Контроль	Контроль	35,5	35,1
		Изагри Вита	28,6	47,7
	Миура	Контроль	4,2	92,3
		Изагри Вита	1,8	96,7
НС ₀₅			15,7	—



Результаты и обсуждение. В годы проведения исследований гидротермические показатели за вегетационный период были различными. В 2022 г. ГТК составлял 0,39 и отвечал условиям слабого увлажнения. В 2021 и 2023 гг. параметры ГТК являлись также неблагоприятными и соответствовали недостаточному увлажнению — 0,97 и 0,85. Метеоусловия на отдельных этапах онтогенеза различались значительно. Так, в фазе развития посев-всходы, продолжавшейся 11-12 суток, в 2021 и 2022 гг. выпало всего 10,2 и 4,9 мм осадков при среднесуточной температуре 17,9 и 16,8°C, ГТК находились на уровне 0,48 и 0,22. В 2023 г. всходы появились на седьмые сутки при ГТК 1,03.

К моменту проведения первой наземной обработки гербицидами (3 пары листьев) в 2021 и 2023 гг. было очень сухо (ГТК за межфазный период всходы-3 пары листьев — 0,13 и 0,26). В 2022 г. в данное время условия произрастания культуры оптимальнее (ГТК 0,80), хотя и характеризовались как недостаточно увлажненные. В следующий межфазный период — 3 пары листьев-бутонизация — развитие растений протекло также в обстановке недостаточного увлажнения (ГТК по годам исследований — 0,74; 0,55 и 0,53).

Вторая наземная обработка жидким минеральным удобрением проводилась во время начала бутонизации растений (9 пар листьев) при среднесуточных температурах воздуха 18,2; 20,7 и 16,2°C и выпадении осадков на уровне 28,0; 29,8 и 19,1 мм за представленный выше межфазный период. В фазе бутонизации-цветения отмечался интенсивный рост конопли посевной. Соотношение тепла и влаги в это время было благоприятным для развития растений в 2021 г. (ГТК 1,09 — оптимальное увлажнение) и не благоприятным в 2022 и 2023 гг. (ГТК 0,72 — недостаточное увлажнение и 2,44 — избыточное увлажнение). В период от цветения до созревания семян в 2022 г. сложились сухие условия (ГТК 0,16), в 2021 г., напротив, зафиксировано оптимальное увлажнение (ГТК 1,11) и в 2023 г. — недостаточное (ГТК 0,55).

Погодные условия периодов вегетации конопли посевной в 2021-2023 гг. наложили свой отпечаток на засоренность агроценоза и эффективность защитных мероприятий. При обследовании культуры установлено 18 видов сорных растений, принадлежащих к 14 семействам (табл. 1).

Малолетние сорняки составляли 95,4% сорного ценоза, многолетние — не более 3 шт./м². Присутствие сорных растений, как правило, угнетало посеы конопли на ранних этапах развития из-за медленного роста культуры и слабо развитой корневой системы.

Применение гербицида Лонтрел гранд против двудольных сорняков позволило снизить засоренность посевов на 78,5% (табл. 2).

За годы исследования лучший контроль препаратом обеспечивался над такими видами, как осоты желтый и розовый, горец вьюнковый и скерда кровельная, гибель сорняков составляла 90,3 и 78,7; 83,7; 86,1% соответственно.

Нанесение на семена препаратов, ускоряющих ростовые процессы, повышающих устойчивость к неблагоприятным факторам окружающей среды, способствовало в дальнейшем конкурентному превосходству растений конопли над сорной растительностью. Сырая биомасса двудольных сорняков под воздействием препаратов Артафит, АгроВерм Экран и Лигногумат

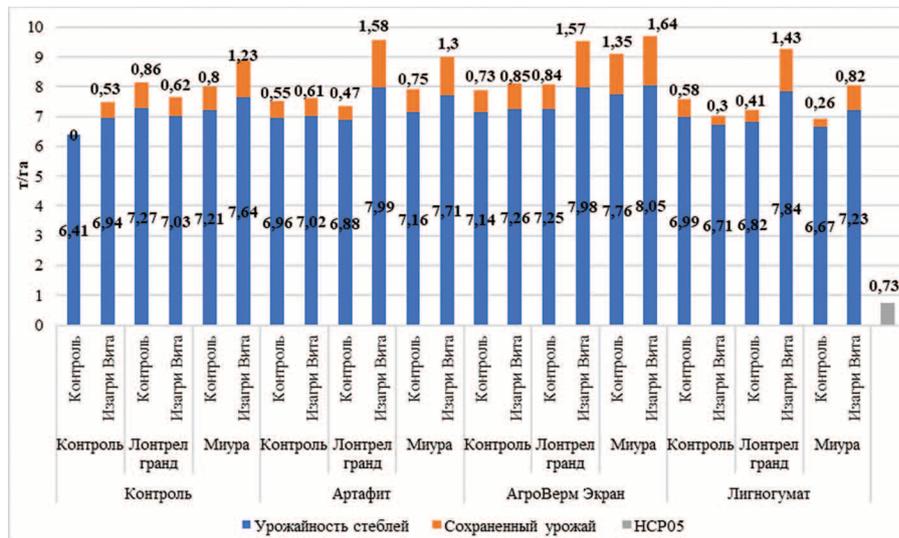


Рисунок 1. Урожайность стеблей в зависимости от применения изучаемых препаратов (2021-2023 гг.)
Figure 1. The yield of stems depending on the use of the studied drugs (2021-2023)

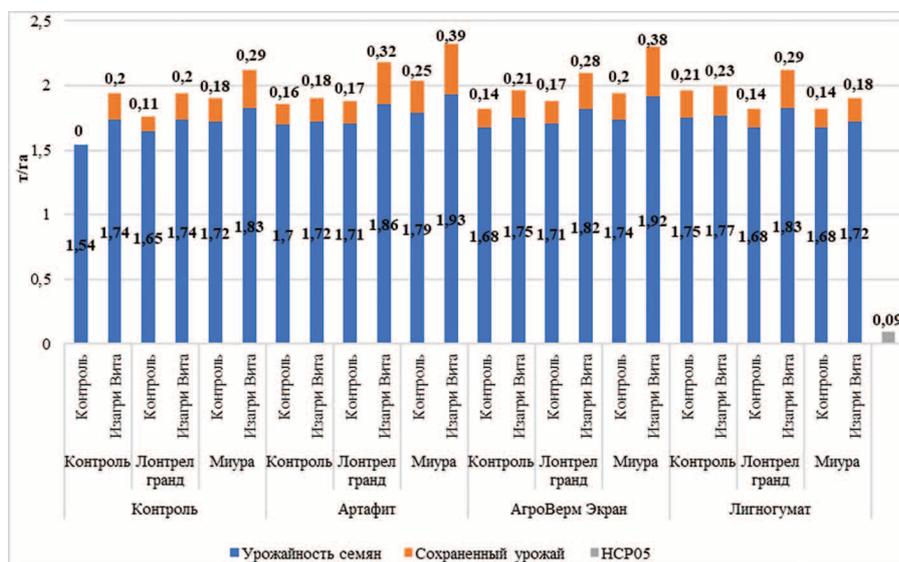


Рисунок 2. Урожайность семян в зависимости от применения изучаемых препаратов (2021-2023 гг.)
Figure 2. Seed yield depending on the use of the studied drugs (2021-2023)

снижалась в среднем на 58,0; 57,2 и 60,0% по сравнению с контролем. Улучшение питания, в том числе микроэлементами, культурных растений с помощью минерального удобрения Изagri Вита позволяло уменьшить массу сорного компонента на 33,9%.

Наибольший контроль над засоренностью посевов получен от применения испытываемого гербицида в сочетаниях с протравителями при условии обработки растений жидким минеральным удобрением. Биологическая эффективность в данных вариантах составляла 84,6; 87,7 и 91,2%.

При использовании гербицида сохраненный урожай стеблей и семян к контролю составлял 0,45 и 0,04 т/га (6,5 и 2,3%). Обработки семян регулятором роста Артафит и биопрепаратом АгроВерм Экран способствовали увеличению урожая стеблей на 0,21 и 0,49 т/га (3,0 и 6,9%). Вместе с тем протравливание посевного материала препаратами Артафит, АгроВерм Экран и Лигногумат позволило сохранить 0,094; 0,07 и 0,04 т/га урожая семян (5,3, 4,1 и 2,4%). При некорневой подкормке растений минеральным удобрением Изagri Вита сохраненный урожай стеблей и семян к контролю составлял 0,41 и 0,10 т/га (5,8 и 5,9%).

Под влиянием гербицида Лонтрел гранд прибавка урожая стеблей и семян формировалась выше по сравнению с контролем без использования защиты на фоне нанесения на семена и растения препаратов в комбинациях Артафит + Изagri Вита — 1,58 и 0,32 т/га (24,6 и 20,8%); АгроВерм Экран + Изagri Вита — 1,57 и 0,28 т/га (24,5 и 18,2%); Лигногумат + Изagri Вита — 1,43 и 0,29 т/га (22,3 и 18,8%) (рис. 1, 2).

Корреляционная зависимость засоренности посевов двудольными сорняками и урожайности семян, стеблей установлена как средняя отрицательная (-0,707±0,19; -0,614±0,21).

Доля злакового компонента среди сорняков в посевах конопли составляла 15,7% (табл. 1). Действие гербицида Миура против однодольных сорняков обеспечивало снижение их вегетативной массы на 87,6% по сравнению с контролем без применения защитных средств (табл. 3). Конкурентоспособность изучаемых протравителей по отношению к однодольному типу засорения была неодинаковой. Наибольший эффект подавления надземной массы сорняков наблюдался при использовании препаратов Артафит и АгроВерм Экран — в среднем 63,5 и 71,0%. Некорневая подкормка не влияла на данный показатель.



Таблица 4. Влияние изучаемых гербицидов и препаратов стимулирующего действия, жидкого минерального удобрения на полевую всхожесть и сохранность растений к уборке конопли посевной (2021-2023 гг.)

Table 4. The influence of the studied herbicides and stimulating preparations, liquid mineral fertilizer on field germination and the safety of plants for harvesting hemp (2021-2023)

Варианты опыта			Полевая всхожесть, %			Сохранность растений к уборке урожая, %				
Фактор А	Фактор В	Фактор С	вариант	фактор			вариант	фактор		
				А	В	С		А	В	С
Контроль	Контроль	Контроль	64,8	70,3			87,2	82,0		
		Изагри Вита	64,7				89,8			
	Лонтрел гранд	Контроль	70,1				87,7			
		Изагри Вита	71,8				88,1			
	Миура	Контроль	75,3				88,6			
		Изагри Вита	75,0				88,0			
Артафит	Контроль	Контроль	79,0	76,2			89,6	82,4		
		Изагри Вита	78,2				88,4			
	Лонтрел гранд	Контроль	73,6				88,3			
		Изагри Вита	75,4				89,6			
	Миура	Контроль	75,3				88,9			
		Изагри Вита	75,9				93,5			
АгроВерм Экран	Контроль	Контроль	77,9	77,8			90,9	81,8		
		Изагри Вита	78,0				90,1			
	Лонтрел гранд	Контроль	77,5				91,3			
		Изагри Вита	80,9				92,4			
	Миура	Контроль	76,7				87,4			
		Изагри Вита	75,9				89,9			
Лигногумат	Контроль	Контроль	76,6	77,8			91,2	82,4	80,0	
		Изагри Вита	77,5				92,9			
	Лонтрел гранд	Контроль	77,2				89,1			
		Изагри Вита	80,4				92,6			
	Миура	Контроль	76,3				91,0			
		Изагри Вита	78,6				92,9			
НС ₀₅			4,2	1,7	NS	NS	5,5	NS	2,0	1,6
					NS	AB-3,0				AC-3,2

Примечание: NS — различия несущественны при $p=0,05$

Однако количество сорняков под влиянием опрыскивания удобрением снижалось на 28,9%. При совместном воздействии всех факторов в варианте защиты препаратами Лигногумат + Миура + Изагри Вита биологическая эффективность защитного мероприятия составляла уже 96,7%. По оценке гербицидной активности, очень хорошее действие препарата Миура от 92,3 до 98,0% установлено в сочетании с изучаемыми протравителями, а также в композициях с удобрением Изагри Вита и препаратами АгроВерм Экран или Лигногумат.

При использовании гербицида сохраненный урожай стеблей и семян составлял 0,5 и 0,08 т/га (7,2 и 4,7%). Обработка растений удобрением и влияние протравителей Артафит и АгроВерм Экран при применении гербицида Миура позволили увеличить прибавку урожая стеблей на 1,3 и 1,64 т/га (20,3 и 25,6%), семян — на 0,39 и 0,38 т/га (25,3 и 24,7%) по сравнению с контролем без обработок средствами защиты.

Корреляционная зависимость засоренности посевов однодольными сорняками и урожайности стеблей установлена как средняя отрицательная (-0,636±0,21).

Общая засоренность посевов влияла на полевую всхожесть культурных растений. Корреляционная зависимость при этом выявлена как сильная отрицательная (-0,765±0,14). Положительное действие на полевую всхожесть конопли оказывали протравители со стимулирующим эффектом, увеличивая ее на 5,9 и 7,5% по сравнению с контролем (табл. 4). Наибольшее повышение изучаемого показателя отмечено при использовании гербицида Лонтрел гранд + удобрение

Изагри Вита в комбинациях с протравителями АгроВерм Экран и Лигногумат — на 16,1 и 15,6% по сравнению с контролем без применения исследуемых препаратов.

Обработки посевов гербицидами и жидким минеральным удобрением обеспечивали повышение сохранности культурных растений к уборке урожая на 2,3; 4,1 и 3,6% по сравнению с контролем без применения изучаемых препаратов. Лучшей сохранности растений способствовал прием протравливания семян регуляторами роста растений Артафит и Лигногумат в сочетании с препаратами Миура + Изагри Вита, биопрепаратом АгроВерм Экран с препаратами Лонтрел гранд + Изагри Вита — 93,5; 92,9 и 92,4% соответственно.

Защитные мероприятия влияли на формирование ассимиляционной поверхности листьев. По результатам исследований начальная стимуляция растений препаратами Артафит, АгроВерм и Лигногумат увеличивала площадь листовой поверхности (ПЛП) на 20,8; 16,3 и 18,6%, а применение некорневой подкормки — на 13,9% по сравнению с контролем (табл. 5). Взаимодействие препаратов АгроВерм и Изагри Вита повышало параметр на 65,2% по сравнению с контролем.

Гербицид Лонтрел гранд, действие которого направлено на подавление двудольных сорняков, не обеспечивал рост ПЛП у культурных растений. Однако взаимодействие всех факторов при обработках препаратами Артафит + Лонтрел гранд + Изагри Вита привело к наибольшему повышению данного показателя — на 68,1%. Противозлаковый гербицид Миура способствовал повышению площади листовой

поверхности на 5,3%, а в сочетании с препаратами Артафит и Изагри Вита — на 60,0%.

Корреляционная зависимость ПЛП и общей засоренности, а также урожайности семян, определена как средняя отрицательная (-0,512±0,18; -0,691±0,15).

Выводы. Протестированная гербицидная защита посевов технической конопли гербицидами Лонтрел гранд, Миура в сочетании с препаратами стимулирующего действия Артафит, АгроВерм Экран, Лигногумат и жидким минеральным удобрением Изагри Вита обеспечивала эффективность подавления двудольных сорняков на уровне 84,6-91,2%; однодольных — 95,8-98,0%. Защитные мероприятия способствовали повышению полевой всхожести, росту площади листовой поверхности, сохранности культурных растений к уборке урожая. При использовании гербицида Лонтрел гранд в сочетании с исследуемыми препаратами сохраненный урожай стеблей составлял 22,3-24,6%; семян — 18,2-20,8%. Обработки гербицидом Миура в комбинациях с изучаемыми препаратами позволяли получить дополнительно 12,8-25,6% урожая стеблей и 11,7-24,7% урожая семян.

Наибольшая прибавка урожайности стеблей и семян формировалась при опрыскивании растений гербицидом Миура, минеральным удобрением Изагри Вита и протравливанием семян препаратом АгроВерм Экран — 1,64 и 0,38 т/га (25,6 и 24,7%). При использовании гербицида Лонтрел гранд лучшие показатели сохраненного урожая получены в варианте с применением препаратов Артафит + Изагри Вита — 1,58 и 0,32 т/га (24,6 и 20,8%).



Таблица 5. Влияние изучаемых гербицидов, препаратов стимулирующего действия и жидкого минерального удобрения на площадь листьев в фазе цветения растений конопли посевной (2021-2023 гг.)
Table 5. The influence of the studied herbicides, stimulant preparations and liquid mineral fertilizer on the leaf area during the flowering phase of hemp plants (2021-2023)

Варианты опыта			Площадь листовой поверхности, тыс. м ² /га			
Фактор А	Фактор В	Фактор С	вариант	фактор		
				А	В	С
Контроль	Контроль	Контроль	65,5	78,9		
		Изагри Вита	83,0			
	Лонтрел гранд	Контроль	70,3			
		Изагри Вита	75,0			
	Миура	Контроль	83,6			
		Изагри Вита	96,2			
Артафит	Контроль	Контроль	82,1	95,3		
		Изагри Вита	95,8			
	Лонтрел гранд	Контроль	89,9			
		Изагри Вита	110,1			
	Миура	Контроль	89,0			
		Изагри Вита	104,8			
АгроВерм Экран	Контроль	Контроль	89,5	91,8		
		Изагри Вита	108,2			
	Лонтрел гранд	Контроль	80,8			
		Изагри Вита	86,1			
	Миура	Контроль	88,7			
		Изагри Вита	97,5			
Лигногумат	Контроль	Контроль	88,4	93,6		
		Изагри Вита	97,3			
	Лонтрел гранд	Контроль	91,6			
		Изагри Вита	97,0			
	Миура	Контроль	89,4			
		Изагри Вита	98,1			
НСР ₀₅			8,6	3,5	3,0	2,5 AB — 6,1; AC — 4,9; ABC — 8,6

Список источников

- Куликова Н.А., Лебедева Г.Ф. Гербициды и экологические аспекты их применения. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010. С. 6, 10.
- Спиридонов Ю.Я., Ларина Г.Е., Шестаков В.Г. Методическое руководство по изучению гербицидов, применяемых в растениеводстве / РАСХН, ВНИИФ. М.: Печатный город, 2009. 247 с.
- Bakro, F., Wielgusz, K., Bunalski, M., Jedryczka, M. (2018). An overview of pathogen and insect threats to fibre and oilseed hemp (*Cannabis sativa* L.) and methods for their biocontrol. *Integrated Control in Oilseed Crops IOBC-WPRS Bulletin*, vol. 136, pp. 9-20.
- Тарануха В.Г. Растениеводство. Прядильные культуры: учебно-методическое пособие. Горки: БГСХА, 2020. С. 41-46.
- ЕМИСС. Государственная статистика. Посевные площади и валовые сборы сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий. Режим доступа: <https://www.fedstat.ru/indicator/31328> (дата обращения: 12.01.2024).
- Лаврентьева Е.П., Санина О.К., Белоусов Р.О. Глубокая переработка лубяных волокон — путь к возрождению национальных традиций России // *Технология текстильной промышленности*. 2022. № 3 (399). С. 130-139. doi: 10.47367/0021-3497_2022_3_130

Информация об авторах:

Кришин Николай Викторович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории агротехнологий, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6597-2543>, n.kriushin.pnz@fncl.ru
Плужникова Ирина Ивановна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории агротехнологий, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9161-4803>, i.pluzhnikova.pnz@fncl.ru

Information about the authors:

Nikolay V. Kriushin, candidate of agricultural sciences, senior researcher of the laboratory of agricultural technologies, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6597-2543>, n.kriushin.pnz@fncl.ru
Irina I. Pluzhnikova, candidate of agricultural sciences, leading researcher of the laboratory of agricultural technologies, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9161-4803>, i.pluzhnikova.pnz@fncl.ru

References

- Kulikova, N.A., Lebedeva, G.F. (2010). *Gerbitsidy i ekologicheskie aspekty ikh primeneniya* [Herbicides and environmental aspects of their application]. Moscow, Book house "LIBROKOM", pp. 6, 10.
- Spiridonov, Yu.Ya., Larina, G.E., Shestakov, V.G. (2009). *Metodicheskoe rukovodstvo po izucheniyu gerbitsidov, primenyaemykh v rasteniyevodstve* [Methodological guide to the study of herbicides used in crop production]. Moscow, Pechatnyi gorod Publ., 247 p.
- Bakro, F., Wielgusz, K., Bunalski, M., Jedryczka, M. (2018). An overview of pathogen and insect threats to fibre and oilseed hemp (*Cannabis sativa* L.) and methods for their biocontrol. *Integrated Control in Oilseed Crops IOBC-WPRS Bulletin*, vol. 136, pp. 9-20.
- Taranukho, V.G. (2020). *Rasteniyevodstvo. Pryadil'nye kultury: uchebno-metodicheskoe posobie* [Plant growing. Spinning crops: educational and methodological manual]. Gorki, BGSXA, pp. 41-46.
- ЕМИСС. Государственная статистика. Посевные площади и валовые сборы сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий [EMISS. State statistics. Sown areas and gross harvests of agricultural crops in farms of all categories]. Available at: <https://www.fedstat.ru/indicator/31328> (accessed: 12.01.2024).
- Lavrentieva, E.P., Sanina, O.K., Belousov, R.O. (2022). Glubokaya pererabotka lubyanykh volokon — put' k vozrozhdeniyu natsional'nykh traditsii Rossii [Deep processing of bast fibers — the path to the revival of national traditions of Russia]. *Tekhnologiya tekstil'noi promyshlennosti* [Textile industry technology], no. 3 (399), pp. 130-139. doi: 10.47367/0021-3497_2022_3_130
- Popov, R.A. (2019). Sostoyanie, problemy i vozmozhnosti dlya razvitiya otechestvennogo konoplevodstva [Condition, problems and opportunities for the development of domestic hemp production]. *Agrotekhnika i ehnergoobespechenie* [Agricultural technology and energy supply], no. 4 (25), pp. 42-52.
- Osipov, A.I. (2021). Vliyaniye agrokhimikatov na urozhai i kachestvo vyrashchivaemykh kul'tur [The influence of agrochemicals on the yield and quality of grown crops]. *Nauka, pitaniye i zdorov'e: sbornik nauchnykh trudov. RUP «Nauchno-prakticheskii tsentr Natsional'noi akademii nauk Belarusi po prodovol'stviyu»* [Science, nutrition and health: collection of scientific works. RUE "Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food"]. Minsk, vol. 2, pp. 408-418.
- Belopukhov, S.L., Baibekov, R.F., Serkov, V.A., Zharkin, O.A., Dmitrievskaya I.I. (2019). Primeneniye metoda termicheskogo analiza dlya otsenki pokazatelei kachestva volokna konopli pri ispol'zovanii v agrotekhnologiyakh zashchitno-stimuliruyushchikh kompleksov [Application of the thermal analysis method to assess hemp fiber quality indicators when using protective-stimulating complexes in agricultural technologies]. *AgroEhkoInfo* [AgroEcolInfo], no. 4 (38), p. 38.
- Gushchina, V.A., Smirnov, A.D., Sologub, N.N., Sologub, I.I. (2022). Zhirnokislottnyi sostav masla semyan konopli posevnoi pri ee vozdel'yvanii v lesostepi Srednego Povolzh'ya [Fatty acid composition of hemp seed oil during its cultivation in the forest-steppe of the Middle Volga region]. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal* [Agrarian scientific journal], no. 4, pp. 4-8.
- Bedak, G.R. i dr. (ed.) (1980). *Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh i vegetatsionnykh opytov s konoplei* [Guidelines for conducting field and vegetation experiments with cannabis]. Moscow, VASHNIL, 34 p.
- Dospekhov, B.A. (2014). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniya)* [Methodology of field experience: with the basics of statistical processing of research results]. Moscow, Al'yans Publ., 349 p.





Научная статья

УДК 633.522; 631.53.04; 631.54; 631.55

doi: 10.55186/25876740_2024_67_4_470

УЛУЧШЕНИЕ ПОСЕВНЫХ КАЧЕСТВ И УРОЖАЙНЫХ СВОЙСТВ КОНОПЛИ ПОСЕВНОЙ В ПРОЦЕССЕ РЕПРОДУЦИРОВАНИЯ

И.В. Бакулова

Федеральный научный центр лубяных культур, Тверь, Россия

Аннотация. В статье представлены результаты исследований, проведенных в ФГБНУ ФНЦ ЛК — ОП «Пензенский НИИСХ», на базе лаборатории агротехнологий в 2021-2023 гг. Объектом исследований являлись сорта конопли посевной селекции ФГБНУ ФНЦ ЛК Надежда и Людмила. Цель исследований — улучшение посевных и урожайных качеств и свойств сортов конопли посевной, устойчивых по признаку однодомности и содержанию каннабиноидов для репродукции в звеньях первичного и промышленного семеноводства. Установлено, что при научно обоснованной организации селекционно-семеноводческой деятельности можно стабилизировать признак однодомности и уровень тетрагидроканнабинола и других каннабиноидов для последующего воспроизводства оригинальных семян с высокими сортовыми и урожайными свойствами. Выявлено, что двухфазная (раздельная) уборка позволяет получать семенной материал при полном соответствии требованиям ГОСТ Р 52325-2005. При однофазной уборке не всегда удается достичь уровня посевных качеств, регламентируемых ГОСТ по показателю всхожести, что приводит к потере большого количества производимого объема оригинальных семян и определяет отрицательный эффект в производстве.

Ключевые слова: конопля посевная, сорт, агротехнология, каннабиноиды, качество семян, уборка урожая

Благодарности: работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур» (тема № FGSS-2022-0008). Автор благодарит рецензентов за экспертную оценку статьи.

Original article

IMPROVEMENT OF THE SOWING QUALITIES AND YIELD PROPERTIES OF HEMP IN THE PROCESS OF REPRODUCTION

I.V. Bakulova

Federal Research Center for Bast Fiber Crops, Tver, Russia

Abstract. The article presents the results of research conducted at the Federal Research Center for Bast Fiber Crops — Separate division “Penza Research Institute of Agriculture”, on the basis of the laboratory of agricultural technologies in 2021-2023. The object of research were cannabis varieties of seed selection of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops Nadezhda and Lyudmila. The purpose of the research is to improve the sowing and yielding qualities and properties of varieties of cannabis, resistant on the basis of monoecy and the content of cannabinoids for reproduction in the links of primary and industrial seed production. It has been established that with a scientifically based organization of seed breeding activities, it is possible to stabilize the sign of monoecy and the level of tetrahydrocannabinol and other cannabinoids for the subsequent reproduction of original seeds with high varietal and yield properties. It was revealed that two-phase (separate) harvesting allows obtaining seed material in full compliance with the requirements of GOST R 52325-2005. With single-phase harvesting, it is not always possible to achieve the level of sowing qualities regulated by GOST in terms of germination, which leads to the loss of a large amount of the produced volume of original seeds and determines the negative effect in production.

Keywords: cannabis, variety, agrotechnology, cannabinoids, seed quality, harvesting

Acknowledgements: the work was carried out with the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the framework of the State Task of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops (topic No. FGSS-2022-0008). The author thanks the reviewers for the expert evaluation of the article.

Введение. Семеноводство конопли осуществляется с целью воспроизводства и размножения сортовых семян культуры, сохранения биологической чистоты сортов и формирования высоких урожайных и посевных свойств семенного материала [1, 2]. Приоритет сорта в формировании высоких урожаев определяется уровнем его генетического потенциала продуктивности, по этой причине в современном земледелии сорт выступает как самостоятельный фактор повышения урожайности, и на его долю приходится от 25 до 50%. В сочетании с правильной технологией в процессе репродукции сорта долго сохраняют свои хозяйственно полезные свойства и качества [3, 4]. Практики отмечают, что только при посеве высококачественными семенами могут быть реализованы потенциальные возможности сорта, потому для воспроизводства нужны здоровые, обладающие высокими посевными и урожайными качествами семена [5].

По результатам наблюдений многих авторов, в последние годы в России до 30% площадей засеваются некондиционными семенами, имеющими недостаточно высокую всхожесть [6-9].

При этом низкая всхожесть не является следствием их биологической неполноценности, а обусловлена наличием макро- и микроповреждений, полученных при уборке и послеуборочной обработке семян [10]. Машинная предварительная и первичная очистки увеличивают количество травмированных семян на 2-4,5%, пневматические сортировальные столы — на 0,6%, зернопогрузчики травмируют дополнительно до 10% семян, зернопулты и зернометалли разных конструкций дают от 3 до 15% повреждений, при перемещении зерна на токах и в складах микроповреждения увеличиваются на 5-6% [6, 11]. Повреждение семян оказывает отрицательное воздействие на последующее развитие растений, их урожайность и, в целом, на экономическую эффективность производства семян [7].

Из общего числа фактов, снижающих всхожесть, на долю травмированных семян приходится до 30-40%, а наличие в посевном материале до 10% поврежденных семян снижает урожай более чем на 1 ц/га [9]. Повреждения у семян вызывают нарушения в процессах обмена и прорастания, отрицательно влияют на дальнейшее

развитие растений [10]. Результаты исследований, проведенных С.А. Чазовым, показывают, что нарушение целостности зерновки способствует развитию на ней микроорганизмов, в том числе микроскопических грибов, чья активная жизнедеятельность существенно ухудшает качество зерна при хранении и также снижает всхожесть семян [8].

В настоящее время травмированность семян не нормируется ГОСТами и не определяется в лабораторных условиях. Есть только ограничение по дробленным семенам, то есть по видимым невооруженным глазом, разрушенным семенам и относящейся к масличной или сорной примеси [10, 12, 13]. Уменьшение повреждений очень важно, так как при хранении именно поврежденные семена являются очагами поражения микроорганизмами.

Согласно требованиям законодательства, для посева можно использовать семена по сортовым и посевным качествам соответствующим требованиям государственных стандартов и иных нормативных документов в области семеноводства, в соответствии с этим актуальной является работа по воспроизводству оригинальных семян



и поддержанию их генетического потенциала с целью улучшения посевных и урожайных качеств и свойств, прежде всего обеспечивающих стабильность признака однодомности и допустимого содержания тетрагидроканнабинола, для репродуцирования в звеньях первичного и промышленного семеноводства.

Материалы и методы исследований.

На экспериментальных изолированных участках ФГБНУ ФНЦ ЛК в условиях Пензенской области в 2021-2023 гг. были проведены полевые исследования по размножению сортовых семян. Объектом исследований являлись сорта конопля посевной селекции ФГБНУ ФНЦ ЛК Надежда и Людмила. Исследования выполняли в соответствии с Методическими рекомендациями по производству сортовых семян конопля и ГОСТам, определение микротравмирования семян — по методу В.В. Гриценко, З.М. Калошина [14].

Для воспроизводства семян категории ОС посев проводили широкорядным способом сеялкой МС-8 с междурядьями 70 см, категории ПР 1 — широкорядным способом с междурядьями 45 см сеялкой СН-16 в прогретую до 8-10°C почву. Информация о деталях посевных мероприятий приведена в таблице 1.

Семена перед посевом обрабатывали протравителем Бункер, ВСК из расчета 0,4 л/т с добавлением регулятора роста Альбит, ТПС в норме расхода 50 мл/т. Уход за посевами заключался в защите от сорняков и вредителей только в том случае, если их распространенность превышала экономический порог вредоносности (ЭПВ). Для уничтожения двудольных сорняков обработку посевов проводили гербицидом Лонтрел гранд, ВДГ (0,08 кг/га) в фазе 3-4 настоящих листьев, для уничтожения вегетирующих однолетних злаковых сорняков обработку проводили препаратом Фюзилад форте, КЭ (1 л/га) с нормой расхода рабочей жидкости 250-300 л/га. От конопляной блошки посевы опрыскивали органо-фосфорным инсектицидом Самурай Супер, КЭ в норме расхода препарата 1,5 л/га с нормой расхода рабочей жидкости 200 л/га.

Для определения биологической урожайности снопы отбирали вручную в фазе полного созревания семян, двухфазную уборку проводили в первой декаде сентября при созревании не менее 75% семян, однофазную уборку начинали при достижении 90-100% созревания семян. Очистку и подработку семян кондиционной влажности проводили на зерноочистительных машинах Петкус-531 и сепарирующей машине «Алмаз».

Метеоусловия 2021-2023 гг. различались по количеству тепла и влагообеспеченности.

В 2021 г. температура воздуха превышала среднееголетние показатели на 3,0-3,3°C, за вегетационный период выпало 202 мм осадков, что на 14,7% выше климатической нормы, ГТК — 0,8.

Агрометеорологические условия 2022 г. характеризовались высокой температурой на фоне достаточного количества осадков. Температура воздуха в мае составила 18,5°C, что на 4,7°C выше среднееголетней, при этом осадков выпало на 12,8% меньше климатической нормы. Условия для цветения конопля в июне и июле были благоприятными, температура воздуха находилась на уровне среднееголетних значений, на фоне достаточного количества осадков (150 мм), ГТК периода составил 1,34. Период завязывания семян характеризовался повышенным фоном среднесуточных температур

(около +24...+34°C) на фоне полного отсутствия осадков. В целом за вегетацию сумма активных температур составила 2347°C при 188 мм осадков. Показатель ГТК 0,8 характеризует вегетационный период как недостаточно увлажненный.

В 2023 г. температура воздуха была на уровне, а количество выпавших осадков за период вегетации было на 8% ниже климатической нормы. Осадков в мае выпало 44,5% от нормы при температуре воздуха 14,3°C. Июнь отличался прохладной погодой и избытком влаги, сумма осадков превышала климатическую норму на 43 мм, ГТК в этом месяце составил 2,1. Осадков в июле выпало 85,6% от нормы при температуре воздуха 19,7°C, превышающей многолетнюю на 0,7°C, ГТК периода — 0,81. Начало созревания семян характеризовалось небольшим количеством осадков (22 мм) на фоне среднесуточных температур выше среднееголетних значений на 1,5°C. В целом за вегетацию сумма активных температур составила 2104°C при 186 мм осадков. Показатель ГТК 0,88 характеризует вегетационный период как умеренно увлажненный.

Результаты и обсуждение. Одним из устойчивых признаков у растений конопля является признак однодомности. Для его стабилизации в потомстве, начиная с фазы бутонизации (I декада июля), проводили периодические браковки. В питомниках размножения для поддержания 100% сортовой типичности прополки

проводили через 2-3 дня до полного удаления негативных половых типов; в посевах суперэлиты, начиная с фазы бутонизации, выполняли 4 сортопрочистки также до полного удаления нетипичных растений. Продолжительность проявления покоски в посевах сортов конопля варьировала от 33-39 дней в 2023 г. до 38-46 дней в 2022 г. и зависела от тепло- и влагообеспеченности периода вегетации. В годы с сухой и жаркой погодой нетипичных растений было меньше и сам период проявления покоски короче, чем в прохладные и влажные периоды вегетации. В результате своевременных и тщательных прополок все семеноводческие посева отличались высокой сортовой типичностью, что при дальнейшем репродуцировании уменьшит количество нежелательных генотипов в потомстве.

В растениях конопля присутствует более 60 видов каннабиноидов, в основном содержатся каннабидиол (КБД), каннабихромен (КБХ), каннабиол (КБН) и тетрагидроканнабиол (ТГК). Наличие этих соединений в период цветения-начала созревания семян в превышающих допустимых количествах ограничивает развитие отрасли коноплеводства. В настоящее время для производства семенного материала разрешаются сорта конопля с содержанием в сухой массе листьев и соцветий верхних частей одного растения массовой доли ТГК в размере, не превышающем 0,1% [15].

Таблица 1. Информация о посевах сортов конопля (2021-2023 гг.)
Table 1. Information on the sowing of cannabis varieties (2021-2023)

Год	Репродукция посева	Сорт	Площадь посева, га	Масса 1000 семян, г	Лабораторная всхожесть, %	Дата посева
2021	ПР1	Надежда	0,50	20,44	91	6 мая
		Людмила	0,30	17,21	92	6 мая
2022	ОС	Надежда	52,5	19,10	80	7-12 мая
		Людмила	0,50	16,10	92	1 мая
2023	ПР1	Надежда	0,30	16,32	90	29 апреля
		Людмила	0,30	16,32	90	29 апреля
	ОС	Надежда	29,0	16,28	85	8-9 мая
		Людмила	0,40	17,90	90	29 апреля
ОС	Надежда	0,40	17,90	90	29 апреля	
	Людмила	0,25	18,00	90	29 апреля	
2023	ОС	Надежда	48,5	17,00	90	3-4 мая
		Людмила	39,0	17,60	90	30 апреля-1 мая

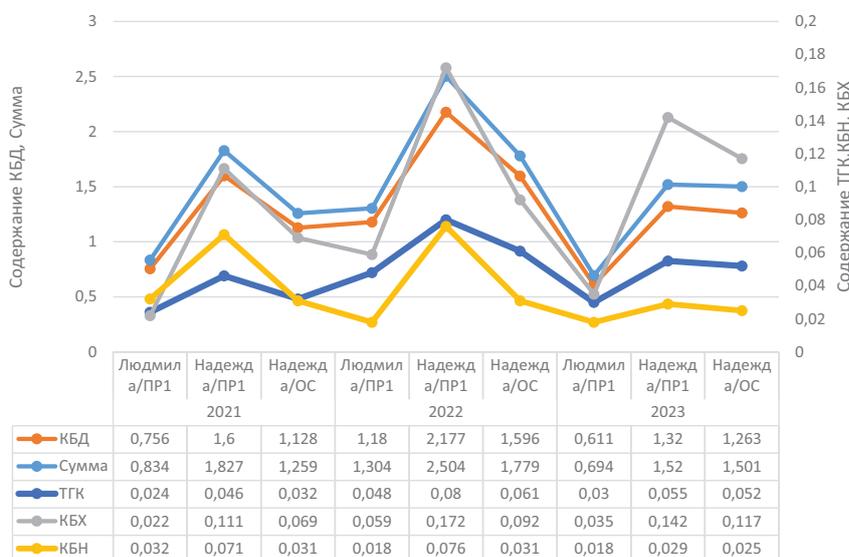


Рисунок. Количество каннабиноидов в верхней части метелки в период цветения конопля (2021-2023 гг.)
Figure. The amount of cannabinoids in the upper part of the panicle during the flowering period of cannabis (2021-2023)



Результаты трехлетних исследований показали, что содержание ТГК в посевах конопли зависело от сорта, условий года и репродукции посева. Согласно данным, представленным на рисунке, растения масличного и зеленцового направления использования по-разному накапливают тетрагидроканнабинол. Так, у масличного сорта Надежда содержание ТГК было выше и изменялось от 0,046 до 0,080%, у волокнистого сорта Людмила содержание ТГК было существенно ниже и варьировало от 0,024 до 0,048%. Содержание каннабидиола и каннабинола в изучаемых сортах имело диапазон варьирования: 0,611-1,180% (сорт Людмила), 1,320-2,177% (сорт Надежда, ПР 1) и 1,128-1,596% (сорт Надежда, ОС). Анализ данных показывает, что в питомнике размножения сорта Надежда содержание каннабиноидов в растениях несколько выше, чем в посевах оригинальных семян, что дает основание

предположить, что при правильной организации селекционно-семеноводческой деятельности можно стабилизировать уровень ТГК и других компонентов каннабиноидного комплекса.

Выращивая различные репродукции семян и применяя разные способы уборки и подработки семенного материала, мы имели возможность влиять на качество полученных семян в зависимости от применяемой технологии.

Разнокачественность семян проявлялась в различном размере, крупности, всхожести, силе роста. Крупность семян — важный показатель качества посевного материала конопли, она характеризуется массой 1000 семян [2]. Вес семян изменялся по сортам, репродукциям и характеризовался изменчивостью в зависимости от условий года, наибольшие параметры признака отмечены у сорта Надежда, результаты приведены в таблице 2.

Сорт Людмила характеризовался меньшей массой 1000 семян, которая в зависимости от года изменялась от 16,0 до 16,9 г. Энергия прорастания и всхожесть семян из питомников размножения соответствовали требованиям ГОСТ Р 52325-2005 и составляли у сорта Надежда 78-88 и 92-93%; у сорта Людмила — 74-89 и 92-96% соответственно. Установлено некоторое снижение всхожести семян при понижении репродукции, энергия прорастания по годам исследований в семенах категории ОС варьировала от 77 до 89%, а лабораторная всхожесть находилась на уровне 79-90%. Анализ семян, полученных после двухфазной и однофазной комбайновой уборки, показывает, что даже в самые неблагоприятные годы раздельная уборка обеспечивает получение семян, кондиционных по лабораторной всхожести, тогда как после уборки прямым комбайнированием всхожесть понижается до 75-87% [16, 17].

Всхожесть семян зависела от ряда условий, а именно от степени зрелости и послепосевочного дозревания, сроков и способов уборки, влажности семян и продолжительности хранения. Опыты и наблюдения показали, что травмированные семена легко повреждаются микроорганизмами, которые при неблагоприятных условиях хранения активно размножаются. На семенах преобладали грибы *Fusarium sp. Link.*, *Mucor sp. Micheli*, *Alternaria alternata (Fr.) Keissl.* Процент зараженности фузариозом изменялся от 1,0 до 33,3%, альтернариозом — от 2,0 до 46,7%, мукором — от 1 до 20%, результаты приведены в таблице 3.

В семенах сортов конопли категории ОС процент пораженности выше, чем в семенах из питомников размножения, что явилось следствием большего травмирования при однофазной уборке, количество микротравм — 15-19%, тогда как после раздельной уборки травмированных семян было всего 5-7%. При раздельной уборке, несмотря на общую зараженность семян фитопатогенами от 6 до 19% (Надежда, ПР1) и 17,0-35,3% (Людмила, ПР1), показатель всхожести оставался высоким и соответствовал требованиям ГОСТ Р 52325-2005.

Можно предположить, что в семенах с пониженной влажностью (5,8-6,6%) вероятность развития питательной среды для грибов как снаружи, так и внутри семян отсутствует, поэтому всхожесть у таких семян не понижается и посевные качества у них выше. Чего не скажешь о семенах, хранившихся в производственных условиях в условиях повышенной относительной влажности, когда за счет увеличения интенсивности дыхания происходит изменение количественного и качественного состава микрофлоры, в результате всхожесть травмированных семян ниже.

Анализ данных таблицы 4 показывает, как в зависимости от репродукции меняется биологический и фактический урожай. Урожайность в питомнике размножения (ПР1) в среднем составила 0,57-1,13 т/га у сорта Надежда, 0,57-0,87 т/га у сорта Людмила, в производственных посевах (репродукция ОС) — 0,61-1,09 т/га. Из приведенных данных видно, что, используя для посева семена со всхожестью 80-85%, можно получить урожай, который практически равен урожаю, выращенному от посева семян более высокой всхожести.

Обобщая вышеизложенное, можно отметить следующее: двухфазная (раздельная) уборка позволяет получать семенной материал

Таблица 2. Посевные качества семян сортов конопли (2021-2023 гг.)

Table 2. Sowing qualities of cannabis seeds (2021-2023)

Год	Сорт/репродукция	Масса 1000 семян, г	Чистота, %	Энергия прорастания %	Лабораторная всхожесть, %	Влажность, %
2021	Надежда/ПР1	16,2	99,80	88	93	6,4
	Людмила/ПР1	16,3	99,78	89	96	6,6
	Надежда/ОС	17,8	99,65	77	79	11,6
2022	Надежда/ПР1	17,3	99,83	78	93	5,8
	Людмила/ПР1	16,0	99,69	74	94	6,2
	Надежда/ОС	18,0	99,39	85	87	11,8
2023	Надежда/ПР1	18,4	99,45	87	92	6,6
	Людмила/ПР1	16,9	99,55	86	92	6,4
	Надежда/ОС	18,8	99,05	89	90	11,8
	Людмила/ОС	16,8	99,00	82	88	12,6

Таблица 3. Засоренность семян конопли посевной фитопатогенными грибами (2021-2023 гг.)

Table 3. Contamination of cannabis seeds with phytopathogenic fungi (2021-2023)

Год	Сорт, репродукция	Зараженность фитопатогенами, %			Общая зараженность семян, %
		<i>Fusarium sp. Link.</i>	<i>Alternaria alternata (Fr.) Keissl.</i>	<i>Mucor sp. Micheli.</i>	
2021	Надежда, ОС	-	16,4	20,0	36,4
	Надежда, ПР1	-	7,0	2,7	9,7
	Людмила, ПР1	1,0	12,0	4,0	17,0
2022	Надежда, ОС	4,7	46,7	2,0	53,4
	Надежда, ПР1	2,0	17,0	-	19,0
	Людмила, ПР1	33,3	2,0	-	35,3
2023	Надежда, ОС	-	16,0	0,0	16,0
	Надежда, ПР1	-	6,0	0,0	6,0
	Людмила, ПР1	4,0	22,0	0,0	26,0
	Людмила, ОС	18,6	22,0	1,0	41,6

Таблица 4. Биологический и фактический урожай конопли в зависимости от репродукции посева (2021-2023 гг.)

Table 4. Biological and actual cannabis yield depending on the reproduction of the crop (2021-2023)

Год	Сорт, репродукция	Количество растений, шт./м ²	Высота растений, см	Биологическая урожайность семян, т/га	Фактическая урожайность семян, т/га
2021	Надежда, ОС	41	289	1,23	0,69
	Надежда, ПР1	48	314	1,25	0,74
	Людмила, ПР1	48	316	1,01	0,57
2022	Надежда, ОС	43	246	0,83	0,61
	Надежда, ПР1	47	254	1,00	0,78
	Людмила, ПР1	49	282	1,00	0,87
2023	Надежда, ОС	36	286	1,60	1,09
	Надежда, ПР1	47	266	1,50	1,13
	Людмила, ПР1	49	298	0,80	0,84
	Людмила, ОС	43	296	0,80	0,78



при полном соответствии требованиям ГОСТ Р 52325-2005. При однофазной уборке рабочие органы комбайнов, воздействуя на семена, травмируют их и отрицательно влияют на дальнейшее развитие растений, в связи с этим не всегда получается достичь уровня посевных качеств, регламентируемых ГОСТ по показателю всхожести, что приводит к потере большого количества производимого объема оригинальных семян конопля и ведет к отрицательному эффекту в производстве [18]. По этой причине процент сортовых семян высоких репродукций в структуре посевных площадей по результатам анализа небольшой и составляет 2,3% [19].

Заключение. Практикой и научными исследованиями установлено, что при соблюдении всех правил семеноводства сорта конопля сохраняют свои генетические свойства и качества. В процессе репродуцирования в производственных условиях происходит некоторое снижение посевных качеств вследствие механического воздействия и травмирования семян. ГОСТ Р 52325-2005 на посевные качества семян введен в 2005 г. взамен прекративших свое действие стандартов ГОСТ 2690-44, ГОСТ 10430-63, ГОСТ 10430-83. За весь период культивирования конопля посевной стандарт по культуре в целом не пересматривался, за исключением небольших технических изменений в отдельные его требования. Учитывая изменения в способах уборки конопля посевной на семенные цели, существующий стандарт требует корректировки и пересмотра действующей нормы по всхожести семян. Внесение изменений в ГОСТ Р 52325-2005 позволит нарастить объемы производства оригинальных семян конопля посевной в РФ, тем самым обеспечив возрастающие потребности отечественного коноплеводства в качественном семенном материале.

Список источников

1. Бакулова И.В., Кабунина И.В. Особенности технологии семеноводства конопля посевной среднерусского экотипа и оценка ее эффективности // *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2021. Т. 64. № 5 (383). С. 54-58.
2. Вировец В.Г., Баранник В.Г., Гилязетдинов Р.Н. и др. Конопля: монография / под ред. М.Д. Мигалы, В.М. Кабанца. Сумы: ИД «Эллада», 2011. 384 с.
3. Технология и сорт — залог высоких и стабильных урожаев. URL: <https://www.kurgansemena.ru/news/tehnologiya-i-sort-zalog-vysokikh-i-stabilnykh-urozhaev/> (дата обращения: 17.01.2024).
4. Жученко А.А. Системы земледелия Ставрополя. Ставрополь, 2011. С. 1022.
5. О высококачественных семенах и урожайности в 2024 году. URL: <https://www.nsss-russia.ru/2023/12/25/o-vysokokachestvennyh-semenah-i-urozhajnosti-v-2024-godu/> (дата обращения: 18.01.2024).
6. Мьякин В.Н., Урюпин С.Н. Травмирование семян при послеуборочной обработке и пути его снижения // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2006. Т. 3. № 11-1. С. 73-75.
7. Московский М.Н., Бутовченко А.В. Сравнительная оценка основных макро- и микрповреждений семян ячменя, при очистке на решетных модулях, изготовленных

из листового металла и из материала СВМПЭ // *Инженерный вестник Дона*. 2013. Т. 24. № 1 (24). С. 18-23.

8. Русских В. Уменьшая травмирование зерна, повышаем его урожайность // *Комбикорма*. 2010. № 7. С. 51-53.
9. Хатнянский В.И., Пивень В.Т., Волгин В.В., Пивень Л.Е. Влияние травмирования и инкрустирования семян подсолнечника на их посевные и урожайные свойства // *Масличные культуры*. 2006. Вып. 1 (134). С. 27-33.
10. Скворцова Ю.Г., Ионова Е.В. Влияние травмирования семян озимой пшеницы на их посевные качества // *Аграрный вестник Урала*. 2015. № 11 (141). С. 16-19.
11. Типы травм семян и их классификация. Методы определения травмирования. URL: https://studbooks.net/1245391/agropromyshlennost/typy_travm_semyan_klassifikatsiya_metody_opredeleniya_travmirovaniya (дата обращения: 16.01.2024).
12. ГОСТ 9158-76 Семена конопля. Промышленное сырье. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2010. С. 25-28.
13. Игольникова Л.В., Неймышева А.Н. Посевные и сортовые качества семян — гарант высоких урожаев // *Научно-агрономический журнал*. 2012. № 2. С. 47-49.
14. Гриценко В.В., Калошина З.М. Семеноведение полевых культур. Изд. 3-е, доп. и перераб. М.: Колос, 1984. 272 с.
15. Зеленина О.Н., Смирнов А.А. Динамика содержания каннабиноидов в растениях конопля // *Нива Поволжья*. 2010. № 4 (17). С. 16-20.
16. Бакулова И.В. Влияние способа уборки конопля посевной на урожайность и качество семян в условиях Среднего Поволжья // *Аграрный научный журнал*. 2023. № 8. С. 7-23.
17. Ростовцев Р.А., Ущуповский И.В., Голубев И.Г., Мишуров Н.П. Машинно-технологическое обеспечение возделывания и переработки прядильных культур. М., 2020. 156 с.
18. Кабунина И.В. Восстановление и модернизация подотрасли коноплеводства на примере Пензенской области // *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2021. Т. 64. № 3 (381). С. 26-30.
19. Калинин Я.В., Смус А.А., Сурганов Н.А. Обзор отечественных и зарубежных коноплеуборочных комбайнов. Техника и технология // *Орошаемое земледелие*. 2021. № 1 (32). С. 61-64.

References

1. Bakulova, I.V., Kabunina, I.V. (2021). Osobennosti tekhnologii semenovodstva konopli posevnoi srednerusskogo ekotipa i otsenka ee effektivnosti [Features of seed production technology of hemp of the Central Russian ecotype and assessment of its effectiveness]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], vol. 64, no. 5 (383), pp. 54-58.
2. Virovets', V.G., Barannik, V.G., Gilyazetdinov, R.N. i dr. (2011). *Konoplya: monografiya* [Hemp: monograph]. Summy, Publishing house "Ehllada", 384 p.
3. Tekhnologiya i sort — zalog vysokikh i stabilnykh urozhaev [Technology and variety are the key to high and stable yields]. Available at: <https://www.kurgansemena.ru/news/tehnologiya-i-sort-zalog-vysokikh-i-stabilnykh-urozhaev/> (accessed: 17.01.2024).
4. Zhuchenko, A.A. (2011). *Sistemy zemledeliya Stavropol'ya* [Systems of agriculture in Stavropol]. Stavropol, p. 1022.
5. O vysokokachestvennykh semenakh i urozhajnosti v 2024 godu [On high-quality seeds and yields in 2024]. Available at: <https://www.nsss-russia.ru/2023/12/25/o-vysokokachestvennyh-semenah-i-urozhajnosti-v-2024-godu/> (accessed: 18.01.2024).
6. Myakin, V.N., Uryupin, S.N. (2006). Travmirovaniye semyan pri posleuborochnoi obrabotke i puti ego snizheniya [Injury of seeds during post-harvest processing and ways to

reduce it]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Izvestia Orenburg State Agrarian University], vol. 3, no. 11-1, pp. 73-75.

7. Moskovskii, M.N., Butovchenko, A.V. (2013). Sravnitel'naya otsenka osnovnykh makro- i mikropovrezhdenii semyan yachmenya, pri oshchistke na reshetnykh modul'yakh, izgotovlennykh iz listovogo metalla i iz materiala SVMPEH [Comparative assessment of the main macro and micro damage of barley seeds during cleaning on sieve modules made of sheet metal and UHMWPE material]. *Inzhenernyi vestnik Dona* [Engineering journal of Don], vol. 24, no. 1 (24), pp. 18-23.
8. Russkikh, V. (2010). Umen'shaya travmirovaniye zerna, povyshaya ego urozhainost' [Reducing injury to grain, we increase its yield]. *Kombikorma* [Compound feeds], no. 7, pp. 51-53.
9. Khatnyanskii, V.I., Piven', V.T., Volgin, V.V., Piven', L.E. (2006). Vliyaniye travmirovaniya i inkrustrirovaniya semyan podsolnechnika na ikh posevnye i urozhainnye svoystva [The effect of injury and encrustation of sunflower seeds on their sowing and yield properties]. *Maslichnye kultury* [Oil crops], issue 1 (134), pp. 27-33.
10. Skvortsova, Yu.G., Ionova, E.V. (2015). Vliyaniye travmirovaniya semyan ozimoi pshenitsy na ikh posevnye kachestva [The effect of injury of winter wheat seeds on their sowing qualities]. *Agrarnyi vestnik Urala* [Agrarian bulletin of the Urals], no. 11 (141), pp. 16-19.
11. Tipy travm semyan i ikh klassifikatsiya. Metody opredeleniya travmirovaniya [Types of seed injuries and their classification. Methods for determining injury]. Available at: https://studbooks.net/1245391/agropromyshlennost/typy_travm_semyan_klassifikatsiya_metody_opredeleniya_travmirovaniya (accessed: 16.01.2024).
12. Standartinform (2010). *GOST 9158-76 Semena konopli. Promyshlennoe syr'e. Tekhnicheskie usloviya* [GOST 9158-76 Cannabis seeds. Industrial raw materials. Technical conditions]. Moscow, Standartinform Publ., pp. 25-28.
13. Igol'nikova, L.V., Neimyshcheva, A.N. (2012). Posevnye i sortovye kachestva semyan — гарант vysokikh urozhaev [Sowing and varietal qualities of seeds — a guarantor of high yields]. *Nauchno-agronomicheskii zhurnal* [Scientific-agronomic journal], no. 2, pp. 47-49.
14. Griksenko, V.V., Kaloshina, Z.M. (1984). *Semenovedeniye polevykh kultur* [Seed science of field crops]. Moscow, Kolos Publ., 272 p.
15. Zelenina, O.N., Smirnov, A.A. (2010). Dinamika sodержaniya kannabinoidov v rasteniyakh konopli [Dynamics of the content of cannabinoids in cannabis plants]. *Niva Povolzh'ya* [Volga Region Farmland], no. 4 (17), pp. 16-20.
16. Bakulova, I.V. (2023). Vliyaniye sposoba uborki konopli posevnoi na urozhainost' i kachestvo semyan v usloviyakh Srednego Povolzh'ya [The influence of the method of harvesting cannabis on the yield and quality of seeds in the conditions of the Middle Volga region]. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal* [Agrarian scientific journal], no. 8, pp. 7-23.
17. Rostovtsev, R.A., Ushchapovskii, I.V., Golubev, I.G., Mishurov, N.P. (2020). *Mashinno-tekhnologicheskoe obespecheniye vozdel'yvaniya i pererabotki pryadil'nykh kultur* [Machine and technological support for the cultivation and processing of spinning crops]. Moscow, 156 p.
18. Kabunina, I.V. (2021). Vosstanovleniye i modernizatsiya podotrasli konoplevodstva na primere Penzenskoi oblasti [Restoration and modernization of the hemp farming subsector on the example of the Penza region]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], vol. 64, no. 3 (381), pp. 26-30.
19. Kalinin, Ya.V., Smus, A.A., Surganov, N.A. (2021). Obzor otechestvennykh i zarubezhnykh konopleuborochnykh kombainov. Tekhnika i tekhnologiya [Review of domestic and foreign hemp harvesters. Technique and technology]. *Oroshaemoe zemledeliye* [Irrigated agriculture], no. 1 (32), pp. 61-64.

Информация об авторе:

Бакулова Ирина Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией агротехнологий, ведущий научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8504-1001>, i.bakulova.pnz@fnclcr.ru

Information about the author:

Irina V. Bakulova, candidate of agricultural sciences, head of the laboratory of agricultural technologies, leading researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8504-1001>, i.bakulova.pnz@fnclcr.ru





Научная статья

УДК 633.13:631.559:631.527.5

doi: 10.55186/25876740_2024_67_4_474

ИЗУЧЕНИЕ КОЛЛЕКЦИОННЫХ СОРТООБРАЗЦОВ ОВСА ПОСЕВНОГО (*AVENA SATIVA* L.) В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

Л.В. Петрова

Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени М.Г. Сафронова — обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», Якутск, Россия

Аннотация. В статье представлены результаты изучения коллекционных сортообразцов из коллекции Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР). Полевые исследования в коллекционных питомниках проводили в 2017–2021 гг. на мерзлотных таежно-палевых почвах Хангаласского улуса Центральной Якутии. Вегетационный период сортообразцов варьировали в среднем от 65 до 76 дней. У стандарта Покровский вегетационный период составил в среднем за 5 лет исследования 75 дней. Наиболее скороспелыми были три образца из Германии — к-15377 (9 дней), к-15375 (8 дней), к-15418 (7 дней), Ульяновской области к-15180 (6 дней), Словакии к-15191 (6 дней), Норвегии к-15357 (6 дней), Германии к-15421 (6 дней), Финляндии к-15471 (6 дней), у сорта Виленский (5 дней). По урожайности выделено 10 сортообразцов, превышающих стандартный сорт Покровский на 27–52%: к-15336 (Алтайский край), сорт Виленский (Якутия), к-15281, к-15278 (Московская область), к-15342 (Бурятия), к-15357 (Норвегия), к-15330 (Ульяновская область), к-15380 (Тюменская область), к-15426 (Германия), сорт Никола (Казахстан). Анализ показал, что наиболее значительно варьировала урожайность зерна ($V = 38–62\%$) и масса зерна с растения ($V = 33–50\%$), масса 1000 зерен ($V = 36–43\%$), число зёрен в метёлке ($V = 23–39\%$), а также продуктивная кустистость ($V = 21–38\%$). Незначительно варьирующим признаком была продолжительность вегетационного периода ($V = 3–6\%$). Корреляционный анализ показал, что во все годы исследований наибольшая сильная прямая связь урожайности наблюдалась с массой зерна с растения ($r = 0,63 \dots 0,87$). Выделен и подобран исходный материал овса для дальнейшего использования в гибридизации при создании новых скороспелых, продуктивных сортов, адаптированных к условиям региона.

Ключевые слова: овес, исходный материал, коллекционные образцы, урожайность зерна, селекция, масса 1000 зерен, корреляция

Благодарности: работа выполнена в рамках государственного задания № FWRS-2022-0006. Работа выполнена с использованием оборудования на Spectra Star 2200 ЦКП ФИЦ ЯНЦ СО РАН и грант № 3. ЦКП.21.0016.

Original article

STUDY OF COLLECTIBLE VARIETIES OF OATS (*AVENA SATIVA* L.) IN THE CONDITIONS OF CENTRAL YAKUTIA

L.V. Petrova

M.G. Safronov Yakut scientific research institute of agriculture — Division of Federal Research Centre «The Yakut Scientific Centre of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences», Yakutsk, Russia

Abstract. The article presents the results of the study of collection varieties from the collection of the All-Russian Institute of Plant Genetic Resources named after N.I. Vavilov. N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR). Field studies in collection nurseries were conducted in 2017–2021 on permafrost taiga-pale soils of Khangalassky ulus of Central Yakutia. The vegetation period of varieties varied from 65 to 76 days on average. The vegetation period of the Pokrovsky standard averaged 75 days over 5 years of research. Three samples from Germany — k-15377 (9 days), k-15375 (8 days), k-15418 (7 days), Ulyanovsk region k-15180 (6 days), Slovakia k-15191 (6 days), Norway k-15357 (6 days), Germany k-15421 (6 days), Finland k-15471 (6 days) were the most early maturing, the Vilensky variety (5 days). In terms of yield, 10 varieties exceeding the standard variety Pokrovsky by 27–52% were identified: k-15336 (Altai region), Vilensky variety (Yakutia), k-15281, k-15278 (Moscow region), k-15342 (Buryatia), k-15357 (Norway), k-15330 (Ulyanovsk region), k-15380 (Tyumen region), k-15426 (Germany), variety Nikola (Kazakhstan). The analysis showed that grain yield ($V = 38–62\%$) and grain weight per plant ($V = 33–50\%$), weight of 1000 grains ($V = 36–43\%$) varied most significantly, number of grains in the broom ($V = 23–39\%$), as well as productive bushiness ($V = 21–38\%$). The duration of vegetation period ($V = 3–6\%$) was a slightly varying trait. Correlation analysis showed that in all years of research the strongest strong direct relationship of yield was observed with grain weight per plant ($r = 0.63 \dots 0.87$). The initial material of oats was selected and selected for further use in hybridization in the creation of new high-yielding, productive varieties adapted to the conditions of the region.

Keywords: source material, collection, sample, oats, grain yield, selection, weight of 1000 grains, correlation

Acknowledgments: the work was carried out within the framework of the state task no. FWRS-2022-0006. The work was performed using equipment at the Spectra Star 2200 CCI of the YANC SB RAS and grant No. 3. CCI.21.0016.

Введение. Овес является шестой культурой по распространению в мире, его используют как для производства продуктов питания, так и для скармливания животных [1].

В Республике Саха (Якутия) овес является основной кормовой культурой для крупного рогатого скота и лошадей. В структуре посевных площадей зерновых культур он занимает 65% или около 7,5 тысяч гектар [2]. В среднем по республике урожайность его остается низкой — 10–11 ц/га, поэтому увеличение валовых сборов зерна овса в регионе очень актуально.

Возделывание более урожайных сортов — один из эффективных приёмов в решении этой задачи. В создании высокоурожайных сортов, адаптированных к конкретным природно-климатическим зонам, важное значение имеет изучение исходного материала различного селекционного и географического происхождения.

Известная селекционер А.Н. Скалзубовой, основателя селекционной работы в Якутии, показали, что привозной материал не всегда своевременно вызревает за короткое якутское лето, но в благоприятные годы по качеству зерна

и урожайности превышает местные скороспелые формы. Она указала на необходимость селекционной работы с местным материалом. Так, большинство местных сортов овса характеризовались скороспелостью, но полегали и формировали мелкое зерно. Следовательно, селекция и должна использовать в первую очередь местные популяции, учитывая их скороспелость и качество зерна, путем скрещивания с привозными европейскими формами [3].

Чтобы получить наиболее благоприятное сочетание признаков и свойств в одном сорте,



очень важен изучение новых образцов коллекции ВИР и других научных учреждений [4, 5]. Выявлять ценные образцы для создания сортов, формирующих урожай даже при неблагоприятных условиях среды [6-8].

В настоящее время в Якутии районированы три сорта овса посевного селекции Якутского НИИСХ, созданные с использованием внутривидовой гибридизации и последующим индивидуальным отбором: сорт Покровский (с 1982 года), Покровский 9 (с 1993 года) и созданный нами сорт Виленский (с 2016 года) [9].

Для успешного преодоления объективно возникающих барьеров необходимо планомерное ведение селекционной работы для изыскания новых генотипов с большим выражением хозяйственно ценных признаков в большой степени зависит от правильного подбора исходного материала. Процесс селекции в значительной степени зависит от многообразия исходного материала. Поэтому интродукция видового, сортового разнообразия различного географического происхождения представляет особый практический интерес [10].

Климат Центральной Якутии характеризуется значительными сезонными и суточными колебаниями температур воздуха, засушливостью в первой половине июня и недостаточной теплообеспеченностью вегетационного периода, коротким безморозным периодом, наличием низкотемпературных многолетнемерзлых пород и холодных почв с низким плодородием [11].

Условия получения высококачественного зерна зависят от факторов внешней среды (температуры воздуха и осадков) [12]. Оценка условий тепло-и влагообеспеченности вегетации растений за многолетний период позволяет выявить особенности климатических изменений, эффективнее планировать и проводить селекционную работу по созданию новых сортов, адаптированных к определенным природно-климатическим условиям.

В последние десятилетия наблюдаются особенно резкие различия метеорологических условий вегетации по годам. В связи с этим актуально изучение и создание нового исходного материала, сочетающего высокую урожайность и устойчивость к неблагоприятным факторам среды [13].

Одним из важнейших признаков, определяющих степень адаптивности культуры к конкретным условиям выращивания является, скороспелость. Н.И. Вавилов, рассматривая вегетационный период как основной момент в селекции растений, указывал, что с ним связано множество свойств, определяющих уход от заморозков, засухи, болезней, вредителей и улучшения качества зерна [14]. Продолжительность вегетационного периода — признак, непосредственно связанный с урожайностью и качеством зерна [15].

Успешность возделывания зерновых культур в Якутии определяется их способностью вызревать в течение короткого северного лета до 15–20 августа. Сорта, созревающие до этого срока, всегда обеспечивают получение урожая хорошего качества. Сорта, созревающие позднее, нередко подвергаются отрицательному воздействию раннеосенних заморозков, в результате чего качество урожая резко снижается за счет наличия в нем морозобойных зерен.

Цель исследований — изучить в коллекционные сортообразцы овса посевного питомнике

и выделить наиболее скороспелые и урожайные формы, обладающие комплексом хозяйственно ценных признаков в условиях Центральной Якутии.

Материал и методы исследований. Исследования проведены в 2017–2021 гг. на опытном поле Покровского подразделения Якутского НИИ сельского хозяйства, в условиях Хангаласского улуса Республики Саха (Якутия), расположенного в зоне средней тайги. Ежегодно изучалось от 73 до 114 отечественных и зарубежных сортообразцов овса посевного из коллекции Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР). Наиболее полно изучены признаки: урожайность зерна, масса зерна с растения, масса зерна с метелки, масса 1000 зерен, продуктивная кустистость. Учеты и анализы выполняли в соответствии с методическими рекомендациями. Агрхимические свойства почвы определяли с использованием общепринятых методик в лаборатории биохимии и массового анализа Якутского НИИСХ на инфракрасном анализаторе «Инфранид 61». Почва опытных участков мерзлотная таежно-палевая осолодевшая по механическому составу среднесуглинистая с содержанием гумуса в верхнем пятисантиметровом слое 3–6%, с глубиной величина этого показателя уменьшается до 1–1,5%.

Анализ природно-климатических условий Центральной Якутии показывает, что земледелие в данной зоне развивается в более своеобразных и экстремальных условиях, чем в других регионах не только России, но и земного шара. Климат Центральной Якутии является резко континентальным, который проявляется во всем его температурном режиме: низкие температуры со слабыми ветрами зимой резко контрастируют с высокими температурами воздуха летом с малой облачностью. В самый теплый месяц (июль) абсолютный максимум температуры воздуха достигает 36...39°C.

За годы исследования (2017–2021 гг.) по данным метеостанции Хангаласского улуса г. По-

кровск Республики Саха (Якутия) вегетационный период за все годы исследования характеризовался как недостаточного увлажнения. Полевые опыты проведены в соответствии с методикой⁷ и методическими указаниями по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса [16]. Степень увлажнения и засушливости вегетационного периода оценивали по гидротермическому коэффициенту Селянинова с учетом более детальной классификации уровней влагообеспеченности, предложенной Зойдце и Хомяковой [17]. В качестве стандарта использовали сорт Покровский. Силу коррелятивной связи оценивали по Б.А. Доспехову: $r < 0,3$ — слабая, $r = 0,3-0,7$ — средняя, $r > 0,7$ — сильная.

Статистическую обработку полученных данных проводили по методике Б.А. Доспехову с использованием пакета программ «Snedecor» О.Д. Сорокина, Microsoft Office Excel 2010 [18].

Агрометеорологические условия вегетационного периода в годы исследований значительно различались: недостаточная — в 2018 год; слабая засуха — в 2017 и 2019 годах; средняя засуха — в 2020 и 2021 годах (табл. 1).

Результаты исследований и их обсуждение. В наших исследованиях среди изучаемых коллекционных образцов, в основном, преобладали среднеспелые формы. Разнообразие по продолжительности вегетационного периода у сортообразцов за годы исследований варьировала в среднем от 60 до 75–85 дней и более для тех образцов, как не вызревающие в условиях Центральной Якутии. Наиболее скороспелыми были три образца из Германии — к-15377 (9 дней), к-15375 (8 дней), к-15418 (7 дней), Ульяновской области к-15180 (6 дней), Словакии к-15191 (6 дней), Норвегии к-15357 (6 дней), Германии к-15421 (6 дней), Финляндии к-15471 (6 дней). У стандартного сорта Покровский вегетационный период в среднем 75 дней. Выделенные образцы будут использованы как источники скороспелости в селекционном процессе при создании сортов, надежно вызревающих в условиях Якутии (табл. 2).

Таблица 1. Значения ГТК вегетационного периода в годы исследований
Table 1. Values of the SCC of the growing season in the years of research

Год	Июнь	Июль	Август	Июнь-август
2017	0,37	1,11	0,71	0,74
2018	0,52	0,53	1,49	0,83
2019	0,53	0,51	1,00	0,66
2020	0,71	0,58	0,12	0,51
2021	0,20	0,52	0,54	0,43

Таблица 2. Сортообразцы овса, выделенные по скороспелости в коллекционных питомниках, 2017–2021 гг.
Table 2. Oat varieties selected for early ripening in collection nurseries, 2017–2021.

№ каталога ВИР	Сортообразец	Происхождение	Продолжительность вегетационного периода, дни		
			среднее	+ - к st	min-max
Стандарт (st)	Покровский	Якутия	75	0	71-76
15180	Пируэт	Ульяновская обл.	69	-6	60-73
15191	Vendelin	Словакия	69	-6	66-74
15357	GN 08207	Норвегия	69	-6	65-71
15375	Canyon	Германия	67	-8	65-71
15377	Scorpion	Германия	66	-9	68-71
15418	Nusky	Германия	68	-7	65-73
15421	Malin	Германия	69	-6	65-73
15471	Steinar	Финляндия	69	-6	65-72
	Виленский	Якутия	70	-5	67-73



Таблица 3. Характеристика сортообразцов овса посевного *A. sativa* L. выделенных по урожайности зерна, 2017-2021 гг.
Table 3. Characteristics of cultivars of *A. sativa* L. seed oats distinguished by grain yield in the conditions, 2017-2021

№ каталога ВИР	Происхождения	Урожай семян, г/м ²		Масса зерна с растения, г		Масса 1000 зерен, г		Продуктивная кустистость	
		х	% к st	х	% к st	х	% к st	х	% к st
Покровский (st)	Якутия	157	100	3,4	100	33,0	100	3,2	100
15336	Алтайский край	238	152	4,9	144	41,3	121	4,3	134
Виленский	Якутия	237	151	4,2	150	34,6	105	4,7	147
15281	Московская обл.	233	148	4,8	141	30,5	90	4,2	131
15342	Бурятия	222	141	3,4	100	37,8	111	5,1	159
15357	Норвегия	220	140	3,9	115	30,5	90	4,1	128
15330	Ульяновская обл.	211	134	3,8	112	38,0	112	5,5	172
15380	Тюменская обл.	203	129	3,9	115	38,3	113	3,8	119
15426	Германия	203	129	3,8	112	46,4	136	4,5	141
15278	Московская обл.	201	128	3,7	109	43,8	133	3,6	112
Никола	Казахстан	199	127	3,6	106	35,1	106	4,2	131

Таблица 4. Изменчивость урожайности и хозяйственно ценных признаков сортообразцов *A. sativa* L. в условиях Центральной Якутии, %
Table 4. Yield variability and economically valuable traits of *A. sativa* L. varieties under the conditions of Central Yakutia, %

Признак	За 2017–2021 гг.	
	Min — Max коэффициента вариации	Размах вариации
Урожайность зерна	38 — 62	24
Вегетационный период	3 — 6	3
Высота растений	11 — 18	7
Длина метелки	12 — 22	10
Число колосков в метелке	21 — 32	11
Число зёрен в метелке	23 — 39	16
Масса зерна с растения	33 — 50	17
Масса 1000 зёрен	36 — 43	17
Продуктивная кустистость	21 — 38	17
Среднее		14

Таблица 5. Коэффициенты корреляции между урожайностью зерна и элементами ее структуры сортообразцов коллекционных питомников *A. sativa* L.
Table 5. Correlation coefficients between grain yield and elements of its structure of variety samples from collection nurseries of *A. sativa* L.

Год	Длина метелки	Число колосков в метелке	Число зёрен в метелке	Масса зерна с растения	Масса 1000 зёрен	Продуктивная кустистость
2017	0,34	0,58*	0,64*	0,83*	0,47*	0,14
2018	0,23	0,08	0,08	0,65*	-0,07	0,30*
2019	0,44*	0,56*	0,51*	0,71*	0,43*	0,09
2020	0,55*	0,59*	0,58*	0,87*	0,74*	0,06
2021	0,22	0,57*	0,69*	0,63*	0,48*	0,28
Среднее	0,35	0,48	0,50	0,74	0,41	0,17

* — достоверно на 5%-м уровне значимости

Урожайность зерна — комплексный показатель, в формировании которого участвуют несколько признаков. Урожайность и элементы ее структуры являются результатом генетического взаимодействия многих факторов и агроэкологических условий. Пластичный сорт имеет все предпосылки для того, чтобы стать основой производства в растениеводстве при глобальных изменениях климата [19]. В каждой группе спелости выделены источники урожайности [20].

По урожайности в среднем за 5 лет исследований превышали стандарт более чем на 27-52% сортообразцы к-15336 (Алтайский край), сорт Виленский (Якутия), к-15281, к-15278 (Московская область), к-15342 (Бурятия), к-15357 (Норвегия), к-15330 (Ульяновская область), к-15380 (Тюменская область), к-15426 (Германия), сорт Никола (Казахстан) (табл. 3).

Для проведения отборов генотипов овса с заданным комплексом хозяйственно ценных признаков в условиях Центральной Якутии необходимо знать уровень их изменчивости под влиянием погодных условий. Анализ показал (таблица 4), что наиболее значительно варьировала урожайность зерна ($V = 38-62\%$) и масса зерна с растения ($V = 33-50\%$), масса 1000 зерен ($V = 15-32\%$), число зёрен в метелке ($V = 23-39\%$), а также продуктивная кустистость ($V = 21-38\%$). Незначительно варьирующим признаком была продолжительность вегетационного периода ($V = 3-6\%$). Средняя вариация ($V = 11-22\%$) наблюдалась у высоты растений и длины метелки. В засушливых условиях 2017–2021 годов вариабельность урожайности и хозяйственно ценных признаков была в среднем на 3% больше (табл. 4).

Определение корреляции между хозяйственно-ценными признаками выявляет взаимосвязь урожайности с элементами структуры, позволяет определить объективные критерии отбора перспективных сортообразцов. Корреляционный анализ показал, что во все годы исследований наибольшая сильная прямая связь урожайности наблюдалась с массой зерна с растения ($r = 0,63 \dots 0,87$). Поэтому этот признак является более надёжным критерием отбора высокоурожайных сортообразцов овса посевного в условиях Центральной Якутии.

Связь урожайности с другими элементами структуры (длина метелки, число колосков и зёрен в колосе, масса 1000 зёрен) в годы исследований изменялась от средней ($r = 0,35 \dots 0,50$) до слабой ($r = 0,08 \dots 0,23$). Немногочисленные отрицательные связи были несущественны. Наименьшая связь урожайности наблюдается с продуктивной кустистостью растений: среднее значение $r = 0,17$ (табл. 5).

Выводы. По итогам испытания коллекции овса для использования в селекционной программе были выбраны перспективные сортообразцы.

По скороспелости выделены 8 сортообразцов: к-15377, к-15375, к-15418, к-15421 (Германия), 15471 (Финляндия), к-15191 (Словакия), к-15357 (Норвегия), к-15180 (Ульяновская область), сорт Виленский (Якутия).

В сравнении со стандартным сортом Покровский, высокая урожайность отмечена у сортообразцов: к-15336 (Алтайский край), сорт Виленский (Якутия), к-15281, к-15278 (Московская область), к-15342 (Бурятия), к-15357 (Норвегия), к-15330 (Ульяновская область), к-15380 (Тюменская область), к-15426 (Германия), сорт Никола (Казахстан).

Список источников

1. Кормишкина Л.А., Семенова Н.Н., Кормишкин Е.Д. Решение проблемы продовольственной безопасности и аграрное развитие в XXI веке по-европейски // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2017. № 1 (56). С.74-78.
2. Сельское хозяйство в Республике Саха (Якутия), статистический сборник. Якутск: Саха (Якутия). 2021. 167 с.
3. Скалозубова А.Н. Хлебные злаки Якутского округа // Материалы комиссии по изучению якутского округа по данным агрономического отряда Якутской экспедиции АН СССР в 1926 г. М., 1930. Вып. 39. С. 239-283.
4. Торбина И.В., Хакимова А.Г. Исходный материал для селекции озимой пшеницы // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2018. № 6. С. 34-37. DOI: 10.30850/vrsn/2018/6/34-37.



5. Турина Е.Л., Прахова Т.Я., Турин Е.Н., Зубоченко А.А., Прахов В.А. Оценка сортообразцов ржики озимого (*Camelina sylvestris* Waller ssp. *pilosa* Zing.) по экологической адаптивности // Сельскохозяйственная биология. 2020. Т. 55. № 3. С. 564-572. DOI: 10.15389/agrobiology.2020.3.564.

6. Поляков М.В., Белкина Р.И., Летыго Ю.А. Варьирование признаков качества зерна у сортов яровой мягкой пшеницы в условиях Северного Зуралья // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2020. № 4 (61). С. 20-26. DOI: 10.34655/bgsha.2020.61.4.003.

7. Амелин А.В., Чекалин Е.И., Заикин В.В., Мазалов В.И., Городов В.Т., Икусов Р.А. Биохимические показатели качества зерна у современных сортов яровой пшеницы // Вестник аграрной науки. 2019. № 2 (77). С. 3-11. DOI: 10.15217/issn2587-666X.2019.2.3.

8. Малокостова Е.И. Основные направления селекции яровой пшеницы на засухоустойчивость // Земледелие. 2018. № 3. С. 37-39. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-1030.

9. Петрова Л.В. Селекция овса в условиях Якутии. Новосибирск: Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова, 2018. 132 с.

10. Лубнин А.Н. Селекция мягкой яровой пшеницы в Сибири. Новосибирск: ПАХН. 2006. 372 с.

11. Гаврилова М.К. Климат Центральной Якутии. Якутск: Якутское книжное издательство, 1973. 118 с.

12. Czibolya L., Makra L., Pinke Z., Horváth J., Csépe Z. Dependence of the crop yields of maize, wheat, barley and rye on temperature and precipitation in Hungary // Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences. 2020. N 15 (3). P. 359-368. DOI: 10.26471/cjees/2020/015/136.

13. Давыдова Н.В., Казаченко А.О., Широколава А.В., Резепкин А.М., Нардид В.А., Романова Е.С., Шарошкина Е.Е. Исходный материал для селекции яровой мягкой пшеницы на урожайность и устойчивость к стрессовым факторам внешней среды в условиях Центрального Нечерноземья // Аграрная Россия. 2021. № 9. С. 9-13. DOI: 10.30906/1999-5636-2021-9-9-13

14. Вавилов Н.И. Учение об иммунитете растений к инфекционным заболеваниям. Теоретические основы селекции растений. М: Наука, 1986. С. 337-377.

15. Сотник А.Я. Оценка сортов овса по урожайности и вегетационному периоду в условиях Приобской лесостепи // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2018. № 1 (48). С. 51-56. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-1-7

16. Лоскутов И.Г., Ковалева О.Н., Блинова Е.В. Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса. Санкт-Петербург: ВМР. 2012. 29 с.

17. Зойдзе Е.К., Хомякова Т.В. Моделирование формирования влагообеспеченности территории Европейской России в современных условиях и основы оценки агроклиматической безопасности // Метеорология и гидрология. 2006. № 2. С. 98-105.

18. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М: Альянс, 2014. 351 с.

19. Юсова О.А., Николаев П.Н., Анисьев Н.И., Сафонова И.В. Экологическая реакция сортов ярового ячменя на абиотические и биотические факторы южной лесостепи Омского региона // Таврический вестник аграрной науки. 2021. № 1 (25). С. 224-235. DOI: 10.33952/2542-0720-2021-1-25-224-235.

20. Сотник А.Я., Лоскутов И.Г. Селекционно-ценные образцы овса с оптимальным сочетанием элементов урожайности для Приобской лесостепи // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2021. Т. 51. № 4. С. 5-13. DOI: 10.26898/0370-8799-2021-4-1

References

1. Kormishkina, L.A., Semenova, N.N., Kormishkin E.D. (2017). *Reshenie problemy prodovol'stvennoi bezopasnosti i agrarnoe razvitiye v XXI veke po-evropejski* [Solving the problem of food security and agricultural development in the 21st century in a European way]. *Agrarnaya nauka Euro-Severo-Vostoka* [Agricultural science Euro-North-East], no. 1 (56), pp. 74-78.

2. *Sel'skoe khozyaistvo v Respublike Sakha (Yakutiya)* (2021). [Agriculture in the Republic of Sakha (Yakutia)], Yakutsk, Sakha (Yakutiya), 167 p.

3. Skalozubova A.N. (1930). *Khlebnyye zlaki Yakutskogo okruga* [Cereals of the Yakutsk region]. *Materialy komissii po izucheniyu yakutskogo okruga po dannym agronomicheskogo otryada Yakutskoi ehkspeditsii AN SSSR v 1926 g.* [Materials of the commission for the study of the Yakut district according to the agronomic detachment of the Yakut expedition of the USSR Academy of Sciences in 1926], Moscow, vol. 39, pp. 239-283.

4. Torbina I.V., Khakimova A.G. (2018). *Iskhodnyi material dlya seleksii ozimoi pshenitsy* [Source material for breeding winter wheat]. *Vestnik rossiiskoi sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Bulletin of Russian Agricultural Science], no 6, pp. 34-37. DOI: 10.30850/vrsn/2018/6/34-37.

5. Turina E.L., Prakhova T.Y., Turin E.N., Zubochenko A.A., Prakhov V.A. (2020). Otsenka sortoobraztsov ryzhiki ozimogo (*Camelina sylvestris* Waller ssp. *pilosa* Zing.) po ehkologicheskoi adaptivnosti [Assessment of varieties of winter camelina (*Camelina sylvestris* Waller ssp. *pilosa* Zing.) for environmental adaptability]. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya* [Agricultural biology], vol. 55, no. 3, pp. 564-572. DOI: 10.15389/agrobiology.2020.3.564.

6. Polyakov, M.V., Belkina, R.I., Letyago, Y.U.A. (2020). *Var'irovanie priznakov kachestva zerna u sortov yarovoi myagkoi pshenitsy v usloviyakh Severnogo Zaural'ya* [Variation of grain quality traits in varieties of spring soft wheat in the conditions of the Northern Trans-Urals]. *Vestnik Buryatskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii im. V.R. Filippova* [Bulletin of the Buryat State Agricultural Academy named after V.R. Filippova], no. 4 (61), pp. 20-26. DOI: 10.34655/bgsha.2020.61.4.003.

7. Amelin A.V., Chekalin E.I., Zaikin V.V., Mazalov V.I., Gorodov V.T., Ikušov R.A. (2019). *Biokhimicheskie pokazateli kachestva zerna u sovremennykh sortov yarovoi pshenitsy* [Biochemical indicators of grain quality in modern varieties of spring wheat]. *Vestnik agrarnoi nauki* [Bulletin of Agrarian Science], no. 2 (77), pp. 3-11. DOI: 10.15217/issn2587-666X.2019.2.3.

8. Malokostova E.I. (2018). *Osnovnyye napravleniya seleksii yarovoi pshenitsy na zasukhoustoichivost'* [Main directions of spring wheat breeding for drought resistance]. *Zemledelie* [Agriculture], no. № 3, pp. 37-39. DOI: 10.24411/0044-3913-2018-1030.

9. Petrova L.V. (2018). *Seleksiya ovsa v usloviyakh Yakutii: monografiya* [Selection of oats in the conditions of Yakutia: monograph], Novosibirsk, Yakut Scientific Research Institute of Agriculture named after M.G. Safronova, 132 p.

10. Lubnin A.N. (2006). *Seleksiya myagkoi yarovoi pshenitsy v Sibiri: monografiya* [Breeding soft spring wheat in

Siberia: monograph], Novosibirsk, Russian Academy of Agricultural Sciences, 372 p.

11. GavriloVA M.K. (1973). *Klimat Tsentral'noi Yakutii* [Climate of Central Yakutia], Yakutsk, Yakut Book Publishing House, 118 p.

12. Czibolya L., Makra L., Pinke Z., Horváth J., Csépe Z. (2020). Dependence of the crop yields of maize, wheat, barley and rye on temperature and precipitation in Hungary. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, no. 15 (3), pp. 359-368. DOI: 10.26471/cjees/2020/015/136.

13. Davydova N.V., Kazachenko A.O., Shirokolava A.V., Rezepkin A.M., Nardid V.A., Romanova E.S., Sharoshkina E.E. (2021). *Iskhodnyi material dlya seleksii yarovoi myagkoi pshenitsy na urozhainost' i ustoychivost' k stressovym faktoram vneshnei sredy v usloviyakh Tsentral'nogo Nechozem'ya* [Source material for breeding spring soft wheat for yield and resistance to environmental stress factors in the conditions of the Central Non-Black Earth Region]. *Agrarnaya Rossiya* [Agrarian Russia], no 9, pp. 9-13. DOI: 10.30906/1999-5636-2021-9-9-13.

14. Vavilov N.I. (1935). *Uchenie ob immunitete rastenii k infektsionnym zabolevaniyam. Teoreticheskie osnovy seleksii rastenii* [The doctrine of plant immunity to infectious diseases. Theoretical foundations of plant breeding], Moscow, vol. 2, pp. 337-377.

15. Сотник А.Я. (2018). *Otsenka sortov ovsa po urozhainosti i vegetatsionnomu periodu v usloviyakh Priobskoi lesostepi* [Estimation of oat varieties by yield and growing season in the conditions of the Priube forest steppe]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Bulletin of Agricultural Science], no. 1 (48), pp. 51-56. DOI: 10.26898/0370-8799-2018-1-7.

16. Loskutov I.G., Kovaleva O.N., Blinova E.V. (2012). *Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu i sokhraneniyyu mirovoi kolleksii yachmenya i ovsa* [Guidelines for the study and preservation of the world collection of barley and oats], Saint Petersburg, VVR, 29 p.

17. Zoidze E.K., Khomyakova T.V. (2006). *Modelirovanie formirovaniya vlagobespechennosti territorii Evropeiskoi Rossii v sovremennykh usloviyakh i osnovy otsenki agroklimaticheskoi bezopasnosti* [Modeling of the formation of moisture availability in the territory of European Russia in modern conditions and the basis for assessing agroclimatic security]. *Meteorologiya i gidrologiya* [Meteorology and Hydrology], no. 2, pp. 98-105.

18. Dospikhov B.A. (2014). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Methodology of field experiment (with basics of statistical processing of research results)], Moscow, *Al'yans*, 351 p.

19. Yusova O.A., Nikolaev P.N., Anis'kov N.I., Safonova I.V. (2021). *Ehkologicheskaya reaktsiya sortov yarovogo yachmenya na abioticheskie i bioticheskie faktory yuzhnoi lesostepi Omskogo regiona* [Ecological response of spring barley varieties to abiotic and biotic factors of the southern forest-steppe of the Omsk region]. *Tavricheskii vestnik agrarnoi nauki*, no. 1 (25). pp. 224-235. DOI: 10.33952/2542-0720-2021-1-25-224-235.

20. Сотник А.Я., Лоскутов И.Г. (2021). *Seleksionno-tsennyye obraztzy ovsa s optimal'nym sochetaniem ehlementov urozhainosti dlya Priobskoi lesostepi* [Breeding and valuable samples of oats with an optimal combination of yield elements for Priobskaya lesostepi]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Bulletin of Agricultural Science], vol. 51, no. 4. pp. 5-13. DOI: 10.26898/0370-8799-2021-4-1.

Информация об авторе:

Петрова Лидия Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник группы селекции и семеноводства зерновых культур, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0762-716X>, pelidia@yandex.ru

Information about the author:

Lidiya V. Petrova, candidate of agricultural sciences, senior researcher of the group of grain breeding and seed production, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0762-716X>, pelidia@yandex.ru





Научная статья

УДК 633.162«321»:631.8

doi: 10.55186/25876740_2024_67_4_478

ВЛИЯНИЕ НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК ГУМИНОВЫМИ УДОБРЕНИЯМИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

В.В. Алмосов¹, В.И. Лазарев²¹Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, Курск, Россия²Курский федеральный аграрный научный центр, Курск, Россия

Аннотация. Исследования по определению эффективности использования гуминовых удобрений при возделывании яровой пшеницы выполнялись в 2021-2023 гг. в опытах кафедры технологий высокопродуктивного рационального землепользования на базе ФГБНУ «Курский ФАНЦ» Курского ГАУ. Изучалась эффективность гуминовых удобрений отечественного (ЭКО-СП) и зарубежного производства (Фульвигрейн Классик, Гумифул Про) при обработке семян и двукратной обработке посевов яровой пшеницы в фазе кущения и фазе выход в трубку. Почва опытного участка — чернозем типичный мощный, тяжелосуглинистого гранулометрического состава. Сорт яровой пшеницы Дарья. Установлено, что обработка семян яровой пшеницы удобрениями на основе гуминовых кислот повышала энергию их прорастания на 2-4%, лабораторную всхожесть — на 4-5% в сравнении с вариантом, где семена не обрабатывались. При обработке семян и двукратной обработке посевов в фазе «кущение» и фазе «выход в трубку» гуминовые удобрения повышали урожайность яровой пшеницы на 0,47-0,55 т/га или на 12,6-14,8%, при этом содержание клейковины в зерне повышалось на 0,6-1,3%, содержание белка — на 0,5-0,9%, крахмала — на 1,4-1,8%. Использование гуминовых удобрений при возделывании яровой пшеницы было экономически выгодно. Наиболее высокий чистый доход получен от обработки семян и двукратной обработки посевов отечественным гуминовым удобрением ЭКО-СП — 19315 руб./га, при уровне рентабельности равном 83,3%. Величина условно чистого дохода от применения гуминовых удобрений Фульвигрейн Классик и Гумифул Про была ниже и составила 18913-18702 руб./га, а уровень рентабельности, соответственно, 79,5-80,6%.

Ключевые слова: яровая пшеница (*Triticum aestivum* L.), гуматы, Фульвигрейн Классик, Гумифул Про, ЭКО-СП, энергия прорастания, полевая всхожесть, септориоз, урожайность, структура урожая, экономическая эффективность

Original article

INFLUENCE OF FOLAR FEEDING WITH HUMIC FERTILIZERS ON THE PRODUCTIVITY AND QUALITY OF SPRING WHEAT GRAIN

V.V. Almosov¹, V.I. Lazarev²¹Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov, Kursk, Russia²Federal Agricultural Kursk Research Center, Kursk, Russia

Abstract. Research to determine the effectiveness of the use of humic fertilizers in the cultivation of spring wheat was carried out in 2021-2023. In the experiments of the Department of technologies of highly productive rational land use on the basis of the Federal State Budgetary Institution “Kursk FANTZ” of the Kursk State Agrarian University. The effectiveness of humic fertilizers of domestic (ECO-SP) and foreign production (Fulvigrain Classic, Humiful Pro) in seed treatment and double treatment of spring wheat crops in the tillering phase and the exit phase into the tube was studied. The soil of the experimental site is a typical powerful chernozem of heavy loamy granulometric composition. A variety of spring wheat Daria. It was found that the treatment of spring wheat seeds with fertilizers based on humic acids increased their germination energy by 2-4%, laboratory germination by 4-5% in comparison with the option where the seeds were not processed. When processing seeds and double-processing crops in the “tillering” phase and the “exit into the tube” phase, humic fertilizers increased the yield of spring wheat by 0.47-0.55 t/ha or by 12.6-14.8%, while the gluten content in the grain increased by 0.6-1.3%, the protein content by 0.5-0.9%, starch — by 1.4-1.8%. The use of humic fertilizers in the cultivation of spring wheat was economically beneficial. The highest net income was obtained from seed treatment and double treatment of crops with domestic humic fertilizer ECO-SP — 19315 rubles/ha, with a profitability level of 83.3%. The value of the conditional net income from the use of humic fertilizers Fulvigrain Classic and Humiful Pro was lower and amounted to 18913-18702 rubles /ha, and the level of profitability, respectively 79.5-80.6%.

Keywords: spring wheat (*Triticum aestivum* L.), humates, Fulvigrain Class, Humiful Pro, ECO-SP, germination energy, field germination, septoria, yield, crop structure, economic efficiency

Введение. Удорожание минеральных удобрений и агрохимикатов (особенно зарубежного производства) вынуждает товаропроизводителей разрабатывать технологии возделывания сельскохозяйственных культур, основанные на импортозамещении, то есть замене их на отечественные препараты, био- и микроэлементные удобрения, использование которых на посевах сельскохозяйственных культур становится экологически безопасно и экономически выгодно [1, 2]. Это открывает пути к разработкам и внедрению в производство агротехнологий нового поколения, в которых в качестве биоудобрений и стимуляторов роста растений широко применяются гуматы — удобрения на основе гуминовых кислот [3, 4].

Гуматы — это группа естественных высокомолекулярных веществ, которые, благодаря особенностям строения и физико-химическим свойствам, характеризуются высокой физиологической активностью [5, 6]. Гуматы повышают защитный механизм растений против действия неблагоприятных физических (жара, холод), химических (засоление, тяжелые металлы, радионуклиды) и биологических (грибные, бактериальные и вирусные болезни) факторов, способствуют формированию высокого урожая сельскохозяйственных культур [7]. Гуминовые удобрения стимулируют рост и развитие растений, увеличивают урожайность и качество получаемой продукции, способствуют повышению устойчивости растений к различным

фитопатогенам, эффективности и окупаемости минеральных удобрений [8-10].

Эффективность, свойства и качество гуминовых удобрений определяются, в первую очередь, сырьевым источником, из которого это удобрение производится, а также технологическими особенностями их производства. [11, 12]. В нашей стране гуминовые удобрения производятся преимущественно из торфа и сапропеля (C:N=35:2), за рубежом гуминовые удобрения в основном получают из бурого угля и сланцев (лигнитов, леонардитов, гумалитов) [13].

В настоящее время в Российской Федерации, согласно каталогу пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению, зарегистрировано более 80 видов гуминовых удобрений оте-



чественного и зарубежного производства [14]. Однако данных по сравнительной оценке эффективности использования различных видов гуминовых удобрений в конкретных почвенно-климатических условиях явно недостаточно. В связи с этим определение эффективности использования различных видов гуминовых удобрений при возделывании яровой пшеницы, их влияния на урожайность и качество зерна в условиях Курской области является актуальной задачей.

Объекты и методы. Изучение эффективности применения гуминовых удобрений при возделывании яровой пшеницы проводилось в 2021-2023 гг. в опытах кафедры технологий высокопродуктивного рационального земледелия на базе ФГБУ «Курский ФАНЦ», Курского ГАУ в севообороте со следующим чередованием культур: яровой ячмень — соя — яровая пшеница. Изучали эффективность гуминовых удобрений ЭКО-СП (Россия), Фульвигрейн Классик (Германия) и Гумифул Про (Испания) в опыте, заложенном по следующей схеме: 1. Без обработок гуминовыми удобрениями (контроль); 2. ЭКО-СП — обработка семян (0,5 л/га) + обработка растений в фазе кущения (0,5 л/га) + обработка растений в фазе выхода в трубку (0,5 л/га); 3. Фульвигрейн Классик — обработка семян (0,4 л/га) + обработка растений в фазе кущения (0,4 л/га) + обработка растений в фазе выхода в трубку (0,4 л/га); 4. Гумифул Про — обработка семян (0,1 л/га) + обработка растений в фазе кущения (0,1 л/га) + обработка растений в фазе выхода в трубку (0,1 л/га).

ЭКО-СП (Россия) — удобрение на основе гумусовых веществ, природный стимулятор роста растений, полученный из экологически чистого низинного торфа. Содержит комплекс биологически активных веществ: соли гуминовых и фульвовых кислот, полезную микрофлору, макро- и микроэлементы в доступной форме. Является индуктором иммунитета растений, обладает адаптогенными свойствами.

Фульвигрейн Классик (Германия) — универсальный антистрессант, содержащий в своем

составе: соли гуминовых (16%) и фульвокислот (4%), микроэлементы, аминокислоты, ауксины. Стимулирует развитие генеративных органов и корневой системы, способствует накоплению пластических веществ в растениях, усилению их сопротивляемости к стрессам различного происхождения, повышению урожайности и качества получаемой продукции.

Гумифул Про (Испания) — высококонцентрированное удобрение на основе гуминовых и фульвокислот, производимое путем обработки бурого угля раствором гидроксида калия, обогащенного макро- и микроэлементами. Способствует росту полезной микрофлоры и накоплению гумуса в почве, стимулирует рост и развитие растений, устойчивость к болезням и стрессам.

Варианты в полевом опыте располагались систематически в один ярус. Повторность в опытах 3-кратная. Делянки имели форму вытянутого прямоугольника с учетной площадью 100 м² (4x50).

Почва опытного участка — чернозем типичный, мощный, тяжелосуглинистого гранулометрического состава. При закладке полевого опыта содержание гумуса (по Тюрину) в пахотном слое составляло 5,3%, щелочногидролизуюемого азота — 69,0 мг/кг, подвижных форм фосфора и калия (по Чирикову) — 8,8 и 14,5 мг/кг соответственно, реакция почвенной среды слабощелочная — pH 5,4.

В период проведения полевых опытов метеорологические условия были типичными для Курской области. Среднесуточная температура вегетационного периода яровой пшеницы (апрель-июль) в годы проведения эксперимента колебалась от 14,8°C в 2021 г. до 15,7°C в 2023 г. при средней многолетней температуре этого периода равной 14,2°C. Сумма осадков за этот период колебалась в пределах 250,2-254,6 мм при среднемноголетнем их количестве равном 215,0 мм. То есть метеорологические условия в годы проведения исследований характеризовались теплой и влажной погодой

и обеспечивали удовлетворительные условия для роста и развития яровой пшеницы.

Полевые работы на опытном участке проводились в лучшие агротехнические сроки с использованием районированного в области сорта яровой пшеницы Дарья. Для посева использовались семена, отвечающие требованиям 1-го класса посевного стандарта с поштучной нормой посева 5,5 млн всхожих зерен/га. Способ посева — рядовой (ширина междурядий 15 см). Глубина заделки семян — 4-5 см. Фон минерального питания — N30P30K30. Обработку посевов яровой пшеницы гуминовыми удобрениями проводили ранцевым опрыскивателем в соответствии со схемой опыта. Уборка и учет урожая проводилась самоходным комбайном «Сампо-500» прямым комбайнированием. Пересчет урожая проводили на 100%-ю чистоту и 14%-ю влажность зерна. В образцах зерна определяли содержание сырой клейковины, белка, крахмала на анализаторе зерна «Инфратек-1241», натуру зерна (ГОСТ-10840-76), массу 1000 зерен (ГОСТ-10842-76). Статистическая обработка полученных экспериментальных данных проводилась с использованием программ Microsoft Excel, Statistica.

Результаты и их обсуждение. Проращивание семян яровой пшеницы в лабораторных условиях свидетельствует о том, что гуминовые удобрения обладали стимулирующим эффектом, оказывали положительное влияние на энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян.

Обработка семян яровой пшеницы гуминовыми препаратами повышала количество взшедших семян на 3-й день проращивания на 2-4%, количество взшедших семян на 7-й день проращивания — на 3-5% в сравнении с вариантом, где семена гуминовыми удобрениями не обрабатывались. Наиболее высокими стимулирующими свойствами обладал препарат Гумифул Про (0,1 кг/га), обработка семян яровой пшеницы этим препаратом повышала энергию прорастания на 4%, лабораторную всхожесть — на 5% (рис. 1, 2).

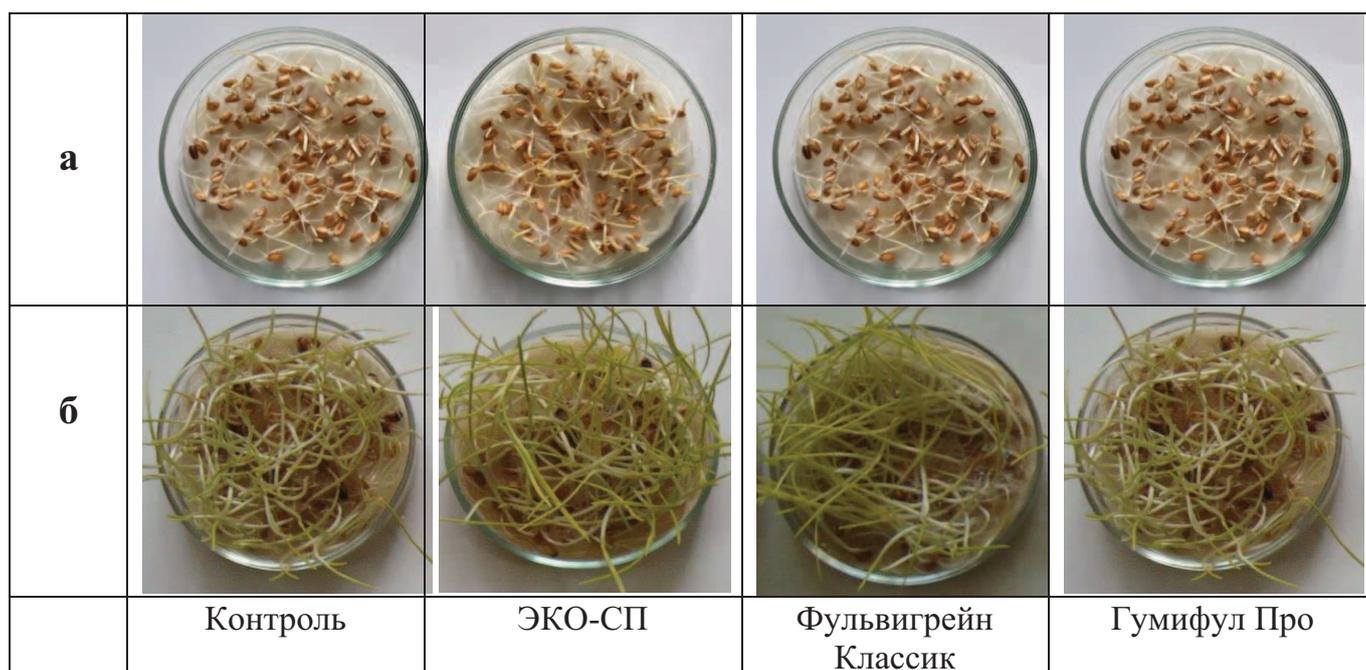


Рисунок 1. Семена яровой пшеницы, обработанные гуминовыми препаратами: а) на 3-й день; б) на 7-й день проращивания
Figure 1. Spring wheat seeds treated with humic preparations: a) on the 3th day; b) on the 7th day of germination

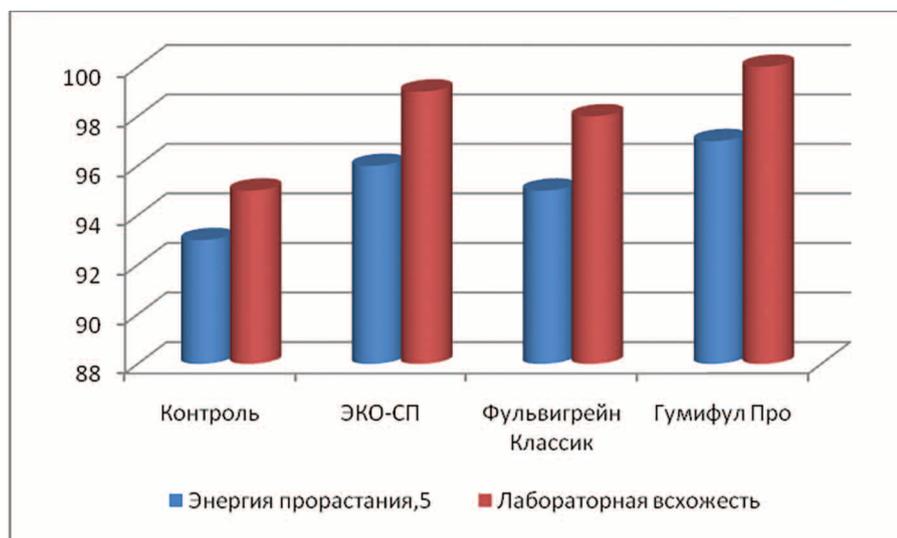


Рисунок 2. Влияние гуминовых препаратов на энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян яровой пшеницы

Figure 2. Effect of humic preparations on germination energy and laboratory germination of spring wheat seeds

Влияния гуминовых препаратов ЭКО-СП (0,5 л/т) и Фульвигрейн Классик (0,8 л/т) на энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян яровой пшеницы было несколько ниже и практически равным: обработка семян яровой пшеницы этими препаратами повышала энергию прорастания на 2-3%, лабораторную всхожесть на 3-4%.

Результаты исследований, полученные в полевых опытах, свидетельствуют о существенном влиянии гуминовых удобрений на рост и развитие яровой пшеницы, распространенность листостебельных заболеваний, продуктивность и качество зерна. В годы проведения исследований яровая пшеница высевалась в оптимальные для условий Курской области сроки — вторая декада апреля. В контрольном варианте всходы появились на 10-11-й день после посева,

а в вариантах с обработкой семян гуминовыми препаратами — на 1-2 дня раньше. В дальнейшем обработка семян и двукратная обработка посевов в фазе кущения и фазе выхода в трубку оказывала стимулирующее влияние на рост и развитие яровой пшеницы: ускоряла наступление фаз «кущение», «выход в трубку» и «колошение» на 2 дня, однако способствовала некоторому удлинению периода активной вегетации яровой пшеницы, замедляя наступление фазы «полная спелость зерна» на 2 дня в сравнении с контрольным вариантом.

Фитосанитарное состояние посевов яровой пшеницы в годы проведения экспериментов характеризовалось умеренным инфекционным фоном. Наблюдалось поражение растений септориозом (*Septoria nodorum*). Проводимое в фазе «начало колошения» определение степе-

ни поражения растений яровой пшеницы септориозом свидетельствует о том, что гуминовые удобрения оказывали сдерживающее влияние на интенсивность распространения этого заболевания. Обработка семян и двукратная обработка посевов в фазе кущения и фазе выхода в трубку удобрениями на основе гуминовых кислот снижала поражаемость растений яровой пшеницы септориозом на 7,3-8,3%, биологическая эффективность гуминовых препаратов составила 25,9-29,5%. Наиболее высокой биологической эффективностью в сдерживании развития септориоза на посевах яровой пшеницы обладали препараты ЭКО-СП (29,5%) и Фульвигрейн Классик (28,4%). Биологическая эффективность гуминового препарата Гумифул Про была несколько ниже и составила 25,9% (табл. 1).

Относительно высокая биологическая эффективность гуминовых препаратов в сдерживании развития листостебельных заболеваний, по нашему мнению, связана с тем, что эти препараты усиливали рост и развитие растений, способствовали получению более мощных, развитых растений и, как следствие, повышали устойчивость растений к этим заболеваниям.

Обработка семян и посевов яровой пшеницы в фазе кущения и фазе начала выхода в трубку различными видами гуминовых удобрений оказывала существенное влияние на структуру урожая: густоту стояния растений; число зерен в колосе; массу 1000 зерен.

Более высокие показатели структуры урожая яровой пшеницы в среднем за годы исследований были получены в вариантах с применением гуминовых удобрений ЭКО-СП и Фульвигрейн Классик. Обработка семян и двукратная обработка посевов яровой пшеницы этими удобрениями способствовала повышению количества продуктивных стеблей на 10-11 шт./м², числа зерен в колосе — на 1,6-1,8 шт., массы 1000 зерен — на 0,3-0,4 г, натуры зерна — на 6,0-8,0 г/л (табл. 2).

Таблица 1. Влияние гуминовых препаратов на распространенность листостебельных заболеваний яровой пшеницы (2021-2023 гг.)

Table 1. The effect of humic preparations on the prevalence of leaf-stem diseases of spring wheat (2021-2023)

Варианты опыта	Септориоз	
	распространенность болезни, %	биологическая эффективность, %
1. Контроль (без обработок)	28,1	-
2. ЭКО-СП — обработка семян (0,5 л/т) + обработка посевов в фазе кущения (0,5 л/га) + обработка посевов в фазе выхода в трубку (0,5 л/га)	19,8-8,3	29,5
3. Фульвигрейн Классик — обработка семян (0,8 л/т) + обработка посевов в фазе кущения (0,4 л/га) + обработка посевов в фазе выхода в трубку (0,4 л/га)	20,1-8,0	28,4
4. Гумифул Про — обработка семян (0,1 кг/т) + обработка посевов в фазе кущения (0,1 кг/га) + обработка посевов в фазе выхода в трубку (0,1 кг/га)	20,8-7,3	25,9

Таблица 2. Влияние гуминовых препаратов на элементы структуры урожая яровой пшеницы (2021-2023 гг.)

Table 2. The effect of humic preparations on the elements of the structure of the spring wheat harvest (2021-2023)

Варианты опыта	Количество продуктивных стеблей к уборке, шт./м ²	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Натура зерна, г/л
1. Контроль (без обработок)	552	19,1	35,6	780
2. ЭКО-СП — обработка семян (0,5 л/т) + обработка посевов в фазе кущения (0,5 л/га) + обработка посевов в фазе выхода в трубку (0,5 л/га)	562+10	20,7+1,6	36,1+0,5	786+6
3. Фульвигрейн Классик — обработка семян (0,8 л/т) + обработка посевов в фазе кущения (0,4 л/га) + обработка посевов в фазе выхода в трубку (0,4 л/га)	563+11	20,9+1,8	36,0+0,4	788+8
4. Гумифул Про — обработка семян (0,1 кг/т) + обработка посевов в фазе кущения (0,1 кг/га) + обработка посевов в фазе выхода в трубку (0,1 кг/га)	560+8	20,5+1,4	35,9+0,3	784+4



Эффективность влияния гуминового удобрения Гумифул Про на элементны структуры урожая было менее значимым: количество продуктивных стеблей в этом варианте повышалось на 8 шт./м², число зерен в колосе — на 1,4 шт., масса 1000 зерен — на 0,3 г, натура зерна — на 4,0 г/л.

Лучшее фитосанитарное состояние посевов и более высокие показатели структуры урожая в вариантах с использованием гуминовых удобрений обеспечивали получение более высокой урожайности и качество зерна яровой пшеницы. Использование различных видов гуминовых удобрений при возделывании яровой пшеницы способствовало повышению урожайности на 0,47-0,55 т/га или на 12,6-14,8% (табл. 3).

Дисперсионный анализ урожайных данных показал, что эффективность различных гуминовых удобрений при сравнении между собой была практически одинаковой. Наблюдалась лишь тенденция несколько более высокой эффективности применения гуминовых удобрений ЭКО-СП и Фульвигрейн Классик (прибавки урожая составили 0,53-0,55 т/га) в сравнении с обработкой семян и двукратной обработкой посевов яровой пшеницы гуминовым удобрением Гумифул Про — прибавка урожая от его внесения составила 0,47 т/га при НСР₀₅ равной 0,10 т/га.

Качество зерна яровой пшеницы в вариантах с обработкой семян и двукратной обработкой посевов гуминовыми удобрениями в фазе кущения и фазе начала выхода в трубку было выше, чем в контрольном варианте: содержание сырой клейковины — на 0,6-1,3%, протеина — на 0,5-0,9%, крахмала — на 1,4-1,8%. Более высокие показатели качества зерна обеспечивали некорневые подкормки яровой пшеницы гуминовыми удобрениями ЭКО-СП и Фульвигрейн Классик: содержание клейковины в зерне яровой пшеницы этих вариантов повышалось на 1,0-1,3%, белка — на 0,7-0,9%, крахмала — на 1,6-1,8% (табл. 4).

Эффективность влияния гуминового удобрения Гумифул Про на качественные показатели зерна яровой пшеницы была несколько ниже: содержание клейковины в зерне повышалось на 0,6%, белка — на 0,5%, крахмала — на 1,4%. Однако при сравнении эффективности влияния отдельных гуминовых препаратов между собой на показатели качества зерна яровой пшеницы достоверной разницы не наблюдалось, то есть влияние изучаемых гуминовых препаратов на качество зерна было практически равным.

Экономический анализ использования гуминовых удобрений свидетельствует о высокой их эффективности на посевах яровой

пшеницы. Так, обработка семян и двукратная обработка посевов в фазе кущения и фазе начала выхода в трубку гуминовыми удобрениями повышала урожайность яровой пшеницы на 0,47-0,55 т/га или на 12,6-14,8%, увеличивая тем самым стоимость валовой продукции на 4700-5500 руб./га. Учитывая невысокие затраты, связанные со стоимостью гуминовых удобрений и возможностью использования их в баковых смесях с средствами защиты растений, применение их на посевах яровой пшеницы обеспечило получение 18702-19315 руб./га условно чистого дохода (в контрольном варианте 14591 руб./га) и уровень рентабельности на 15,0-18,8% выше, чем в контрольном варианте (64,5%) (табл. 5).

Наиболее высокий чистый доход был получен от обработки семян и двукратной обработки посевов яровой пшеницы агрохимикатом на основе гумусовых веществ ЭКО-СП — 19315 руб./га, при уровне рентабельности равном 83,3%. Экономическая эффективность применения гуминовых удобрений Фульвигрейн Классик и Гумифул Про на посевах яровой пшеницы была несколько ниже: величина условно чистого дохода от их использования составила 18913-18702 руб./га, а уровень рентабельности 79,5-80,6% соответственно.

Таблица 3. Влияние гуминовых препаратов на урожайность яровой пшеницы (2021-2023 гг.)
Table 3. The effect of humic preparations on the yield of spring wheat (2021-2023)

Варианты опыта	Урожайность, т/га	± к контролю	
		т/га	%
1. Контроль (без обработок)	3,72	-	-
2. ЭКО-СП — обработка семян (0,5 л/т) + обработка посевов в фазе кущения (0,5 л/га) + обработка посевов в фазе выхода в трубку (0,5 л/га)	4,25	0,53	14,2
3. Фульвигрейн Классик — обработка семян (0,8 л/т) + обработка посевов в фазе кущения (0,4 л/га) + обработка посевов в фазе выхода в трубку (0,4 л/га)	4,27	0,55	14,8
4. Гумифул Про — обработка семян (0,1 кг/т) + обработка посевов в фазе кущения (0,1 кг/га) + обработка посевов в фазе выхода в трубку (0,1 кг/га)	4,19	0,47	12,6
НСР ₀₅		0,10	

Таблица 4. Влияние гуминовых препаратов на качество зерна яровой пшеницы (2021-2023 гг.)
Table 4. The effect of humic preparations on the quality of spring wheat grain (2021-2023)

Варианты опыта	Содержание (на сухое вещество), %		
	клейковина	протеин	крахмал
1. Контроль (без обработок)	24,4	11,7	60,0
2. ЭКО-СП — обработка семян (0,5 л/т) + обработка посевов в фазе кущения (0,5 л/га) + обработка посевов в фазе выхода в трубку (0,5 л/га)	25,7+1,3	12,6+0,9	61,6+1,6
3. Фульвигрейн Классик — обработка семян (0,8 л/т) + обработка посевов в фазе кущения (0,4 л/га) + обработка посевов в фазе выхода в трубку (0,4 л/га)	25,4+1,0	12,4+0,7	61,8+1,8
4. Гумифул Про — обработка семян (0,1 кг/т) + обработка посевов в фазе кущения (0,1 кг/га) + обработка посевов в фазе выхода в трубку (0,1 кг/га)	25,0+0,6	12,2+0,5	61,4+1,4
НСР ₀₅	0,4	0,5	1,2

Таблица 5. Экономическая эффективность удобрений на основе гуминовых кислот при возделывании яровой пшеницы (2021-2023 гг.)
Table 5. Economic efficiency of fertilizers based on humic acids in the cultivation of spring wheat (2021-2023)

Показатели	Варианты опыта			
	1. Контроль	2. ЭКО-СП — (0,5 л/т) + (0,5 л/га) + (0,5 л/га)	3. Фульвигрейн Классик — (0,8 л/т) + (0,4 л/га) + (0,4 л/га)	4. Гумифул Про — (0,1 кг/т) + (0,1 кг/га) + (0,1 кг/га)
1. Урожайность, т/га	3,72	4,25	4,27	4,19
2. Стоимость валовой продукции, руб.	37200	42500	42700	41900
3. Производственные затраты, руб.	22609	23185	23787	23198
4. Чистый доход, руб./га	14591	19315	18913	18702
5. Себестоимость, руб./т	6077,68	5455,29	5570,72	5536,51
6. Уровень рентабельности, %	64,5	83,3+18,8	79,5+15,0	80,6+16,1





Выводы. В результате проведенных исследований установлена высокая эффективность применения гуминовых удобрений отечественного (ЭКО-СП) и зарубежного (Фулвигрейн Классик (Германия), Гумифул Про (Испания) производства при возделывании яровой пшеницы. Установлено, что обработка семян яровой пшеницы удобрениями на основе гуминовых кислот повышала энергию их прорастания на 2-4%, лабораторную всхожесть — на 4-5% в сравнении с вариантом, где семена не обрабатывались. Обработка семян и двукратная обработка посевов в фазе «кущение» и фазе «выход в трубку» гуминовыми удобрениями повышала урожайность яровой пшеницы на 0,47-0,55 т/га или на 12,6-14,8%, содержание клейковины в зерне — на 0,6-1,3%, белка — на 0,5-0,9%, крахмала — на 1,4-1,8%. Использование гуминовых удобрений при возделывании яровой пшеницы было экономически выгодно. Наиболее высокий чистый доход получен от обработки семян и двукратной обработки посевов отечественным гуминовым удобрением ЭКО-СП — 19315 руб./га., при уровне рентабельности равном 83,3%. Величина условно чистого дохода от применения гуминовых удобрений Фулвигрейн Классик и Гумифул Про была ниже и составила 18913-18702 руб./га, а уровень рентабельности 79,5-80,6% соответственно.

Сравнительная оценка использования гуминовых удобрений отечественного и зарубежного производства между собой на посевах яровой пшеницы показала, что их эффективность была практически равной. Это свидетельствует о высоком качестве отечественных гуминовых удобрений и создает научно обоснованные предпосылки для их широкого использования при возделывании яровой пшеницы.

Список источников

1. Сычев В.Г., Беличенко М.В., Романенков В.А. Результаты мониторинга урожайности сельскохозяйственных культур, продуктивности севооборотов и изменения свойств почв в длительных опытах Географической сети // *Плодородие*. 2017. № 6. С. 2-7.
2. Левшаков Л.В., Чевычелов А.В. Эффективность применения серосодержащих удобрений при возделывании яровой пшеницы на зональных почвах Курской области // *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2016. № 1. С. 53-58.
3. Kaschl, A., Chen, Y. (2005). Interactions of Humic Substances with Trace Metals and Their Stimulatory Effects on Plant Growth technology. *Use of Humic Substances to Remediate Polluted Environments: From Theory to Practice*. Springer, Netherlands, pp. 83-113.
4. Левшаков Л.В., Малахов А.В., Шахов А.И. Серосодержащие минеральные удобрения как фактор формирования высококачественного зерна яровой пшеницы // *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2022. № 1. С. 26-33.

Информация об авторах:

- Алмосов Владислав Владимирович**, аспирант, Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, v.v.almosov@yandex.ru
Лазарев Владимир Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий лабораторией технологий возделывания полевых культур и агроэкологической оценки земель, Курский федеральный аграрный научный центр, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2931-8560>, v.la190353@yandex.ru

Information about the authors:

- Vladislav V. Almosov**, graduate student, Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov, v.v.almosov@yandex.ru
Vladimir I. Lazarev, doctor of agricultural sciences, professor, head of the laboratory of the technologies of field crops cultivation and agroecological assessment of lands, Federal Agricultural Kursk Research Center, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2931-8560>, v.la190353@yandex.ru

5. Trevisan, S., Francioso, O., Quaggiotti, S., Nardi, S. (2010). Humic substances biological activity at the plant — soil interface from environmental aspects to molecular factors. *Plant Signaling & Behavior*, 5:6, June 2010, pp. 635-643.

6. Кирдей Т.А. Гуминовые препараты в агротехнологиях // *Земледелие*. 2013. № 5. С. 12-14.

7. Касимова Л.В., Кравец А.В., Бобровская Д.Л. Биологическая активность новых водорастворимых комплексных гуминовых стимуляторов роста растений с макроэлементами // *Плодородие*. 2010. Т. 51. № 1. С. 48-49.

8. Левшаков Л.В., Иванова Е.В., Рудов М.Н., Леденев Д.А. Оптимизация азотного питания в период вегетации озимой пшеницы на черноземных почвах в условиях Курской области // *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2019. № 8. С. 87-94.

9. Корсаков К.В., Пронько В.В. Повышение окупаемости минеральных удобрений при использовании препаратов на основе гуминовых кислот // *Плодородие*. 2013. Т. 71. № 2. С. 18-20.

10. Богословский В.Н., Левинский Б.В., Сычев В.Г. Агротехнологии будущего. Кн. 1. Энергены. М.: Антикава, 2004. 163 с.

11. Левшаков Л.В., Волобуева Н.В., Клименко А.С. Оптимизация элементного состава листьев как фактор повышения биологической продуктивности растений в агропедоценозах Лесостепной зоны // *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2021. № 9. С. 58-66.

12. Комаров А.А. Получение гумусоподобных соединений из лигнина и их физиологическое действие на растения. СПб.: Невский стандарт, 2004. 120 с.

13. Якименко О.С., Терехова В.А. Гуминовые препараты и проблема оценки их биологической активности для целей сертификации // *Почвоведение*. 2011. № 11. С. 1334-1343.

14. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Часть 2. Агрохимикаты. М.: МСХРФ, 2023. С. 55-59.

References

1. Sychev, V.G., Belichenko, M.V., Romanenkov, V.A. (2017). Rezul'taty monitoringa urozhainosti sel'skokhozyaystvennykh kul'tur, produktivnosti sevooborotov i izmeneniya svoystv pochv v dlitel'nykh opytakh Geograficheskoi seti [Results of monitoring crop yields, productivity of crop rotations and changes in soil properties in long-term experiments of the Geographical Network]. *Plodородие* [Fertility], no. 6, pp. 2-7.
2. Levshakov, L.V., Chevychelov, A.V. (2016). Effektivnost' primeniya serosoderzhashchikh udobrenii pri vozdelevanii yarovoi pshenitsy na zonal'nykh pochvakh Kurskoi oblasti [Efficiency of using sulfur-containing fertilizers when cultivating spring wheat on zonal soils of the Kursk region]. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaystvennoi akademii* [Vestnik of Kursk State Agricultural Academy], no. 1, pp. 53-58.
3. Kaschl, A., Chen, Y. (2005). Interactions of Humic Substances with Trace Metals and Their Stimulatory Effects on Plant Growth technology. *Use of Humic Substances to Remediate Polluted Environments: From Theory to Practice*. Springer, Netherlands, pp. 83-113.

4. Levshakov, L.V., Malakhov, A.V., Shakhov, A.I. (2022). Serosoderzhashchie mineral'nye udobreniya kak faktor formirovaniya vysokokachestvennogo zerna yarovoi pshenitsy [Sulfur-containing mineral fertilizers as a factor in the formation of high-quality spring wheat grain]. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaystvennoi akademii* [Vestnik of Kursk State Agricultural Academy], no. 1, pp. 26-33.

5. Trevisan, S., Francioso, O., Quaggiotti, S., Nardi, S. (2010). Humic substances biological activity at the plant — soil interface from environmental aspects to molecular factors. *Plant Signaling & Behavior*, 5:6, June 2010, pp. 635-643.

6. Kirdei, T.A. (2013). Guminovye preparaty v agrotekhnologiyakh [Humic preparations in agricultural technologies]. *Zemledelie*, no. 5, pp. 12-14.

7. Kasimova, L.V., Kravets, A.V., Bobrovskaya, D.L. (2010). Biologicheskaya aktivnost' novykh vodorastvorimykh kompleksnykh guminovykh stimulyatorov rosta rastenii s makroelementami [Biological activity of new water-soluble complex humic plant growth stimulants with macroelements]. *Plodородие* [Fertility], vol. 51, no. 1, pp. 48-49.

8. Levshakov, L.V., Ivanova, E.V., Rudov, M.N., Ledenev, D.A. (2019). Optimizatsiya azotnogo pitaniya v period vegetatsii ozimoi pshenitsy na chernozemnykh pochvakh v usloviyakh Kurskoi oblasti [Optimization of nitrogen nutrition during the growing season of winter wheat on chernozem soils in the Kursk region]. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaystvennoi akademii* [Vestnik of Kursk State Agricultural Academy], no. 8, pp. 87-94.

9. Korsakov, K.V., Pron'ko, V.V. (2013). Povyshenie okupaemosti mineral'nykh udobrenii pri ispol'zovanii preparatov na osnove guminovykh kislot [Increasing the payback of mineral fertilizers when using preparations based on humic acids]. *Plodородие* [Fertility], vol. 71, no. 2, pp. 18-20.

10. Bogoslovskii, V.N., Levinskii, B.V., Sychev, V.G. (2004). *Agrotekhnologii budushchego. Kn. 1. Ehnergeny* [Agricultural technologies of the future. Book 1. Energens]. Moscow, Antikva Publ., 163 p.

11. Levshakov, L.V., Volobueva, N.V., Klimenko, A.S. (2021). Optimizatsiya ehlementnogo sostava list'ev kak faktor povysheniya biologicheskoi produktivnosti rastenii v agropedotsenozakh Lesostepnoi zony [Optimization of the elemental composition of leaves as a factor in increasing the biological productivity of plants in agropedoceneses of the Forest-steppe zone]. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaystvennoi akademii* [Vestnik of Kursk State Agricultural Academy], no. 9, pp. 58-66.

12. Komarov, A.A. (2004). *Poluchenie gumusopodobnykh soedinenii iz lignina i ikh fiziologicheskoe deistvie na rasteniya* [Obtaining humus-like compounds from lignin and their physiological effect on plants]. Saint-Petersburg, Nevskii standart Publ., 120 p.

13. Yakimenko, O.S., Terekhova, V.A. (2011). Guminovye preparaty i problema otsenki ikh biologicheskoi aktivnosti dlya tselei sertifikatsii [Humic preparations and the problem of assessing their biological activity for certification purposes]. *Pochvovedenie* [Soil science], no. 11, pp. 1334-1343.

14. Gosudarstvennyi katalog pestitsidov i agrokhimikatov, razreshennykh k primeneniyu na territorii Rossiiskoi Federatsii. Chast' 2. Agrokhimikaty (2023). [State catalog of pesticides and agrochemicals approved for use on the territory of the Russian Federation. Part 2. Agrochemicals]. Moscow, Ministry of Agriculture of the Russian Federation, pp. 55-59.



Научная статья

УДК 581.9

doi: 10.55186/25876740_2024_67_4_483

ИЗУЧЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

О.В. Шулепова, Н.В. Санникова

Государственный аграрный университет Северного Зауралья, Тюмень, Россия

Аннотация. В статье изучена растительность водных объектов в разных административных районах города с использованием коэффициента П. Жаккара. По результатам визуального обследования урбофитоценоза объектов отмечено, что растительность представлена двумя формациями: древесно-кустарниковой (система зеленых насаждений) и травянистой (рудеральной). Проанализировав водные объекты Тюмени на флористическое сходство, были сделаны выводы, что древесно-кустарниковая урбофлора берегов водных объектов представлена 13 видами. Рудеральная растительность на водных объектах представлена 51 видом, относящимся к 22 семействам, из них 29% видов относились к семейству *Asteraceae*, 12% — *Brassicaceae*, 10% — *Fabaceae*, по 6% — *Amaranthus* и *Gramineae*, 4% — *Polygonaceae*, *Convolvulaceae*, *Equisetophytina*, *Fumarioideae* и *Rosaceae* — 2%. Проанализировав полученные данные можно отметить, что озеро Тихое и пруд Оловянного карьера отличаются между собой по видовому составу древесных и кустарниковых пород, так как коэффициент разнообразия по Жаккару (KJ) стремится к нулю, а флора объектов Обводненный карьер Северный и пруд Оловянного карьера имеют наибольшее сходство, коэффициент стремится к единице. При этом большая часть всех древесно-кустарниковых растений находится в неудовлетворительном состоянии. Изучив рудеральную растительность зафиксировано, что объект 2 и 3 отличаются между собой по видовому составу, так как коэффициент разнообразия по Жаккару (KJ) стремится к нулю, а объекты 1 и 3 имеют наибольшее сходство, KJ приближается к единице. В целом можно сказать, что выбранные объекты сходны по видовому составу рудеральной растительности. В ходе маршрутных исследований видов, занесенных в Красную книгу РФ и Тюменской области, обнаружено не было.

Ключевые слова: водный объект, рекреация, деревья, рудеральная растительность, видовое разнообразие, озеленение, город, коэффициент

Original article

STUDY OF VEGETATION OF WATER BODIES OF THE URBAN ENVIRONMENT

O.V. Shulepova, N.V. Sannikova,

Northern Trans-Ural State Agricultural University, Tyumen, Russia

Abstract. The article examines the vegetation of water bodies in different administrative districts of the city using the coefficient of P. Jaccard. According to the results of a visual examination of the urbophytocenosis of objects, it was noted that the vegetation is represented by two formations: tree-shrub (system of green spaces) and herbaceous (ruderal). After analyzing the water bodies of the city of Tyumen for floristic similarity, it was concluded that the tree and shrub urboflora of the shores of water bodies is represented by 13 species. Ruderal vegetation in water bodies is represented by 51 species belonging to 22 families, of which 29% of the species belonged to the family *Asteraceae*, 12% — *Brassicaceae*, 10% — *Fabaceae*, 6% each — *Amaranthus* and *Gramineae*, 4% — *Polygonaceae*, *Convolvulaceae*, *Equisetophytina*, *Fumarioideae* and *Rosaceae* — 2%. After analyzing the data obtained, it can be noted that Tikhoe Lake and Olovnyannikov Pond differ from each other in terms of the species composition of tree and shrub species, since the Jaccard diversity coefficient (KJ) tends to zero, and the flora of objects tends to unity. At the same time, most of all trees and shrubs are in an unsatisfactory condition. Having studied the ruderal vegetation, it was recorded that object 2 and 3 differ from each other in species composition, since the diversity coefficient according to Jaccard (KJ) tends to zero, and objects 1 and 3 have the greatest similarity, KJ approaches one. In general, it can be said that the selected objects are similar in terms of the species composition of ruderal vegetation. No species listed in the Red Book of the Russian Federation and the Tyumen region were found during the route surveys.

Keywords: water body, recreation, trees, ruderal vegetation, species diversity, landscaping, city, coefficient

Введение. Значение зеленых насаждений в урбоэкосистеме велико и состоит, главным образом, в их способности очищать загрязненный воздух от пыли и газов, влиять на тепловой режим и влажность воздуха, снижать шумовое загрязнение и многое другое [1, 10, 19]. Сохранение и восстановление растительного покрова — одна из задач, стоящая перед современным человеком для стабилизации взаимоотношений между обществом и природой [3, 4, 6]. Усиление антропогенного воздействия на компоненты природы [5, 9, 12], в том числе на водные объекты в черте города, приводит к уменьшению видового разнообразия, что отрицательно влияет на устойчивость экосистемы, особенно городской. Рекреационные зоны на территории городов чаще всего являются местом отдыха населения в шаговой доступности [13, 14]. Поскольку городские территории все больше подвержены антропогенному влиянию, то озеленение таких территорий должно быть основано на эстетике и улучшении санитарно-гигиенических условий [7, 8, 15, 18]. Основными элементами озеленения таких объектов являются древесные и кустарни-

ковые растения, помимо них конечно же присутствует и характерная для климатической зоны рудеральная растительность [2, 11, 16, 17].

Цель исследования: изучить растительность на территории водных объектов в разных административных районах города и провести сравнительную характеристику урбофлоры с использованием коэффициента П. Жаккара.

Материалы и методы исследований. Исследуемая городская территория расположена в подзоне мелколиственных осиново-березовых лесов и относится к Туринско-Тобольскому округу материковых лугов в сочетании с сосновыми и осиново-березовыми травяными лесами. Зонально подзона мелколиственных лесов характеризуется господством травяных березняков и осинников [13].

Объектами исследований на урбанизированной территории выбраны 3 рекреационных объекта на территории города Тюмени:

1. Озеро Тихое располагается в Центральном районе города (1-й Заречный микрорайон), на левом берегу реки Туры (189 км от устья). На текущий момент озеро не проточное, пресное,

питание снеговое, незначительно за счет поверхностного стока (рис. 1).

2. Обводненный карьер Северный располагается в Ленинском районе города (ул. Пижская), является малым непроточным водоемом с замедленным водообменом (рис. 2).

3. Пруд Оловянного карьера располагается в Калининском районе города (Лесопарк Затюменский), рядом с рекой Бабарынка, непроточный с замедленным водообменом (рис. 3).

Рядом со всеми исследуемыми водными объектами находятся жилые зоны, автомагистрали, которые являются источниками поступления загрязняющих веществ. Данные водные объекты рассматриваются местными жителями как места рекреации.

Методы исследований включали визуальное обследование фитоценоза; закладку и описание пробных площадок с регистрацией флористического состава, обилия, встречаемости; идентификацию видов [7, 8]. Маршрутные исследования проведены по берегам водных объектов в 5 точках на зафиксированных пробных площадках.



Рисунок 1. Озеро Тихое
Figure 1. The lake is Quiet



Рисунок 2. Обводненный карьер Северный
Figure 2. The Flooded quarry of the North



Рисунок 3. Пруд Оловяникова
Figure 3. Olovyanikov Pond

Таблица 1. Соотношение древесно-кустарниковой растительности
Table 1. The ratio of tree and shrub vegetation

Вид	Жизненная форма	Экологическая группа	Объект		
			1	2	3
Тополь бальзамический (<i>лат. Populus balsamifera L.</i>)	Д1	мезофит, олиготроф	+	+	+
Вяз приземистый (карагач) (<i>лат. Ulmus pumila</i>)	Д1	мезофит, эутроф	+		
Ива прутовидная (<i>лат. Salix viminalis</i>)	Д1-2	мезофит, мезотроф	+	+	
Ива трёхтычинковая (<i>лат. Salix triandra</i>)	Д1-2	мезофит, мезотроф	+		+
Ива шерстистопобеговая (<i>лат. Salix gmelinii</i>)	Д1-2	мезофит, мезотроф	+		
Береза повислая (<i>Bétula péndula L.</i>)	Д1	мезофит, мезотроф	+	+	
Клён ясенелистный (<i>лат. Ácer negúndo</i>)	Д1-2	мезофит, эутроф	+	+	
Малина обыкновенная (<i>лат. Rúbus idáeus</i>)	К2	мезофит, эутроф	+		+
Облепиха крушиновидная (<i>лат. Hippóphaë rhamnóides</i>)	К1	мезофит, гелиофит		+	
Ива двухцветная (<i>лат. Sálix bicolor</i>)	Д1-2	мезофит, мезотроф		+	+
Ива пепельная (<i>лат. Salix cinerea</i>)	Д1-2	мезофит, мезотроф		+	
Сосна обыкновенная (<i>лат. Pínus sylvéstris</i>)	Д1	мезофит, гелиофит		+	+
Яблоня лесная (<i>Malus silvestris (L.) Mill.</i>)	ДЗК1	мезофит, эутроф		+	+

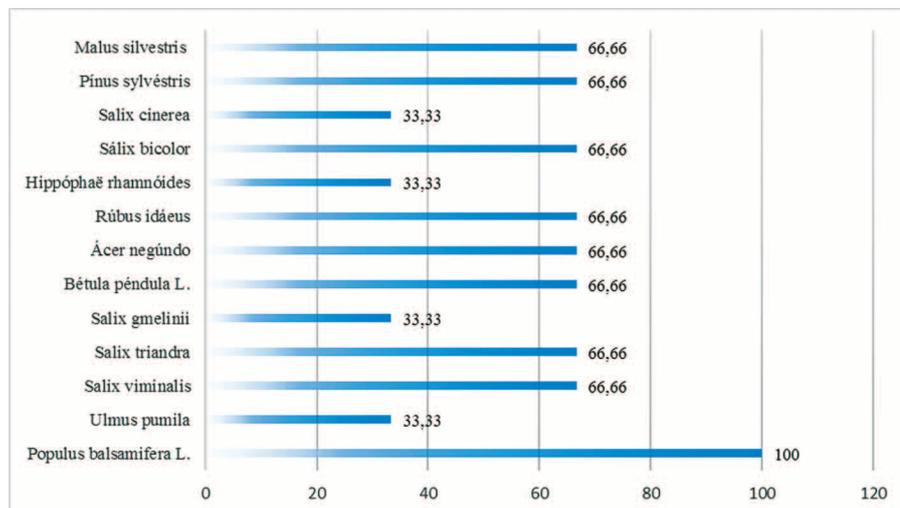


Рисунок 4. Коэффициент встречаемости, %
Figure 4. The occurrence rate, %

Результаты исследований. Используя электронный реестр зеленых насаждений Тюмени (<https://gis.72to.ru/map/green/#65.583834,57.181449/13/27438>), на территории, прилегающей к водным объектам, были зафиксированы древесные насаждения, характерные для городской системы озеленения.

По результатам визуального обследования урбофитоценоза объектов отмечено, что растительность представлена двумя формациями: древесно-кустарниковой и травянистой (рудеральной) [13, 14, 19].

В таблице 1 приводятся сравнительные характеристики исследуемых водных объектов по древесно-кустарниковой растительности. Древесно-кустарниковая урбофлора берегов водных объектов характеризуется 13 видами. Виды деревьев и кустарников (75%), которые встречаются на учетных площадках наблюдений — это мезофиты и мезотрофы. Жизненные формы представлены деревьями (Д1-Д2) и кустарниками (К1-К2), все виды являются аборигенными для данной территории.

Можно отметить, что *Populus balsamifera L.* встречается на 3-х объектах, *Ulmus pumila*, *Salix gmelinii* — только на 1-м объекте, а *Hippóphaë rhamnóides*, *Salix cinerea* — только на 3-м (рис. 4).

По формуле П. Жаккара был определен коэффициент сходства древесно-кустарниковой урбофлоры по берегам 3-х водных объектов (табл. 2).

Проанализировав полученные данные, можно отметить, что озеро Тихое и пруд Оловяникова отличаются между собой по видовому составу древесных и кустарниковых пород, так как коэффициент разнообразия по Жаккару (KJ) стремится к нулю, а флора объектов Обводненный карьер Северный и пруд Оловяникова имеют наибольшее сходство, коэффициент стремится к единице. При этом большая часть всех древесно-кустарниковых растений находится в неудовлетворительном состоянии.

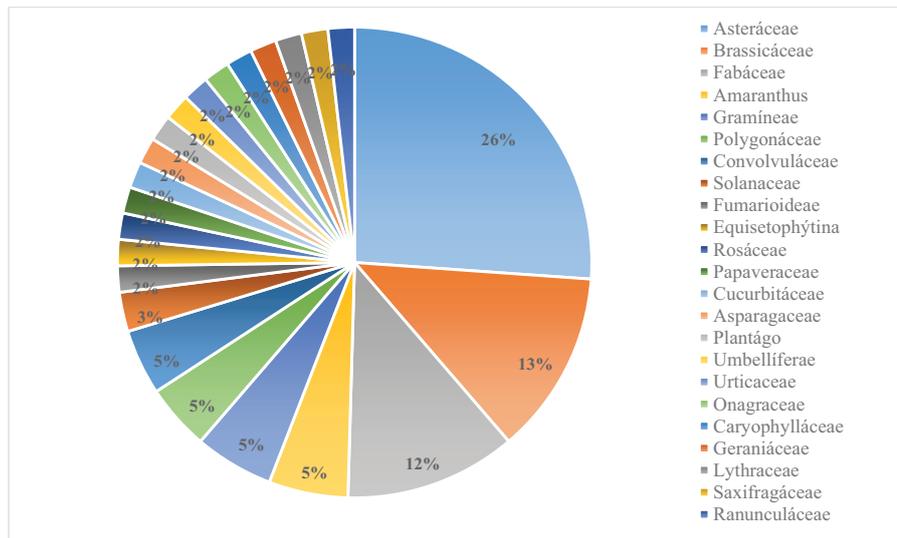


Рисунок 5. Семейства рудеральной растительности на объектах, %
Figure 5. Families of ruderal vegetation on objects, %

Таблица 2. Коэффициент флористического сходства по П. Жаккару
Table 2. The coefficient of floral similarity according to P. Jacquard

Объект	1	2	3
1		0,30	0,27
2	0,30		0,36
3	0,27	0,36	

Таблица 3. Коэффициент флористического сходства по П. Жаккару
Table 3. The coefficient of floral similarity according to P. Jacquard

Объект	1	2	3
1		0,56	0,72
2	0,56		0,44
3	0,72	0,44	

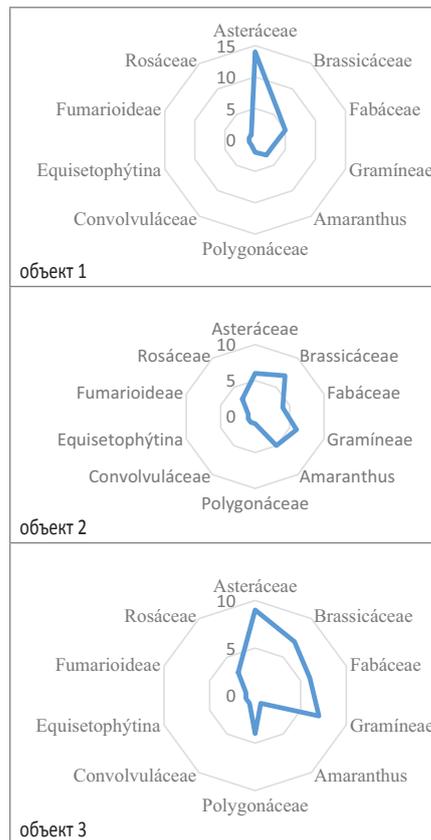


Рисунок 6. Соотношение семейств рудеральных растений на объектах, шт.
Figure 6. The ratio of ruderal plant families on objects, pcs.

Травянистая флора представлена рудеральной растительностью, большая часть которой относится к группе мезофитов, не требовательна к условиям увлажнения и питания [13, 14, 19]. Рудеральная растительность на 3-х водных объектах представлена 61 видом, относящимся к 23 семействам, из них 26% видов относились к семейству *Asteraceae*, 13% — *Brassicaceae*, 12% — *Fabaceae*, по 5% — *Amaranthus* и *Gramineae*, *Polygonaceae*, *Convolvulaceae*, 3% — *Solanaceae*, *Fumarioideae*, *Equisetophytina*, *Rosaceae* и др. — 2% (рис. 5).

Структуру рудеральной растительности можно проанализировать по убыванию видового разнообразия в семействах, представленных на объектах (рис. 6). На 3-х объектах отмечено больше всего видов, относящихся к семействам *Asteraceae*, *Brassicaceae*, *Fabaceae*. На 3-м объекте, в отличие от 1 и 2, отмечено больше видов семейства *Polygonaceae* (4 шт.), а на 2-м — *Amaranthus* (5 шт.).

Для определения сходства рудеральной растительности по берегам водных объектов также использовалась формула П. Жаккара (табл. 3).

Проанализировав полученные данные, можно отметить, что объект 2 и 3 отличаются между собой по видовому составу рудеральной растительности, так как коэффициент разнообразия по Жаккару (KJ) стремится к нулю, а объекты 1 и 3 имеет наибольшее сходство, KJ приближается к единице. В целом можно сказать, что выбранные объекты сходны по видовому составу рудеральной растительности. В ходе маршрутных исследований видов, занесенных в Красную книгу РФ и Тюменской области, обнаружено не было.

Выводы. По результатам визуального обследования урбофитоценоза объектов отмечено, что растительность представлена двумя формациями: древесно-кустарниковой и травянистой (рудеральной). Проанализировав водные объекты Тюмени на флористическое сходство, были сделаны выводы, что древесно-кустарниковая урбофлора берегов водных объектов представлена 13 видами. Рудеральная растительность на водных объектах представлена 51 видом, относящимся к 22 семействам, из них 29% видов относились к семейству *Asteraceae*, 12% — *Brassicaceae*, 10% — *Fabaceae*, по 6% — *Amaranthus* и *Gramineae*, 4% — *Polygonaceae*, *Convolvulaceae*, *Equisetophytina*, *Fumarioideae* и *Rosaceae* — 2%.

Проанализировав полученные данные можно отметить, что озеро Тихое и пруд Оловяникова отличаются между собой по видовому составу древесных и кустарниковых пород, так как коэффициент разнообразия по Жаккару (KJ) стремится к нулю, а флора объектов Обводненный карьер Северный и пруд Оловяникова имеют наибольшее сходство, коэффициент стремится к единице. При этом большая часть всех древесно-кустарниковых растений находится в неудовлетворительном состоянии.

Изучив рудеральную растительность зафиксировано, что объект 2 и 3 отличаются между собой по видовому составу, так как коэффициент разнообразия по Жаккару (KJ) стремится к нулю, а объекты 1 и 3 имеет наибольшее сходство, KJ приближается к единице. В целом можно сказать, что выбранные объекты сходны по видовому составу рудеральной растительности. В ходе маршрутных исследований видов, занесенных в Красную книгу РФ и Тюменской области, обнаружено не было.

Флористический анализ водных объектов города позволяет оценить состояние экосистемы водоемов, их биоразнообразия и устойчивости к различным воздействиям. На основе такого анализа можно разрабатывать меры по охране и восстановлению водных объектов, обеспечивая сохранение биоразнообразия и экологическое равновесие в городской среде.

Список источников

- Букин А.В., Уфимцева М.Г. Влияние ландшафтных факторов на пространственное распределение растительных сообществ-ассоциаций в лесостепной части поймы р. Тобол // АПК: инновационные технологии. 2022. № 4 (59). С. 13-20. doi: 10.35524/2687-0436_2022_04_13
- Герасимова Е.Ю., Герасимов А.С. Флористическое сходство древесно-кустарникового ассортимента парков города Оренбурга // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015. № 4 (126). С. 62-66.
- Москалевская Д.И., Володина С.Г., Шулепова О.В., Денисов А.А. Готово ли общество к соблюдению экологических норм для сохранения окружающей среды? // Мир инноваций. 2022. № 3 (22). С. 43-47.
- Евтушкова Е.П., Солошенко А.И. Социо-эколого-экономические аспекты устойчивого развития территории // Московский экономический журнал. 2021. № 8. doi: 10.24411/2413-046X-2021-10504
- Шулепова О.В., Ковалева О.В., Санникова Н.В., Бочарова А.А. Использование природного сорбента в птицеводстве // Вестник КрасГАУ. 2022. № 6 (183). С. 131-140. doi: 10.36718/1819-4036-2022-6-131-140
- Iglovikov, A., Kulyasova, O., Sannikova, N. (2022). Reclamation of Mechanically Disturbed Soils Using Forest Plantations. XIV International Scientific Conference "INTER-AGROMASH 2021". Precision Agriculture and Agricultural Machinery Industry, Volume 1: Precision Agriculture and Agricultural Machinery Industry, Rostov-on-Don, February 24-26, 2021. Rostov-on-Don, Springer Verlag, pp. 395-403. doi: 10.1007/978-3-030-81619-3_45





7. Колчанов Р.А., Колчанов А.Ф., Курской А.Ю. Флора Ровенского района (Белгородская область) и ее анализ // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2011. № 3 (98). С. 13-20.

8. Курской А.Ю., Колчанов А.Ф. Сравнительный анализ флор Грайворонского и Ровенского районов (Белгородская область) // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2010. № 15 (86). С. 5-12.

9. Малышкин Н.Г., Шулепова О.В. Охрана окружающей среды: учебно-методическое пособие. Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2020. 206 с.

10. Меркурьева К.Р. Девелопмент урбанизированных территорий: развитие реновации и опыт ее реализации на примере города Тюмени // International Agricultural Journal. 2022. № 2. doi: 10.55186/25876740_2022_6_2_32

11. Moiseeva, K.V., Shulepova, O.V. (2021). The quality of spring wheat and barley grain under the influence of protective-stimulating preparations in the conditions of the forest-steppe zone of the Trans-Urals. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Michurinsk, April 12, 2021. Michurinsk, p. 012062. doi: 10.1088/1755-1315/845/1/012062

12. Санникова Н.В., Шулепова О.В., Резниченко В.А. Использование осадка сточных вод в составе почвогрунтов для рекультивации нарушенных земель в условиях Крайнего Севера // Вестник КрасГАУ. 2023. № 10 (199). С. 30-40. doi: 10.36718/1819-4036-2023-10-30-40

13. Санникова Н.В., Шулепова О.В., Ковалева О.В. Оценка видового разнообразия растительности в рекреационной зоне водного объекта города Тюмени // Вестник Мишуринского государственного аграрного университета. 2021. № 1 (64). С. 54-60.

14. Санникова Н.В., Шулепова О.В., Ковалева О.В. Реабилитация водных объектов в городской среде // Перспективные разработки и прорывные технологии в АПК: сборник материалов национальной научно-практической конференции, Тюмень, 21-23 октября 2020 г. Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2020. С. 67-72.

15. Санникова Н.В., Малышкин Н.Г. Сравнительный анализ сеgetальной растительности в разных климатических зонах Северного Зауралья // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 5. С. 14-19.

16. Уфимцева М.Г., Букин А.В. Фитоценоз пойменных ландшафтов // Агропродовольственная политика России. 2022. № 4-5. С. 57-61.

17. Шулепова О.В., Фисунев Н.В., Санникова Н.В. Анализ видового и количественного состава сорных растений в пшеничном агрофитоценозе в условиях Зауралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 3 (95). С. 56-60.

18. Шулепова О.В., Санникова Н.В. Разработка рекомендаций по ревитализации объекта обводненный карьер «Северный» г. Тюмени // Вестник Мишуринского государственного аграрного университета. 2023. № 2 (73). С. 47-51.

19. Шулепова О.В., Санникова Н.В. Сравнительная характеристика флоры водных объектов городской территории // Вестник Мишуринского государственного аграрного университета. 2023. № 4 (75). С. 32-36.

References

1. Bukin, A.V., Ufimtseva, M.G. (2022). Vliyaniye landshaftnykh faktorov na prostranstvennoye raspredeleniye rastitel'nykh soobshchestv-assotsiatsiy v lesostepnoi chasti poimiy r. Tobol [The influence of landscape factors on the spatial distribution of plant communities-associations in the forest-steppe part of the floodplain Tobol]. *APK: innovatsionnye tekhnologii* [AIC: innovative technologies], no. 4 (59), pp. 13-20. doi: 10.35524/2687-0436_2022_04_13

2. Gerasimova, E.Yu., Gerasimov, A.S. (2015). Floristicheskoye skhodstvo drevnesno-kustarnikovogo assortimenta parkov goroda Orenburga [Floristic similarity of the tree and shrub assortment of parks in Orenburg]. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Altai State Agricultural University], no. 4 (126), pp. 62-66.

3. Moskalevskaya, D.I., Volodina, S.G., Shulepova, O.V., Denisov, A.A. (2022). Gotovo li obshchestvo k soblyudeniyu ehkologicheskikh norm dlya sokhraneniya okruzhayushchei sredy? [Is society ready to comply with environmental standards in order to preserve the environment?]. *Mir innovatsii* [World of innovation], no. 3 (22), pp. 43-47.

4. Evtushkova, E.P., Soloshenko, A.I. (2021). Sotsio-ehkologo-ehkonomicheskie aspekty ustoychivogo razvitiya territorii [Socio-ecological and economic aspects of sustainable development of the territory]. *Moskovskii ehkonomicheskii zhurnal* [Moscow economic journal], no. 8. doi: 10.24411/2413-046X-2021-10504

5. Shulepova, O.V., Kovaleva, O.V., Sannikova, N.V., Bocharova, A.A. (2022). Ispol'zovaniye prirodnoy sorbenta v pitsevodstve [The use of natural sorbent in poultry farming]. *Vestnik KrasGAU* [Bulletin of KrasSAU], no. 6 (183), pp. 131-140. doi: 10.36718/1819-4036-2022-6-131-140

6. Iglonikov, A., Kulyasova, O., Sannikova, N. (2022). Reclamation of Mechanically Disturbed Soils Using Forest Plantations. XIV International Scientific Conference "INTER-AGROMASH 2021". Precision Agriculture and Agricultural Machinery Industry, Volume 1: Precision Agriculture and Agricultural Machinery Industry, Rostov-on-Don, February 24-26, 2021. Rostov-on-Don, Springer Verlag, pp. 395-403. doi: 10.1007/978-3-030-81619-3_45

7. Kolchanov, R.A., Kolchanov, A.F., Kurskoi, A.Yu. (2011). Flora Roven'skogo raiona (Belgorodskaya oblast') i ee analiz [Flora of the Rovensky district (Belgorod region) and its analysis]. *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki* [Scientific bulletin of the Belgorod State University. Series: Natural sciences], no. 3 (98), pp. 13-20.

8. Kurskoi, A.Yu., Kolchanov, A.F. (2010). Sravnitel'nyi analiz flor Graivoronskogo i Roven'skogo raionov (Belgorodskaya oblast') [Comparative analysis of the flora of Grayvoronsky and Rovensky districts (Belgorod region)]. *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki* [Scientific bulletin of the Belgorod State University. Series: Natural sciences], no. 15 (86), pp. 5-12.

9. Malysheva, N.G., Shulepova, O.V. (2020). *Okhrana okruzhayushchei sredy: uchebno-metodicheskoye posobie* [Environmental protection: educational and methodical manual]. Tyumen, Northern Trans-Ural State Agricultural University, 206 p.

10. Merkur'eva, K.R. (2022). Development urbanizirovannykh territorii: razvitiye renovatsii i opyt ee realizatsii na primere goroda Tyumeni [Development of urbanized territories: the development of renovation and the experience of its implementation on the example of the city of Tyumen].

International Agricultural Journal, no. 2. doi: 10.55186/25876740_2022_6_2_32

11. Moiseeva, K.V., Shulepova, O.V. (2021). The quality of spring wheat and barley grain under the influence of protective-stimulating preparations in the conditions of the forest-steppe zone of the Trans-Urals. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Michurinsk, April 12, 2021. Michurinsk, p. 012062. doi: 10.1088/1755-1315/845/1/012062

12. Sannikova, N.V., Shulepova, O.V., Reznichenko, V.A. (2023). Ispol'zovaniye osadka stochnykh vod v sostave pochvo-gruntov dlya rekul'tivatsii narushennykh zemel' v usloviyakh Krainego Severa [The use of sewage sludge as part of soils for the reclamation of disturbed lands in the conditions of the Far North]. *Vestnik KrasGAU* [Bulletin of KrasSAU], no. 10 (199), pp. 30-40. doi: 10.36718/1819-4036-2023-10-30-40

13. Sannikova, N.V., Shulepova, O.V., Kovaleva, O.V. (2021). Otsenka vidovogo raznoobraziya rastitel'nosti v rekreatsionnoi zone vodnogo ob'ekta goroda Tyumeni [Assessment of the species diversity of vegetation in the recreational zone of the water body of the city of Tyumen]. *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Michurinsk State Agrarian University], no. 1 (64), pp. 54-60.

14. Sannikova, N.V., Shulepova, O.V., Kovaleva, O.V. (2020). Reabilitatsiya vodnykh ob'ektov v gorodskoi srede [Rehabilitation of water bodies in the urban environment]. *Perspektivnye razrabotki i proryvnye tekhnologii v APK: sbornik materialov natsional'noi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Tyumen', 21-23 oktyabrya 2020 g.* [Promising developments and breakthrough technologies in agriculture: collection of materials of the national scientific and practical conference, Tyumen, October 21-23, 2020]. Tyumen, Northern Trans-Ural State Agricultural University, pp. 67-72.

15. Sannikova, N.V., Malysheva, N.G. (2022). Sravnitel'nyi analiz segetal'noi rastitel'nosti v raznykh klimaticheskikh zonakh Severnogo Zaural'ya (2022). [Comparative analysis of segetal vegetation in different climatic zones of the Northern Urals]. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaystvennoi akademii* [Vestnik of Kursk State Agricultural Academy], no. 5, pp. 14-19.

16. Ufimtseva, M.G., Bukin, A.V. (2022). Fitotsenoz poimennykh landshaftov [Phytocenosis of floodplain landscapes]. *Agroprroduktivnaya politika Rossii* [Agro-food policy in Russia], no. 4-5, pp. 57-61.

17. Shulepova, O.V., Fisunov, N.V., Sannikova, N.V. (2022). Analiz vidovogo i kolichestvennogo sostava sornykh rasteniy v pshenichnom agrofitoцenoze v usloviyakh Zaural'ya [Analysis of the species and quantitative composition of weeds in wheat agrophytocenosis in the conditions of the Trans-Urals]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Izvestia Orenburg State Agrarian University], no. 3 (95), pp. 56-60.

18. Shulepova, O.V., Sannikova, N.V. (2023). Razrabotka rekomendatsii po revitalizatsii ob'ekta obvodnennyi kar'er «Severnyy» g. Tyumeni [Development of recommendations for the revitalization of the object watered quarry "Severnyy" Tyumen]. *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Michurinsk State Agrarian University], no. 2 (73), pp. 47-51.

19. Shulepova, O.V., Sannikova, N.V. (2023). Sravnitel'naya kharakteristika flory vodnykh ob'ektov gorodskoi territorii [Comparative characteristics of the flora of water bodies of urban territory]. *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Michurinsk State Agrarian University], no. 4 (75), pp. 32-36.

Информация об авторах:

Шулепова Ольга Викторовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры экологии и рационального природопользования, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9622-1892>, shulepova73@mail.ru

Санникова Наталья Владиславовна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры экологии и рационального природопользования, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0632-3877>, sannikova-nv7@bk.ru

Information about the authors:

Olga V. Shulepova, candidate of agricultural sciences, associate professor, associate professor of the department of ecology and rational nature management, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9622-1892>, shulepova73@mail.ru

Natalya V. Sannikova, candidate of agricultural sciences, associate professor, associate professor of the department of ecology and rational nature management, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0632-3877>, sannikova-nv7@bk.ru



Научная статья

УДК 339.54.012+338.001.36

doi: 10.55186/25876740_2024_67_4_487

СТАНДАРТИЗИРОВАННЫЙ ИНДЕКС minNDTI КАК КРИТЕРИЙ ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ХОЗЯЙСТВ ИСПОЛЬЗУЮЩИХ ПРЯМОЙ ПОСЕВ

Н.Р. Ермолаев¹, Р.Г. Гаджиумаров², С.А. Юдин¹, В.П. Белобров¹,
В.К. Дридигер², И.А. Надуткин¹, Д.А. Шаповалов³

¹Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва, Россия

²Северо-Кавказский Федеральный научный аграрный центр, Михайловск, Россия

³Государственный университет по землеустройству, Москва, Россия

Аннотация. Приведен опыт по подбору данных для построения выборки minNDTI для выделения хозяйств использующих технологию прямого посева (no-till) в двух агроэкологических зонах Ставропольского края с разными агроклиматическими условиями. Ввиду ежегодного увеличения площадей, занятых ресурсосберегающими технологиями (в частности прямым посевом), разработка систем для выделения и учета является актуальной задачей для науки и производства. Растительные остатки, сохраняемые при прямом посеве, создают характерные свойства поверхности, которые можно использовать для выделения подобных хозяйств на основании данных ДЗЗ. Распространенным подходом для выделения хозяйств использующих прямой посев (ПП) является использование спектрального индекса NDTI и его мультитемпоральной производной — minNDTI. В рамках исследования были подобраны коллекции, стандартизованных за каждый год данных minNDTI с 2019 по 2023, характеризующие ПП и традиционную технологию двух агроклиматических зон: неустойчивого увлажнения и засушливую. Была проанализирована возможность использования порога значений вегетационного индекса NDVI для очистки выборок от данных соответствующих живой растительности, возможность использования двух временных диапазонов для построения набора данных minNDTI, возможность использования Landsat и Sentinel-2. Общее количество проанализированных выборок — 16. Оптимальным порогом для исключения живой растительности из выборок minNDTI является значения 0,3. При значении NDVI 0,2 происходит значительная потеря данных. Sentinel-2 позволяет использовать большее количество изображений, что способствует формированию более репрезентативных данных minNDTI. Стандартизованные данные minNDTI, полученные для засушливой зоны Ставропольского края, являются типичными за каждый год исследования, что дает основание полагать возможным использование представленных данных для выделения хозяйств, использующих прямой посев, за любой временной промежуток. Использование индекса minNDTI для выделения хозяйств применяющих технологию прямого посева, является наиболее оптимальным для регионов со схожими с засушливой зоной Ставропольского края агроклиматическими условиями.

Ключевые слова: прямой посев, ресурсосберегающее земледелие, дистанционное зондирование Земли, засушливая зона

Original article

STANDARDIZED MINNDTI INDEX AS A CRITERION FOR IDENTIFYING FARMS USING NO-TILL

N.R. Ermolaev¹, R.G. Gadzhumarov², S.A. Yudin¹, V.P. Belobrov¹,
V.K. Dridiger², A. Nadutkin¹, D.A. Shapovalov³

¹V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, Moscow, Russia

²North Caucasus Federal Agricultural Research Centre, Mikhaylovsk, Russia

³State University of Land Use Planning, Moscow, Russia

Abstract. The experience of selecting data for constructing a minNDTI sample to identify farms using no-till in two agroecological zones of the Stavropol Territory with different agro-climatic conditions is presented. Due to the annual increase in the areas occupied by conservation technologies (in particular no-till), the development of systems for allocation and accounting is an urgent task for science and industry. The crop residues preserved during no-till create characteristic surface properties that can be used to isolate such farms based on remote sensing data. A common approach to identify farms using no-till (PP) is the use of the NDTI spectral index and its multitemporal derivative, minNDTI. As part of the study, collections of standardized minNDTI data for each year from 2019 to 2023 were selected, characterizing no-till and traditional technology for two agroclimatic zones: an unstable humidification and an arid. The possibility of using the threshold values of the NDVI vegetation index to clear samples from data corresponding to living vegetation, the possibility of using two time ranges to build the minNDTI dataset, the possibility of using Landsat and Sentinel-2 data was analyzed. The total number of analyzed samples — 16. The optimal threshold for excluding living vegetation from the minNDTI samples is 0.3. At NDVI 0.2, significant data loss occurs. The standardized minNDTI data obtained for the arid zone of the Stavropol Territory are typical for each year of the study, which gives reason to believe that it is possible to use the presented data to identify farms using no-till for any time period. The use of the minNDTI index to identify farms using no-till is optimal for regions with agro-climatic conditions similar to the Arid zone of the Stavropol Territory.

Keywords: no-till, conservation agriculture, remote sensing, google earth engine, arid zone

Введение. Ресурсосберегающие технологии, в частности технология прямого посева (в зарубежной литературе no-till), получили в последнее десятилетие широкое распространение в аграрных регионах Российской Федерации. За последние годы площадь занятая ресурсосберегающими технологиями достигла 2 млн га [1]. Данная оценка является условной, так как на государственном уровне учет хозяйств, использующих прямой посев и подоб-

ные технологии, не ведется. В этой связи, для задач государственного регулирования в области сельского хозяйства, необходима разработка и внедрение подходов к выделению подобных хозяйств и оценки правильности применения в них технологии.

Прямой посев имеет ряд принципиальных отличий от традиционных подходов к обработке. Одной из ключевых особенностей прямого посева является то, что при правильном

соблюдении технологии, поверхность почвы всегда находится укрытой или культурной растительностью во время вегетационного периода, или слоем из мульчи, которая сохраняется на поле после уборки. Сохраняемая мульча формирует специфический облик ландшафта и поверхности почвы. Растительные остатки имеют специфические отражательно-поглощительные свойства в разных диапазонах электромагнитного спектра. В исследованиях отмечается, что

за счет содержания лигнина и целлюлозы растительные остатки имеют характерные свойства в коротковолновом инфракрасном диапазоне спектра (SWIR) [2,3].

На основании данных особенностей был разработан ряд спектральных индексов, объединяемых под общим названием, индексы обработки (tillage index) для расчета которых используются мультиспектральные данные дистанционного зондирования Земли [4,5]. Одним из наиболее распространенных индексов является индекс NDTI — нормализованный дифференцированный индекс обработки [6], а также

для выделения хозяйств, использующих технологию прямого посева, применяется его мультимедийная модификация — индекс minNDTI [7]. Смысл индекса minNDTI заключается в том, что из массива данных NDTI, за определенный промежуток времени, для каждого пикселя интересующей территории отбираются минимальные значения. Так как при применении прямого посева в каждый момент времени поверхность почвы перекрыта слоем растительных остатков или живой растительности, в отличие от традиционных обработок при которых почва обнажается в ходе агротехнических мероприятий,

показатель minNDTI для прямого посева будет всегда выше. Необходимо так же отметить, что для корректного выделения полей, на которых применяется no-till, minNDTI необходимо получать за несколько лет, что связано со следующими обстоятельствами:

- 1) Влияние технологии прямого посева на параметры почвенного плодородия складывается минимум за 4 года правильного применения технологии прямого посева [8,9].
- 2) При применении классических обработок и ряда агротехнических приемов так же возможно сохранение растительных остатков, однако при прямом посеве растительные остатки должны сохраняться ежегодно [10].

Преимуществом индекса NDTI является так же то, что у наиболее распространенных платформ данных ДЗЗ, таких как Landsat и Sentinel, есть каналы SWIR-1 и SWIR-2, используемые для расчета данного индекса (табл. 1).

Наряду с плюсами, индекс NDTI имеет ряд существенных недостатков, которые могут накладывать ряд ограничений на его использование. На значения каналов SWIR существенное влияние оказывает живая растительность, а также влажность поверхности [11]. В ряде исследований, в которых упоминается индекс NDTI в ключе выделения хозяйств, использующих no-till, для исключения живой растительности из выборки используется маска живой растительности, построенная на основании данных NDVI > 0.3 [12,13]. Данный порог отсекается является условным, так как не существует строго разграничения живой и не живой растительности на основании вегетационных индексов. Для исключения влияния влажности на данные SWIR из общей выборки данных ДЗЗ исключаются изображения, соответствующие датам в которые на конкретной территории выпали осадки.

Целью данного исследования является анализ возможности использования данных minNDTI для определения факта использования хозяйствами прямого посева в разных по увлажнению агроклиматических условиях на примере Ставропольского края.

Объекты и методы. Согласно современному агроклиматическому районированию в Ставропольском крае выделяется 4 зоны, наиболее крупными из которых являются засушливая и зона неустойчивого увлажнения (рис. 1). Ключевые агроклиматические особенности зон представлены в таблице 2 [14]. В представленных макроклиматических регионах были подобраны хозяйства с традиционной для региона технологией и прямым посевом (рис. 2).

В Засушливой зоне (северо-западная подзона — IIa) расположены хозяйства ООО «Добровольное» ведущее производство по системе прямого посева с 2007 года, использующее посевной комплекс Case RPD (сеялку Georgia для узкорядных культур и сеялку Kinze для широкорядных культур), и СППК «Софиевский», применяющее традиционную для региона вспашку. В зоне неустойчивого увлажнения находятся хозяйства ООО «Красносельское» и ООО «Бешпагир».

В «Красносельском» применяется технология no-till начиная с 2008 года, используются посевные комплексы John Deere 1890 и Great plains. Во всех хозяйствах основными культурами являются озимая пшеница, горох, подсолнечник. Так же в плодосмен включаются

Таблица 1. Диапазоны каналов SWIR 1 и SWIR 2 платформ данных ДЗЗ Landsat и Sentinel-2
Table 1. SWIR 1 and SWIR 2 bands of data from Landsat and Sentinel-2 remote sensing platforms

Диапазон	Sentinel-2 диапазон спектра (нм)	Landsat-8 диапазон спектра (нм)
SWIR-1	1565-1655	1566-1651
SWIR-2	2100-2280	2107-2294

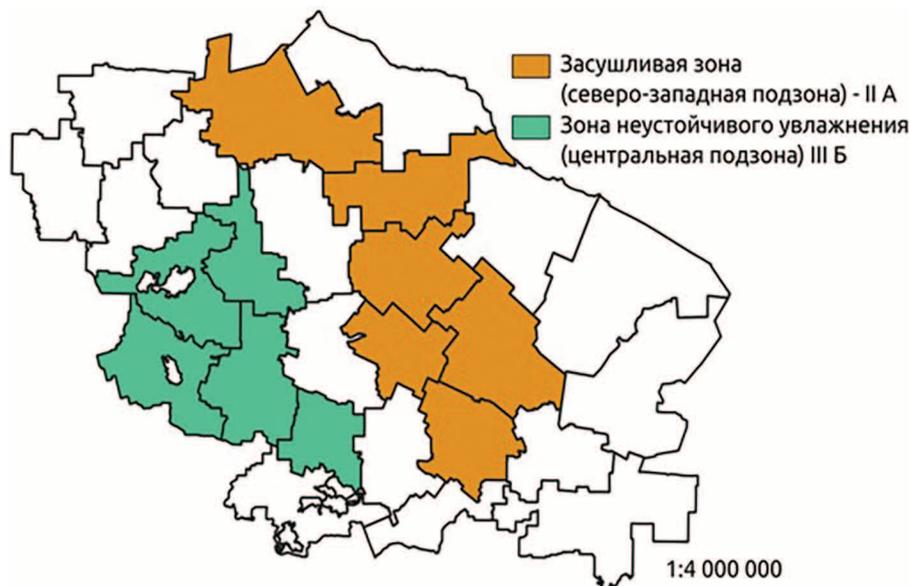


Рисунок 1. Зоны агроэкологического районирования Ставропольского края
Figure 1. Agroecological zoning of the Stavropol Territory

Таблица 2. Агроклиматические особенности IIa и IIIб зон Ставропольского края
Table 2. Agroclimatic features of zones IIa and IIIb of the Stavropol Territory

Показатель		Засушливая зона (северо-западная подзона — IIa)	Зона неустойчивого увлажнения (центральная подзона — IIIб)
Площадь пашни, га (поданным Росреестра за 2000)		1196069	605701
Преобладающий тип почв		Темно-каштановые — 38,2%	Черноземы обыкновенные — 62,0%
Температура	Годовая	10,7	9,7
	январь	-2,3	-2,3
	Июль	24,5	22,5
Осадки	Год	461	558
	Вегетационный период	324	410
Коэффициент увлажнения		0,21	0,30
Основной период вегетации	Начало	13,04	16,04
	Конец	18,10	16,10
Административно территориальные районы лежащие в пределах подзон		Ипатовский район, Туркменский район, Благодарненский район, Новоселицкий район, Буденновский район, Советский район	Грачевский район, Шпаковский район, Кочубеевский район, Андроповский район, Минераловодский район



нут, рапс и лен. В рамках исследования планировалось использовать набор гармонизированных данных Landsat и Sentinel-2 HLS30 [15], однако на данный момент в открытом доступе в коллекции HLS30 находятся только данные системы Landsat. Поскольку из-за различий в диапазоне каналов ЭМС сенсоров двух данных систем совместное использование некорректно, расчет показателя minNDTI осуществлялся для каждой платформы отдельно. На территорию представленных хозяйств были подобраны данные ДЗЗ систем Landsat (набор данных HLS/HLSL30 — гармонизованные данные Landsat 8/9) и Sentinel-2 (набор данных COPERNICUS/S2_SR_HARMONIZED — гармонизованные данные Sentinel 2 A/B) за 5 лет — с 2019 года по 2023 год, уровня коррекции surface reflectance (отражение поверхности).

Первичным критерием для отбора изображений в коллекции был процент покрытия облачностью не более 60%. На основании общепринятых алгоритмов из изображений исключались пиксели, соответствующие облакам и теням облаков. Так же осуществлялась временная фильтрация данных, использовались два варианта фильтра: 1) подбор данных за вегетационный сезон в каждый год, для каждой исследуемой агроклиматической зоны, 2) подбор данных с 1-го июля по 1-е октября каждого года. Выбор дат для второго варианта фильтрации данных по датам обусловлен сроками уборки в Ставропольском крае — в период с июля по октябрь в данном регионе происходит уборка как озимых, так и яровых культур и мы имеем большую вероятность получения данных характеризующих поля после уборки.

Для каждой полученной мозаики данных дистанционного зондирования земли рассчитывались индексы NDVI и NDTI. На основании значений индекса NDVI строилась маска для исключения живой растительности. В рамках представленного исследования было апробировано два порога для исключения живой растительности — значения NDVI — 0,3 и 0,2. Так же на основании данных CHIRPS Daily (климатический набор данных построенный на основании данных ДЗЗ и данных локальных метеостанций) были построены ежедневные маски осадков. Фильтрация осадков осуществлялась с шагом два дня: если согласно данным CHIRPS Daily в конкретный день выпадали осадки, маска территории осадков применялась на два дня последующих выпадению осадков. Финальным этапом обработки данных ДЗЗ было построение мультитемперных данных minNDTI за каждый год для каждой платформы, временного фильтра и при двух порогах NDVI. Все варианты коллекций и количество мозаик на основании которых строились данные minNDTI представлены в табл. 3.

Поскольку распределение значений minNDTI отличается от нормального [16] для каждого поля исследуемых хозяйств, из полученных данных ДЗЗ была извлечена медиана. Для возможности сравнения данных minNDTI между собой по годам в рамках каждой выборки за каждый год значения, характеризующие прямой посев и традиционную обработку, стандартизировались путем приведения среднего по выборке за год к 0, а стандартного отклонения к 1. На итоговых значениях проводилось статистическое тестирование методом Краскел-уолиса (H-тест) [17].

Подбор и подготовка данных дистанционного зондирования Земли осуществлялись при помощи облачного сервиса Google earth engine [18]. Визуализация и статистическая обработка результатов осуществлялись при помощи языка программирования python в среде разработки Visual Studio Code. Достоверность полученных результатов подтверждена статистическими методами при р-уровне значимости — 0,05.

Результаты и обсуждение. Статистическое тестирование (табл. 4) показало, что вне зависимости от платформы данных, порогового значения для удаления растительности и периода, за который отбираются данные, значения minNDTI для прямого посева всегда статистически достоверно отличаются от значений для традиционной обработки. Кроме этого так же следует отметить, что выборки minNDTI платформ Landsat и Sentinel для прямого посева и традиционной обработки достоверно статистически

различаются между собой, что не позволяет использовать их совместно.

Значения minNDTI, при сравнении данных за 5 лет выборки традиционной технологии (ТТ) и ПП, всегда имеют статистически достоверные различия, что подтверждает возможность использования подобных данных для выделения хозяйств использующих прямой посев. Для зоны неустойчивого увлажнения (III а) не удалось подобрать стабильные данные за каждый год исследования, относящиеся к единой генеральной совокупности, характеризующие прямой посев и традиционную обработку. На наш взгляд, это можно связать с ограниченным набором данных из-за повышенной облачности в данной агроклиматической зоне. Выборки ПП и ТТ различаются между собой, однако выработать строгий критерий для разделения обработок на основании minNDTI, в силу приведенных обстоятельств, пока не представляется возможным.

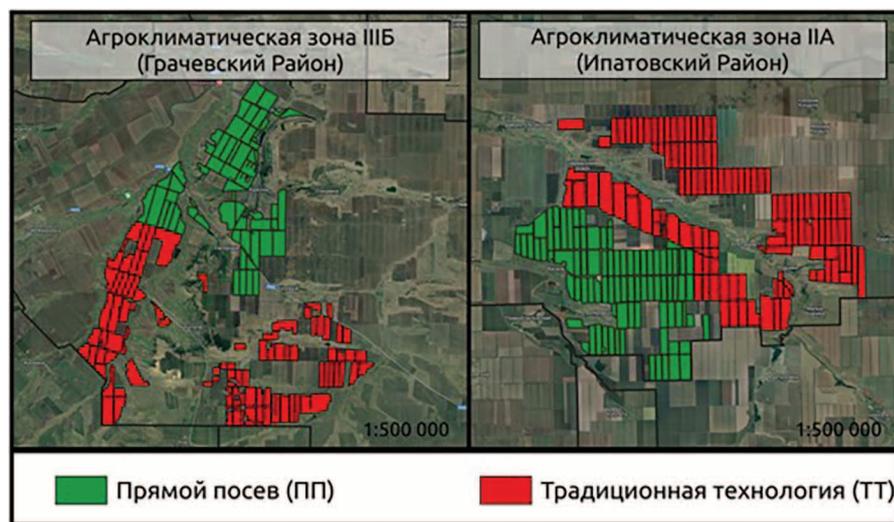


Рисунок 2. Геометрии полей хозяйств, на основании которых формировались выборки данных minNDTI
Figure 2. Farm field geometries on the basis of which minNDTI data samples were formed

Таблица 3. Варианты выборок и количество уникальных дат для каждой коллекции на основании которых строились данные minNDTI

Table 3. Sampling options and the number of unique dates for each collection on the basis of which minNDTI data were constructed

Коллекция (количество изображений)	Агроклиматическая зона	Год				
		2019	2020	2021	2022	2023
Landsat, NDVI = 0,2 Полный вег. период	IIa	18	17	17	30	26
	IIIб	18	17	16	31	28
Landsat, NDVI = 0,3 Полный вег. период	IIa	18	17	17	30	26
	IIIб	18	17	16	31	28
Landsat, NDVI = 0,2 С 07-01 по 10-01	IIa	9	9	11	16	14
	IIIб	9	10	11	17	16
Landsat, NDVI = 0,3 С 07-01 по 10-01	IIa	9	9	11	16	14
	IIIб	9	10	11	17	16
Sentinel-2, NDVI = 0,2 Полный вег. период	IIa	57	59	55	44	51
	IIIб	62	62	58	53	56
Sentinel-2, NDVI = 0,3 Полный вег. период	IIa	57	59	55	44	51
	IIIб	62	62	58	53	56
Sentinel-2, NDVI = 0,2 С 07-01 по 10-01	IIa	27	34	30	23	27
	IIIб	32	35	31	29	31
Sentinel-2, NDVI = 0,3 С 07-01 по 10-01	IIa	27	34	30	23	27
	IIIб	32	35	31	29	31



Оптимальные значения для выборок были получены при использовании системы Sentinel-2 при значении NDVI как порога для исключения живой растительности 0,3, и сроке отбора данных с 1 июня по 1 октября каждого года для засушливой агроклиматической зоны (IIб). Набор данных Sentinel-2 позволил подобрать значения minNDTI в выборке за каждый год из 5 лет так, что были получены стабильные показатели для прямого посева и традиционной технологии. Выборки за каждый год как по прямому посеву так и для традиционной технологии

относятся к одной генеральной совокупности. Так же в ходе исследования было установлено, что порог для отсекаемости растительности 0,2 NDVI как способствует большим потерям данных и использование его не рекомендуется (табл. 5).

При использовании данных системы Landsat средние за 5 лет потери данных при пороге фильтрации растительности NDVI = 0,2 для IIa зоны составляют 45,7%, для IIIб зоны 79,6%. В тоже время мы наблюдаем закономерность что для IIIб зоны при использовании разных

систем и порогов NDVI потери данных, как правило выше. Сравнение потерь данных Landsat и Sentinel-2 говорит о том, что предпочтительнее использовать данные Sentinel-2 так как за счет большего количества изображений коллекция данных на основании которых будет строиться minNDTI будет больше, и вероятность получения репрезентативных данных выше. Следует обратить внимание и на разницу потерь между агроклиматическими зонами — в зоне неустойчивого увлажнения потери как при использовании Landsat так и Sentinel-2 выше, что в свою очередь связано с большим процентом облачности на изображениях.

На рис. 3 представлено распределение значений для выборки, основанной на данных Sentinel-2, при пороге для удаления живой растительности NDVI = 0,3 и временном диапазоне данных — с 1 июня по 1 октября за каждый год.

Среднее значение по общей выборке для прямого посева составляет 0,8, а медиана 0,89 при коэффициенте вариации 0,7. Для традиционной технологии среднее — 0,58, медиана — 0,74 при коэффициенте вариации 0,43. Данные статистики были получены для выборок вне зависимости от культур. Это говорит о том, что значения minNDTI для любой культуры в засушливой зоне Ставропольского края будут выше, чем при традиционной технологии. Отмечается так же более высокий коэффициент вариации при прямом посеве, что отвечает более широкому диапазону значений стандартизованного minNDTI в выборке, и в свою очередь связано с неоднородностью покрова растительных остатков при разных культурах. Следует отметить и выбросы, имеющиеся для некоторых лет в выборках. Исключение выбросов возможно осуществить в дальнейшем при помощи удаления данных выходящих за пределы в 1,5 межквартильных размаха.

Заключение. Установлено, что вне зависимости от способа подбора данных значения minNDTI всегда будут выше при прямом посеве чем при традиционной технологии. Наиболее оптимальным уровнем фильтрации живой растительности из набора данных является порог значения NDVI > 0,3, так как при более низких значениях есть вероятность потери значительной части данных. Наиболее полную и репрезентативную коллекцию данных minNDTI возможно получить при использовании данных Sentinel — 2, как основы. Для засушливой зоны Ставропольского края (северо-западная подзона) были получены выборки minNDTI характеризующие прямой посев и традиционную для региона технологию. Они являются типичными за каждый год исследования, что дает основание полагать возможным использование представленных данных для выделения хозяйств использующих прямой посев за любой временной промежуток.

Для зоны неустойчивого увлажнения (центральная подзона) значения по годам, приведенные в данном исследовании статистически достоверно различаются между собой, что не позволяет установить однозначный критерий на основании minNDTI для разделения ПП и ТТ в этом регионе.

Индекс minNDTI при стандартизации, является качественным признаком для выделения хозяйств по применяемой технологии. Его использование оптимально в агроклиматических

Таблица 4. Результаты статистического тестирования (H-тест) для выборок minNDTI**
Table 4. Results of statistical testing (H-test) for minNDTI samples

Коллекция (количество изображений)	Агроклиматическая зона	Результаты статистического тестирования			
		Выборка ПП	Выборка ТТ	Различия между ПП и ТТ	Различия Landsat/sentinel
Landsat, NDVI = 0,2 Полный вег. период	IIa	Нет различий	Есть различия	Есть различия	Есть различия
	IIIб	Есть различия	Есть различия	Есть различия	
Landsat, NDVI = 0,3 Полный вег. период	IIa	Нет различий	Есть различия	Есть различия	Есть различия
	IIIб	Есть различия	Есть различия	Есть различия	
Landsat, NDVI = 0,2 С 07-01 по 10-01	IIa	Нет различий	Есть различия	Есть различия	Есть различия
	IIIб	Есть различия	Есть различия	Есть различия	
Landsat, NDVI = 0,3 С 07-01 по 10-01	IIa	Есть различия	Есть различия	Есть различия	Есть различия
	IIIб	Есть различия	Есть различия	Есть различия	
Sentinel-2, NDVI = 0,2 Полный вег. период	IIa	Нет различий	Есть различия	Есть различия	Есть различия
	IIIб	Есть различия	Есть различия	Есть различия	
Sentinel-2, NDVI = 0,3 Полный вег. период	IIa	Нет различий	Есть различия	Есть различия	Есть различия
	IIIб	Есть различия	Нет различий	Есть различия	
Sentinel-2, NDVI = 0,2 С 07-01 по 10-01	IIa	Нет различий	Нет различий	Есть различия	Есть различия
	IIIб	Есть различия	Есть различия	Есть различия	
Sentinel-2, NDVI = 0,3 С 07-01 по 10-01	IIa	Нет различий	Нет различий	Есть различия	Есть различия
	IIIб	Есть различия	Есть различия	Есть различия	

**В таблице зеленым цветом выделены те выборки в которых отсутствуют статистически достоверные различия (уровень значимости $p > 0.5$) **

Таблица 5. Потери при фильтрации данных от живой растительности при уровне NDVI 0.3 и 0.2
Table 5. Losses when filtering data from vegetation at NDVI threshold 0.3 and 0.2

Система ДЗЗ	Значения NDVI для фильтрации	Зона	Процент потерь (%)
Landsat	0,2	IIa	45,7
	0,2	IIIб	79,6
	0,3	IIa	3,1
	0,3	IIIб	23,5
Sentinel-2	0,2	IIa	7,7
	0,2	IIIб	26,9
	0,3	IIa	0,7
	0,3	IIIб	5,6

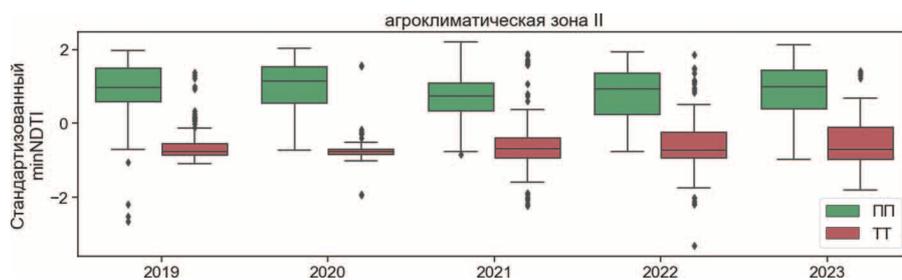


Рисунок 3. Распределение значений minNDTI для II а зоны, полученных на основании данных Sentinel-2, при пороге NDVI 0,3 и временном диапазоне от 1 июня по 1 октября
Figure 3. Distribution of minNDTI values for zone II a, obtained based on Sentinel-2 data, with an NDVI threshold of 0.3 and a time range from June 1 to October 1



условиях схожих с засушливой зоной (северо-западная подзона) или еще более засушливых регионов на востоке Ставропольского края. В более влажных агроклиматических условиях следует учитывать значения индекса minNDTI за каждый год отдельно. Это связано с облачностью и недостатком сцен для анализа.

Список источников

1. Дридигер В.К. Состояние проведения исследований по минимизации обработки почвы и прямому посеву // Сельскохозяйственный журнал. 2019. Т. 5. С. 8-16.
2. Hively W.D. и др. Mapping crop residue and tillage intensity using WorldView-3 satellite shortwave infrared residue indices // Remote Sens. 2018. Т. 10. № 10. С. 1657.
3. Perry C.R., Lautenschlager L.F. Functional equivalence of spectral vegetation indices // Remote Sens. Environ. 1984. Т. 14. № 1-3. С. 169-182.
4. Cai W. и др. Comparison of Different Crop Residue Indices for Estimating Crop Residue Cover Using Field Observation Data // 2018 7th International Conference on Agro-geoinformatics (Agro-geoinformatics). : IEEE, 2018. С. 1-4.
5. Jin X. и др. Estimation of maize residue cover using Landsat-8 OLI image spectral information and textural features // Remote Sens. 2015. Т. 7. № 11. С. 14559-14575.
6. Van Deventer A.P. и др. Using thematic mapper data to identify contrasting soil plains and tillage practices // Photogram. Eng. Remote Sens. 1997. Т. 63. № 1. С. 87-93.
7. Zheng B. и др. Multitemporal remote sensing of crop residue cover and tillage practices: A validation of the minNDTI strategy in the United States // J. Soil Water Conserv. 2013. Т. 68. № 2. С. 120-131.
8. Дридигер В.К. Технология no-till и допускаемые при её освоении ошибки // Сельскохозяйственный журнал. 2018. Т. 1. № 11. С. 14-23.
9. Сулейменов М.К. Стандартизировать исследования по нулевой технологии // Аграрный сектор. 2015. № 2 (24). С. 90-96.
10. Щукин С.В., Труфанов А.М. Экологизация сельского хозяйства (перевод традиционного сельского хозяйства в органическое). Москва: Буки Веди, 2012. 196 с.
11. Daughtry C., Huntjr E. Mitigating the effects of soil and residue water contents on remotely sensed estimates of crop residue cover // Remote Sens. Environ. 2008. Т. 112. № 4. С. 1647-1657.

12. Beeson P.C., Daughtry C.S. T., Wallander S.A. Estimates of conservation tillage practices using landsat archive // Remote Sens. 2020. Т. 12. № 16. С. 1-18.
13. Zheng B. и др. Remote sensing of crop residue and tillage practices: Present capabilities and future prospects // Soil Tillage Res. 2014. Т. 138. С. 26-34.
14. Кулинец В.В. Система земледелия нового поколения Ставропольского края. Ставрополь: АГРУС Ставропольского государственного аграрного университета, 2013. 520 с.
15. Masek J. и др. HLS Operational Land Imager Surface Reflectance and TOA Brightness Daily Global 30m v2.0 [Data set]. NASA EOSDIS Land Processes Distributed Active Archive Center.
16. Ермолаев Н.Р. и др. No-till identification by crop residues on the soil surface using the multi-temporal integral index minNDTI // АгроЭкоИнфо. 2021. Т. 4. № 46.
17. Kruskal W.H., Wallis W.A. Use of Ranks in One-Criterion Variance Analysis // J.Am. Stat. Assoc. 1952. Т. 47. № 260. С. 583.
18. Gorelick N. и др. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone // Remote Sens. Environ. 2017.

References

1. Driediger V.K. (2019). *Sostoyaniye provedeniya issledovaniy po minimizatsii obrabotki pochvy i pryamomu pos-evu* [The state of research on minimizing tillage and no-till]. *Sel'skokhozyaystvennyy zhurnal* [Agricultural Journal], vol. 5, pp. 8-16.
2. Hively W.D. et al. (2018). Mapping crop residue and tillage intensity using WorldView-3 satellite shortwave infrared residue indices. *Remote Sens*, vol. 10, no. 10, p. 1657.
3. Perry C.R., Lautenschlager L.F. (1984). Functional equivalence of spectral vegetation indices. *Remote Sens. Environ*, vol. 14, no. 1-3, pp. 169-182.
4. Cai W. et al. (2018). Comparison of Different Crop Residue Indices for Estimating Crop Residue Cover Using Field Observation Data, 7th International Conference on Agro-geoinformatics (Agro-geoinformatics). IEEE, 2018, pp. 1-4.
5. Jin X. et al. (2015). Estimation of maize residue cover using Landsat-8 OLI image spectral information and textural features. *Remote Sens*, vol. 7, no. 11, pp. 14559-14575.
6. Van Deventer A.P. et al. (1997). Using thematic mapper data to identify contrasting soil plains and tillage practices. *Photogram. Eng. Remote Sens*, vol. 63, no. 1, p. 87-93.

7. Zheng B. et al. (2014). Remote sensing of crop residue and tillage practices: Present capabilities and future prospects. *Soil Tillage Res*, vol. 138, pp. 26-34.
8. Dridiger V.K. (2018). *Tekhnologiya no-till i dopuskayemye pri yeyo osvoyenii oshibki* [No-till technology and mistakes made during its development]. *Sel'skokhozyaystvennyy zhurnal* [Agricultural Journal], vol. 1, no. 11, pp. 14-23.
9. Suleimenov M.K. (2015). Standartizirovat' issledovaniya po nulevoy tekhnologii [Standardize research on zero technology], *Agrarnyy sektor* [Agricultural sector], no. 2 (24), pp. 90-96.
10. Shchukin S.V., Trufanov A.M. (2012). *Ekologizatsiya sel'skogo khozyaystva (perevod traditsionnogo sel'skogo khozyaystva v organicheskoye)* [Ecologization of agriculture (translation of traditional agriculture into organic)], Moscow, *Buki Vedi*, 196 p.
11. Daughtry C., Huntjr E. (2008). Mitigating the effects of soil and residue water contents on remotely sensed estimates of crop residue cover. *Remote Sens. Environ*, vol. 112, no. 4, p. 1647-1657.
12. Beeson P.C., Daughtry C.S. T., Wallander S.A. (2020). Estimates of conservation tillage practices using landsat archive. *Remote Sens*, vol. 12, no. 16, pp 1-18.
13. Zheng B. et al. (2013). Multitemporal remote sensing of crop residue cover and tillage practices: A validation of the minNDTI strategy in the United States // *J. Soil Water Conserv. Vol. 68, No. 2, P. 120-131.*
14. Kulintsev V.V. (2013). Sistema zemledeliya novogo pokoleniya Stavropol'skogo kraya [New generation farming system of the Stavropol Territory], Stavropol, *AGRUS Stavropol State Agrarian University*, 520 p.
15. Masek J. et al. HLS Operational Land Imager Surface Reflectance and TOA Brightness Daily Global 30m v2.0 (Data set) NASA EOSDIS Land Processes Distributed Active Archive Center.
16. Ermolaev N.R. et al. (2021). No-till identification by crop residues on the soil surface using the multi-temporal integral index minNDTI. *AgroEcolInfo*, vol. 4, no. 46.
17. Kruskal W.H., Wallis W.A. (1952). Use of Ranks in One-Criterion Variance Analysis, *J.Am. Stat. Assoc. Vol. 47, No. 260. P. 583.*
18. Gorelick N. et al. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sens. Environ*.

Информация об авторах:

Ермолаев Никита Романович, научный сотрудник межинститутского отдела по изучению черноземных почв, Почвенный институт им. В.В. Докучаева, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6126-5676>, n.r.ermolaev94@gmail.com

Гаджиумаров Расул Гаджиумарович, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией возделывания сельскохозяйственных культур, Северо-Кавказский Федеральный научный аграрный центр, rasul_agro@mail.ru

Юдин Сергей Анатольевич, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник межинститутского отдела по изучению черноземных почв, Почвенный институт им. В.В. Докучаева, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2199-8474>, yudin_sa@esoil.ru

Белобров Виктор Петрович, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий межинститутским отделом по изучению черноземных почв, Почвенный институт им. В.В. Докучаева, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6126-5676>, belobrovvp@mail.ru

Дридигер Виктор Корнеевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, руководитель научного направления, Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0510-2220>, dridiger.victor@gmail.com

Надуткин Иван Александрович, лаборант межинститутского отдела по изучению черноземных почв, Почвенный институт им. В.В. Докучаева

Шаповалов Дмитрий Анатольевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры высшей математики, физики и информатики, Государственный университет по землеустройству, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8268-911X>, shapoval_ecology@mail.ru

Information about the authors:

Nikita R. Ermolaev, junior researcher, V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6126-5676>, n.r.ermolaev94@gmail.com

Rasul G. Gadzhumarov, candidate of agricultural sciences, head of the laboratory of agricultural cultivation, North Caucasus Federal Agricultural Research Center, rasul_agro@mail.ru

Sergey A. Yudin, candidate of biological sciences, Leading Researcher of the Inter-Institute department for the study of chernozem soils, V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2199-8474>, yudin_sa@esoil.ru

Victor P. Belobrov, doctor of agricultural sciences, head of the inter-institute department for the study of chernozem soils, V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6126-5676>, belobrovvp@mail.ru

Viktor K. Dridiger, doctor of agricultural sciences, professor, head of scientific direction, North Caucasus Federal Agricultural Research, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0510-2220>, dridiger.victor@gmail.com

Ivan A. Nadutkin, laboratory assistant o of the inter-institute department for the study of chernozem soils, V.V. Dokuchaev Soil Science Institute

Dmitry A. Shapovalov, doctor of technical sciences, professor, professor department of higher mathematics, physics and computer science, State University of Land Use Planning, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8268-911X>, shapoval_ecology@mail.ru





Научная статья
УДК 631.811.98
doi: 10.55186/25876740_2024_67_4_492

ИЗУЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФИТОМЕЛАТОНИНА КАК ПЕРСПЕКТИВНОГО РЕГУЛЯТОРА РОСТА РАСТЕНИЙ

О.А. Шаповал, М.Т. Мухина

Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова, Москва, Россия

Аннотация. В проведенных исследованиях в качестве стандартного способа тестирования ростовых веществ для анализа биологической активности было выбрано определение всхожести и энергии прорастания семян, а также анализ развития проростков (ГОСТ 33061-2014). Исследования, направленные на установление оптимальной концентрации растворов фитомелатонина для предпосевной обработки семян, а также изучение их воздействия на всхожесть семян и интенсивность их прорастания проводились в лаборатории испытаний элементов агротехнологий, агрохимикатов и регуляторов роста растений ФГБНУ «ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова» в 2019-2020 гг. Исследования проводились в двух пулах лабораторных опытов. Объектами исследований в опыте были: 1. Мелатонин (N-acetyl-5-methoxytryptamine), который представляет собой плейотропную молекулу индольной природы; 2. Пшеница яровая, сорт Злата — разновидность лютеценс; 3. Соя, сорт Олимпия; 4. Огурец, гибрид Герман F1(защищенный грунт). В результате исследований был определен диапазон оптимальных концентраций для обработки семян фитомелатонином, который составил для культуры яровой пшеницы 0,05; 0,01 и 0,0001%. Для культуры сои и огурца диапазон оптимальных концентраций для обработки семян фитомелатонином составил 0,05; 0,001 и 0,0005% соответственно. В опытных вариантах с изучаемыми концентрациями были получены высокие биометрические показатели проростков сельскохозяйственных культур (длина корешка и ростка), всхожесть и энергия прорастания.

Ключевые слова: мелатонин, удобрения, микроэлементы, регистрационные испытания, регулятор роста

Original article

STUDYING THE BIOLOGICAL EFFECTIVENESS OF PHYTOMELATONIN AS A PROMISING PLANT GROWTH REGULATOR

O.A. Shapoval, M.T. Mukhina

All-Russian Research Institute of Agrochemistry named after D.N. Pryanishnikov, Moscow, Russia

Abstract. As a result of our research determination of germination and germination energy of seeds, as well as analysis of seedling development (GOST 33061-2014) was chosen as a standard method for testing growth substances for the analysis of biological activity. Research aimed at establishing the optimal concentration of phytomelatonin solutions for pre-sowing seed treatment, as well as studying their effect on seed germination and the intensity of their germination, was carried out in the laboratory for testing elements of agricultural technologies, agrochemicals and plant growth regulators of the All-Russian Research Institute of Agrochemistry named after D.N. Pryanishnikov in 2019-2020. The studies were carried out in two pools of laboratory experiments. The objects of research in the experiment were: 1. Melatonin (N-acetyl-5-methoxytryptamine), which is a pleiotropic molecule of indole nature; 2. Spring wheat, Zlata variety — a variety of lutescens; 3. Soybean, Olympia variety; 4. Cucumber, hybrid Hermann F1 (protected soil). As a result of our research, the range of optimal concentrations for seed treatment with phytomelatonin was determined, which was 0.05% for spring wheat; 0.01 and 0.0001%. For soybean and cucumber crops, the range of optimal concentrations for seed treatment with phytomelatonin was 0.05; 0.001 and 0.0005% respectively. In experimental variants with the studied concentrations, we obtained high biometric indicators of crop seedlings (length of root and sprout), germination, and germination energy.

Keywords: melatonin, fertilizers, microelements, registration tests, growth regulator

Введение. В последние годы наблюдается повышенный интерес к поиску новых биологически активных веществ природного происхождения. Отдельное место в этом процессе занимает мелатонин (N-ацетил-5-метокситриптамин): молекула, обладающая плейотропным действием, встречающаяся в эволюционно отдаленных организмах, таких как бактерии, одно- и многоклеточные водоросли, высшие растения, беспозвоночные и позвоночные животные [1, 2, 4].

Открытие фитомелатонина (ФМЛ) в растениях привело к значительным изменениям в исследованиях многих аспектов физиологии растений [7, 8].

Исследования последних лет показали, что растения оснащены ферментативной системой для биосинтеза ФМЛ; они также способны синтезировать предшественник ФМЛ — триптофан, а также поглощать экзогенно поступающий ФМЛ из окружающей среды. Все это позволяет предположить, что обработка семян мелатонином будет способствовать повышению их всхожести и энергии прорастания [3, 5, 6].

Влияние мелатонина на качество посевного материала. Фитомелатонин был обнаружен и количественно определен в корнях, побегах, листьях, цветах, плодах и семенах в яблоках,

ячмене, фасоли, огурцах, винограде, люпине, кукурузе, картофеле, рисе, помидорах и т.д. [5-8]. Его наивысшее содержание было обнаружено в репродуктивных органах, особенно в семенах. Было замечено, что концентрации ФМЛ различались не только от вида к виду растений, но и среди разновидностей одного и того же вида [6, 9].

Ряд исследователей отмечают, что обработка семян ряда культур мелатонином улучшает их энергию и эффективность прорастания, мелатонин в низких концентрациях может стимулировать рост растений в высоту, а большая концентрация оказывает ингибирующее действие, то есть эффект зависит от дозы и является видоспецифичным [1, 2, 4].

Возможность применения каждого нового биологически активного вещества в биологии, медицине, сельском хозяйстве сопровождается тестированием новых соединений на биологических модельных системах. В качестве стандартного способа тестирования ростовых веществ для анализа биологической активности на сельскохозяйственных культурах в настоящее время широко используют семена растений. Их тестируют на всхожесть и энергию прорастания семян, а также анализируют развитие проростков (ГОСТ 33061-2014).

Для определения оптимальных концентраций препаратов при обработке семян исследуемых растений в первичном скрининге важно выявить концентрации, при которых всхожесть, энергия прорастания, масса проростков, длина ростка и корешка будут самыми приемлемыми. От точности скрининга зависит будущая эффективность в процессе вегетации растений агроприемов.

Методика проведения опыта. Исследования, направленные на установление оптимальной концентрации растворов ФМЛ для предпосевной обработки семян, а также изучение их воздействия на всхожесть семян и интенсивность прорастания проводились в лаборатории испытаний элементов агротехнологий, агрохимикатов и регуляторов роста растений ФГБНУ «ВНИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова» в 2019-2020 гг. в двух пулах лабораторных опытов.

Объектами исследований были: Мелатонин (N-acetyl-5-methoxytryptamine) — плейотропная молекула индольной природы. Пшеница яровая, сорт Злата — разновидность лютеценс. Соя, сорт Олимпия. Огурец, гибрид Герман F1.

Повторность опыта — 4-кратная. Экспозиция обработки семян — 1 час.



Схемы опытов: 1. Контроль — вода; 2. Фитомелатонин — 1%; 3. Фитомелатонин — 0,9%; 4. Фитомелатонин — 0,8%; 5. Фитомелатонин — 0,7%; 6. Фитомелатонин — 0,6%; 7. Фитомелатонин — 0,5%; 8. Фитомелатонин — 0,4%; 9. Фитомелатонин — 0,3%; 10. Фитомелатонин — 0,2%; 11. Фитомелатонин — 0,1%; 12. Фитомелатонин — 0,05%; 13. Фитомелатонин — 0,01%; 14. Фитомелатонин — 0,005%; 15. Фитомелатонин — 0,001%; 16. Фитомелатонин — 0,0005%; 17. Фитомелатонин — 0,0001%; 18. Фитомелатонин — 0,00005%; 19. Фитомелатонин — 0,00001%.

Результаты исследований подвергали математической обработке методами дисперсионного и корреляционно-регрессионного анализов (Допехов Б.А., 1985). Статистическую обработку результатов полевых опытов проводили на персональном компьютере с использованием программы AGROS версия 2.06.

Результаты исследований эффективности фитомелатонина как перспективного регулятора роста растений. За последние годы совершен большой прогресс в понимании роли ФМЛ. Однако в основном это касается физиологических функций фитомелатонина в растении. Его свойства как возможного стимулятора роста растений с весьма обширными функциями требовали тщательных исследований на различных культурах. Проведение скрининга с ФМЛ проходило в несколько этапов. Полученные результаты показали предварительно высокую биологическую активность данного вещества.

Скрининговые испытания фитомелатонина, проведенные на 3-х культурах в 2-х пулах лабораторного опыта выявили концентрации, при которых такие показатели, как всхожесть, энергия прорастания, масса проростков, длина ростка и корешка были самыми оптимальными. При проведении лабораторного опыта были использованы только высококачественные семена выбранных культур.

Для яровой пшеницы оптимальные концентрации при обработке семян находились в диапазоне: 0,05; 0,01; 0,0001%. Энергия прорастания в опытных вариантах колебалась от 99 до 100%, а в контроле — 95%, всхожесть показала одинаковые результаты — 100% (табл. 1). Результаты представлены в таблицах в среднем за 2 года испытаний

Для огурца и сои оптимальными концентрациями при обработке семян оказались 0,05; 0,001 и 0,0005%. ФМЛ оказал влияние на энергию прорастания семян огурца. Если в контрольном варианте этот показатель составил 74%, то в вариантах с оптимальными концентрациями — 84-87%. Лабораторная всхожесть, как и в опыте с яровой пшеницей составила во всех оптимальных вариантах и в контроле 100% (табл. 2, 3). Необходимо отметить, что тенденции, с небольшими колебаниями, сохранялись в 2-х пулах опытов, как в 2019, так и 2020 гг.

На культуре сои мы смогли наблюдать выраженный эффект повышения всхожести и энергии прорастания семян в зависимости от варианта опыта.

Для культуры сои сохранялась тенденция повышения эффективности фитомелатонина, начиная с концентрации рабочего раствора 0,05%. Оптимальными концентрациями на культуре сои были 0,05; 0,001 и 0,0005%.

Исследования показали, что ФМЛ обладает избирательной эффективностью в зависимости от культуры.

В опыте наблюдалось положительное влияние фитомелатонина на биометрические показатели проростков растений. В вариантах опыта, с концентрацией раствора ФМЛ 0,05; 0,01; 0,0001% на культуре яровой пшеницы масса ростка составила 3,4-3,8 г соответственно, длина корешка — 14,1-14,9 см, длина ростка — 9,6-10,3 см, при соответствующих показателях в контрольном варианте — 2,7 г; 12,3 и 7,5 см соответственно. Все концентрации от 1 до 0,1% не оказали отрицательного влияния и были на уровне контрольного варианта.

Энергия прорастания в вариантах составила 64-65%, в контроле — 57%, лабораторная всхожесть составила, соответственно, 70-78% против 61% в контрольном варианте. Очевидно, угнетающие концентрации находятся выше уровня 1% раствора, однако мы не увидели целесообразности изучения таких высоких концентраций (табл. 1).

Определение биометрических показателей на растениях огурца выявило положительное влияние оптимальных концентраций на проростки.

Таблица 1. Результаты скрининговых испытаний фитомелатонина на яровой пшенице

Table 1. Results of screening tests of phytomelatonin on spring wheat

Вариант опыта (концентрация раствора, %)	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %	Масса проростка, г	Длина корешка, см	Длина ростка, см
Контроль	95	100	2,7	12,3	7,5
1	95	100	2,6	12,2	7,5
0,9	95	100	3,0	12,1	8,1
0,8	95	100	2,4	12,0	8,2
0,7	95	100	2,7	12,5	8,3
0,6	96	100	2,7	12,4	8,4
0,5	96	100	2,9	12,8	8,5
0,4	96	100	2,7	12,8	8,4
0,3	97	100	2,3	12,9	8,6
0,2	96	100	2,4	12,3	8,5
0,1	99	100	2,9	12,4	7,6
0,05	100	100	3,4	14,1	9,6
0,01	100	100	3,5	14,9	10,3
0,005	100	100	2,6	11,0	9,1
0,001	100	100	3,3	13,3	9,3
0,0005	100	100	3,2	12,7	8,6
0,0001	99	100	3,8	14,2	9,9
0,00005	99	100	2,82	12,3	7,5
0,00001	99	100	2,65	12,3	8,0
НСР 05			0,1	1,4	1,4

Таблица 2. Результаты скрининговых испытаний фитомелатонина на огурце

Table 2. Results of screening tests of phytomelatonin on cucumber

Вариант опыта (концентрация раствора, %)	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %	Масса проростка, г	Длина корешка, см	Длина ростка, см
Контроль	74	100	13,2	5,9	4,0
1	72	95	12,8	5,7	3,6
0,9	72	96	12,9	5,8	3,9
0,8	70	95	12,1	5,8	3,7
0,7	75	96	12,2	6,0	3,5
0,6	74	96	12,5	5,7	3,1
0,5	71	97	12,8	6,0	3,6
0,4	75	97	12,9	6,0	4,2
0,3	76	100	13,0	7,3	4,2
0,2	76	100	13,3	7,1	4,6
0,1	75	100	12,8	7,7	5,2
0,05	84	100	13,9	7,9	5,3
0,01	82	100	13,1	7,4	4,5
0,005	84	100	13,4	7,2	4,0
0,001	87	100	14,2	7,3	5,0
0,0005	87	100	14,4	7,2	5,2
0,0001	75	100	12,9	5,8	4,0
0,00005	72	100	13,1	6,0	4,5
0,00001	72	100	13,3	6,2	4,2
НСР 05			0,1	1,4	1,4

Таблица 3. Результаты скрининговых испытаний фитомелатонина на сое

Table 3. Results of phytomelatonin screening tests on soy

Вариант опыта (концентрация раствора, %)	Энергия прорастания, %	Лабораторная всхожесть, %	Масса проростка, г	Длина корешка, см	Длина ростка, см
Контроль	57	61	16,4	4,9	5,3
1	55	61	16,6	4,6	5,4
0,9	53	60	16,1	4,8	5,5
0,8	55	59	16,2	4,3	4,8
0,7	54	62	17,0	4,6	4,1
0,6	55	62	16,1	4,5	5,1
0,5	57	60	16,9	4,1	4,9
0,4	54	61	16,6	5,0	4,8
0,3	55	58	16,8	4,7	5,7
0,2	55	61	16,8	5,4	5,2
0,1	58	65	16,1	5,8	4,7
0,05	64	70	18,1	6,1	5,7
0,01	55	63	17,4	5,7	4,8
0,005	60	68	17,2	6,0	4,7
0,001	65	78	18,5	7,2	6,0
0,0005	65	74	17,7	7,8	5,9
0,0001	58	61	17,0	4,2	5,1
0,00005	58	62	17,2	5,0	6,0
0,00001	57	63	17,1	4,1	6,1
НСР 05			0,1	1,4	1,4





Масса проростков составила в опытных вариантах 13,9-14,4 г, длина корешка — 7,2-7,9 см, длина ростка — 5,0-5,3 см. В контрольном варианте — 13,2 г; 6,8 и 4,2 см соответственно (табл. 2).

На культуре сои масса проростков составила в оптимальных вариантах 17,7-18,1 г, длина корешка — 6,1-7,8 см, длина ростка — 5,7-6,0 см. В контрольном варианте эти показатели составили 16,4 г; 4,9 и 5,3 см соответственно (табл. 3).

Обсуждение результатов исследований. Исследования ФМЛ в классических моделях, которые используются в физиологии растений, необходимы для выяснения роли и механизма его действия. Актуальность таких опытов не подвергается сомнениям, так как до сих пор не подтверждено его действие как самостоятельного регулятора роста растений. До сих пор нет достоверных фактических исследований ФМЛ как фактора, опосредующего активность других веществ, влияющих на рост растений, или как вещества, участвующего в регуляции роста, но активность которого обычно приписывается другим соединениям.

Несомненно, рассматриваемые преимущества ФМЛ: природное происхождение, низкая токсичность, относительная дешевизна, маленький размер молекулы, легко проникающей в клетку, сильные антиоксидантные свойства, делают его очень заманчивым веществом для широкого использования в сельском хозяйстве [5, 7].

Качество семенного материала является основным условием, определяющим хороший урожай. Поиск эффективных методов улучшения посевного материала путем внесения биостимуляторов в семена до сих пор является важнейшей проблемой. Различные предпосевные обработки семян эффективно борются с болезнями и вредителями, а также повышают жизнеспособность семян и силу всходов как таковых [7-9]. Все они основаны на контролируемом увлажнении семян. Эти методы могут сочетаться с другими вспомогательными факторами, такими как аэрация, световое облучение, температурная стратификация. Протравливание семян также можно сочетать с применением регуляторов роста и других биологически активных веществ [8].

В результате серии скрининговых испытаний нами были получены обнадеживающие результаты возможности использования ФМЛ в качестве биостимулятора для предпосевной обработки семян.

Для препарата фитомелатонин на культуре яровой пшеницы были выявлены оптимальные концентрации, которые составили: 0,05; 0,01 и 0,0001%. При использовании этих концентраций были получены самые высокие показатели энергии прорастания, массы проростков и длины корешков и проростков. При концентрации раствора 0,0001% энергия прорастания повысилась на 5%; масса проростков — на 1,12 г или на 28%. Длина корешка и длина ростка показали самый высокий результат при обработке семян с концентрацией раствора 0,01%

и составили 14,9 и 10,3 см, что на 2,6 и 2,8 см или 27 и 39% соответственно выше.

На культурах сои и огурца оптимальными концентрациями оказались 0,05; 0,001 и 0,0005%. В вариантах с этими концентрациями нами были получены высокие биометрические показатели проростков (длина корешка и ростка), всхожесть и энергия прорастания. На сое в вариантах с обработкой семян ФМЛ в дозах 0,05; 0,001 и 0,0005% были получены самые высокие показатели всхожести и энергии прорастания, которые составили 64-65 и 70-78%, что на 7-8 и 11-18% выше контрольного варианта соответственно. В варианте с использованием концентрации ФМЛ 0,001% масса проростков была выше на 2,1 г или на 12,8%. Самые высокие прибавки при измерении биометрических показателей проростков были получены в варианте с концентрацией 0,0005%. Величины длины проростков и корешков были выше на 2,9 см или 59%, чем в контрольном варианте, и на 0,7 см или 13% соответственно.

Такая же тенденция сохранилась при обработке семян огурца. Энергия прорастания в этих вариантах возросла на 10-13%. Масса проростков была выше на 9% при обработке семян ФМЛ с концентрацией 0,0005%. Длина корешка и ростка были самыми высокими в варианте с концентрацией раствора 0,05% и составили 7,9 и 5,3 см, что на 2 и 1,3 см или 33 и 32% выше контрольного варианта.

Отмечалось также значительное увеличение образования боковых корней и корневых волосков, что позволяет значительно увеличить площадь поглощения корневой системы проростков.

Исследования показали, что фитомелатонин обладает избирательной эффективностью в зависимости от культуры. Концентрации препарата выше 0,05-1% не оказала угнетающего действия на проростки всех культур. Мы не рассматривали целесообразность изучения высоких концентраций.

Заключение. В результате проведенных нами исследований был определен диапазон оптимальных концентраций для обработки семян ФМЛ, который составил для культуры яровой пшеницы 0,05; 0,01 и 0,0001%; для сои и огурца — 0,05; 0,001 и 0,0005%. В вариантах с этими концентрациями были получены высокие биометрические показатели проростков (длина корешка и ростка), всхожесть и энергия прорастания. Было отмечено значительное увеличение образования боковых корней и корневых волосков, что позволяет значительно увеличить площадь поглощения корневой системы проростков.

Достоверно установлено, что фитомелатонин обладает избирательной эффективностью в зависимости от культуры. Концентрации препарата выше 0,05-1% не оказали угнетающего действия на проростки всех культур. Таким образом можно констатировать тот факт, что ФМЛ является перспективным веществом, как самостоятельным регулятором прорастания семян, так и компонентом для создания полифункциональных агрохимикатов.

Список источников

1. Arnao, M. B., Hernández-Ruiz, J. (2018). Melatonin and its relationship with plant hormones. *Ann. Bot.*, 121: 195-207.
2. Hattori, A., Migita, H., Iigo, M., Yamamoto, K., Ohtani-Kaneko, R., Hara, M., Suzuki, T., Reiter, R.J. (1995). Identification of melatonin in plants and its effects on plasma melatonin levels and binding to melatonin receptors in vertebrates. *Biochem. Mol. Biol. Int.*, 35: 627-634.
3. Posmyk, M.M., Janas, K.M. (2009). Melatonin in plants. *Acta Physiol. Plant.*, 31: 1-11.
4. Tan, D.X., Hardeland, R., Manchester, L.C., Korkmaz, A., Ma, S., Rosales-Corral, S., Reiter, R.J. (2012). Functional roles of melatonin in plants, and perspectives in nutritional and agricultural science. *Exp. Bot.*, 63 (2): 577-597.
5. Ахмад И., Чжу Г., Чжоу Г., Сонг Х., Хусейн Ибрагим М.Э., Ибрагим Салих Э.Г. Влияние N на рост, антиоксидантную способность и содержание хлорофилла в сорго // *Агрономия*. 2022. № 12. С. 501.
6. Баджва В.С., Шукла М.Р., Шериф С.М., Марч С.Дж., Саксена П.К. Роль мелатонина в смягчении холодового стресса у *rabidopsis thaliana* // *Pineal Res.* 2014. № 56. С. 238-245.
7. Гонсалес Гусман М., Челлини Ф., Фотопулос В., Балестрини Р., Арбона В. Новые подходы к повышению устойчивости сельскохозяйственных культур к биотическим и абиотическим стрессам // *Физиология. Растение*. 2022. 174: e13547.
8. Дахал К., Кейн К., Гадапати У., Уэбб Э., Савич Л.В., Сингх Дж. и др. Влияние фенотипической пластичности на показатели фотосинтеза у озимой ржи, озимой пшеницы и *brassica napus* // *Физиология. Растение*. 2012. 144: 169-188.
9. Шиббаева Т.Г., Марковская Е.Ф., Мамаев А.В. Фитомелатонин: учебное пособие. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2018. 51 с.

References

1. Arnao, M. B., Hernández-Ruiz, J. (2018). Melatonin and its relationship with plant hormones. *Ann. Bot.*, 121: 195-207.
2. Hattori, A., Migita, H., Iigo, M., Yamamoto, K., Ohtani-Kaneko, R., Hara, M., Suzuki, T., Reiter, R.J. (1995). Identification of melatonin in plants and its effects on plasma melatonin levels and binding to melatonin receptors in vertebrates. *Biochem. Mol. Biol. Int.*, 35: 627-634.
3. Posmyk, M.M., Janas, K.M. (2009). Melatonin in plants. *Acta Physiol. Plant.*, 31: 1-11.
4. Tan, D.X., Hardeland, R., Manchester, L.C., Korkmaz, A., Ma, S., Rosales-Corral, S., Reiter, R.J. (2012). Functional roles of melatonin in plants, and perspectives in nutritional and agricultural science. *Exp. Bot.*, 63 (2): 577-597.
5. Akhmad, I., Chzhu, G., Chzhou, G., Song, Kh., Khusein Ibragim, M.Eh., Ibragim Salikh, Eh.G. (2022). Vliyaniye N na rost, antioksidantnyuyu sposobnost' i sodержaniye khlorofilla v sorgo [Effect of N on growth, antioxidant capacity and chlorophyll content of sorghum]. *Agronomy*, no. 12, p. 501.
6. Badzhva, V.S., Shukla, M.R., Sherif, S.M., March, S.Dzh., Saksena, P.K. (2014). Rol' melatoninu v smyagchenii kholodovogo stressa u *rabidopsis thaliana* [The role of melatonin in mitigating cold stress in *rabidopsis thaliana*]. *Pineal Res.*, no. 56, pp. 238-245.
7. Gonsales Gusman, M., Chellini, F., Fotopulos, V., Balestrini, R., Arbona, V. (2022). Novyye podkhody k povysheniyu ustoychivosti sel'skokhozyaystvennykh kul'tur k bioticheskim i abioticheskim stressam [New approaches to increasing the resistance of agricultural crops to biotic and abiotic stresses]. *Physiology. Plant.*, 174: e13547.
8. Dakhal, K., Kein, K., Gadapati, U., Uehbb, Eh., Savich, L.V., Singkh, Dzh. i dr. (2012). Vliyaniye fenotipicheskoi plastichnosti na pokazateli fotosintezy u ozimoi rzi, ozimoi pshenitsy i *brassica napus* [The influence of phenotypic plasticity on photosynthesis rates in winter rye, winter wheat and *brassica napus*]. *Physiology. Plant.*, 144: 169-188.
9. Shibaeva, T.G., Markovskaya, E.F., Mamaev, A.V. (2018). *Fitomelatonin: uchebnoe posobie* [Phytomelatonin: textbook]. Petrozavodsk, Karelian Research Center RAS, 51 p.

Информация об авторах:

Шаповал Ольга Александровна, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3375-527X>, shapoval.olga@yandex.ru
Мухина Мария Тимофеевна, кандидат биологических наук, заведующая лабораторией испытаний элементов агротехнологий, агрохимикатов и пестицидов, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6210-592X>, mtmasm@mail.ru

Information about the authors:

Olga A. Shapoval, doctor of agricultural sciences, chief researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3375-527X>, shapoval.olga@yandex.ru
Maria T. Mukhina, candidate of biological sciences, head of the laboratory of testing elements of agricultural technologies, agrochemicals and pesticides, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6210-592X>, mtmasm@mail.ru



Научная статья

УДК: 633.11:631.521:631.86

doi: 10.55186/25876740_2024_67_4_495

УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА СОРТОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ АГРОХИМИКАТОВ В УСЛОВИЯХ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН

Д.С. Магомедова¹, С.А. Курбанов²

¹Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан, Махачкала, Россия

²Дагестанский государственный аграрный университет имени М.М. Джамбулатова, Махачкала, Россия

Аннотация. Представлены результаты изучения влияния агрохимикатов на рост, развитие, урожайность и качество сортов озимой мягкой пшеницы в условиях равнинной орошаемой зоны Республики Дагестан. Исследованиями установлено, что предпосевная обработка семян Гуматом калия Суфлер и листовые подкормки Биостимом зерновым (агрохимикаты АО «Щелково Агрохим») оказали существенное влияние на рост растений и развитие корневой системы озимой пшеницы, фотосинтетическую деятельность посевов, эффективность использования поливной воды и урожайность. Максимальную урожайность сорт Каролина 5 проявляет при сочетании предпосевной обработки семян и трех листовых подкормках в фазу кущения, выхода в трубку и колошения, что обеспечивает урожайность 6,69 т/га зерна при улучшении его качества. Расчет параметров адаптивности показал, что применение Биостима зернового улучшает генетическую гибкость, общую адаптивную способность, экологическую пластичность и коэффициент адаптивности, в связи с чем сорт Каролина 5 представляет практический интерес в плане сортосмены районированных сортов озимой пшеницы для орошаемой зоны региона.

Ключевые слова: сорта озимой пшеницы, агрохимикаты, корневая система, урожайность, качество зерна, параметры адаптивности

Original article

YIELD AND QUALITY OF GRAIN OF WINTER VARIETIES WHEAT WHEN USING AGROCHEMICALS IN THE CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF DAGESTAN

D.S. Magomedova¹, S.A. Kurbanov²

¹Federal Scientific Agricultural Center of the Republic of Dagestan, Makhachkala, Russia

²Dagestan State Agricultural University named after M.M. Dzhambulatova, Makhachkala, Russia

Abstract. The results of studying the influence of agrochemicals on the growth, development, yield and quality of winter soft wheat varieties in the conditions of the flat irrigated zone of the Republic of Dagestan are presented. Research has established that pre-sowing seed treatment with Potassium Humate Prompter and foliar fertilizing with Biostim grain (agricultural chemicals from Shchelkovo Agrokhim JSC) had a significant impact on plant growth and the development of the root system of winter wheat, photosynthetic activity of crops, efficiency of irrigation water use and productivity. The Carolina 5 variety exhibits maximum yield with a combination of pre-sowing seed treatment and three foliar applications during the tillering, booting and heading phases, which ensures a yield of 6.69 t/ha of grain while improving its quality. Calculation of adaptability parameters showed that the use of grain Biostim improves genetic flexibility, general adaptive capacity, ecological plasticity and adaptability coefficient, and therefore the Carolina 5 variety is of practical interest in terms of variety replacement of zoned varieties of winter wheat for the irrigated zone of the region.

Keywords: winter wheat varieties, agrochemicals, root system, yield, grain quality, adaptability parameters

Введение. Основой продовольственной безопасности любой страны является наращивание производства зерна, а в современных условиях повысить эффективность его производства можно с помощью самого дешевого и доступного средства — сорта [6, 7, 13]. Сорт является наиболее экономически эффективным средством получения высокой урожайности при минимальных затратах [4]. Одним из основных факторов увеличения урожайности зерновых культур является создание новых сортов, от которых зависит 20...28% прироста урожая, а при неблагоприятных погодных условиях их роль еще выше [16]. Это особенно важно в условиях усиливающейся аридизации климата, когда возникает необходимость в подборе адаптивных сортов и совершенствовании технологии возделывания озимой пшеницы. Адаптивные или экологически приспособленные сорта отличаются большей устойчивостью к неблагоприятным факторам внешней среды, влияние которых зачастую предопределяет до 60...80% вариативности урожайности [1, 5, 9, 18].

Озимая пшеница — основная сельскохозяйственная культура Республики Дагестан, занимающая 93,7 тыс. га (22,7%), однако средняя

урожайность (2,26 т/га) существенно уступает среднероссийской и не соответствует потенциальной продуктивности возделываемых сортов [11]. В этой связи для повышения урожайности озимой пшеницы требуется совершенствование сортосмены и существующих агротехнических приемов, которые будут способствовать лучшей реализации потенциала сортов. Одним из наиболее эффективных приемов в современных технологиях возделывания озимой пшеницы является использование различных препаратов для обработки семян и вегетирующих растений озимой пшеницы с целью улучшения количественных и качественных показателей [14, 17, 19].

Цель и задачи исследований. В этой связи целью проведения данного исследования являлось установление оптимальной схемы применения агрохимикатов для повышения потенциальной продуктивности и адаптивного потенциала сортов озимой мягкой пшеницы. Для реализации поставленной цели были определены следующие задачи:

— определить влияние изучаемых факторов на рост и развитие наиболее перспективных сортов озимой мягкой пшеницы для орошаемых условий региона;

- определить наиболее оптимальную схему применения регуляторов роста при возделывании озимой пшеницы;
- определить урожайность и показатели качества зерна сортов озимой пшеницы в зависимости от условий возделывания;
- оценить параметры экологической пластичности сортов озимой мягкой пшеницы отечественной селекции в зависимости от схемы применения биопрепаратов.

Методы исследований. Исследования проводились в 2019–2022 гг. на орошаемых луговых среднесуглинистых почвах учебно-опытного хозяйства Дагестанского ГАУ, а производственная проверка на аналогичных почвах опытной станции им. Кирова-филиала ФГБНУ «ФАНЦ РД» в 2022–2023 гг. Почва средней степени окультуренности, содержание гумуса в пахотном слое 2,9%, среднеобеспечена по азоту, низко обеспечена по фосфору и повышенной обеспеченности по калию.

В качестве биопрепаратов использовали продукцию АО «Щелково Агрохим»: для предпосевной обработки семян — воду и Гумат калия Суфлер (ГКС) из расчета 0,3 л/т при расходе рабочей жидкости 150 л/т, для листовой

подкормки растений озимой пшеницы — Биостим зерновой (БЗ) — 1,3 л/га.

Двухфакторный полевой опыт был заложен на фоне $N_{160}P_{60}$ по следующей схеме: сорта озимой пшеницы (фактор А) — Гром, контроль; Алексеич и Баграт (сорта Национального центра зерна имени П.П. Лукьяненко), Каролина 5 и Ксения (сорта Северо-Кавказского федерального научного аграрного центра); схема применения био-препаратов (фактор В) — 1-й вариант — вода, контроль; 2-й — предпосевная обработка семян ГКС, 3-й — ГКС + листовая подкормка растений в фазу осеннего кущения БЗ, 4-й — ГКС + листовая подкормка растений БЗ в фазу осеннего кущения и в фазу выхода в трубку, 5-й — ГКС + листовая подкормка растений БЗ в фазу осеннего кущения, фазу выхода в трубку и в фазу колошения.

Полевые наблюдения, учеты и анализы проводили в соответствии с методикой полевого

опыта Б.А. Доспехова [8], методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [12]. Полученные данные подвергались статистической обработке методами корреляционного и дисперсионного анализов.

Результаты и обсуждение. Всхожесть и густота стояния растений являются существенными показателями условий посева, то есть состояния почвы, качества посевных работ и качества семян, а повторные определения густоты стояния растений позволяют определить устойчивость посевов к абиотическим и биотическим факторам среды. Предпосевная обработка семян ГКС способствовала повышению всхожести семян в среднем по сортам на 4,3%, а листовые подкормки способствовали увеличению количества продуктивных стеблей на 5,7%, усилению ростовых процессов на 7,5...8,5% по сравнению с контролем. Корреляционный анализ выявил

среднюю прямую зависимость между высотой растений и урожайностью ($y = 0,0509x + 1,8774$ при $r = 0,569$).

Изучению корневой системы пшеницы, посвящено немало исследований и связано это с тем, что она не только усваивает влагу и растворенные в ней минеральные вещества с разной глубины в наиболее ответственные периоды развития растений, но и влияет на развитие всех органов и функций растений [10]. Знание величины корневой системы, глубины распространения в различные фазы роста особенно важно в условиях орошаемого земледелия для оптимального планирования режима орошения культуры.

Нашими исследованиями установлена взаимосвязь размещения корневой системы в пахотном горизонте по фазам развития культуры в зависимости от схемы применения агрохимикатов, а также сортовых особенностей озимой мягкой пшеницы (рис. 1).

Учет корневой системы показал, что предпосевная обработка ГКС увеличивает накопление корневой массы на 8,6%, а листовые подкормки БЗ — в среднем на 21,9%. Важным показателем эффективности работы корневой системы является коэффициент продуктивности. Применение предпосевной обработки семян снижает коэффициент продуктивности с 4,35 (вода) до 4,19, а применение листовых подкормок повышает эффективность работы корневой системы в среднем на 10,1%. Что касается сравниваемых сортов, то у Каролины 5 $K_{\text{прод.}} = 3,96$ при $K_{\text{прод.}} = 4,43$ у сорта Гром (контроль).

Установлена корреляционная зависимость между развитием надземной и корневой массы растений озимой пшеницы, что подтверждает заметная (по шкале Чеддока) прямая корреляционная зависимость между ними ($y = 0,028x + 0,9192$ при $r = 0,591$).

То, что возможная потенциальная продуктивность современных сортов реализуется не в полной мере, во многом зависит от фотосинтетической деятельности посевов. Поэтому разработка агротехнических приемов, направленных на увеличение площади и продолжительности работы ассимиляционного аппарата, является актуальным направлением (табл. 1).

Анализируя полученные значения деятельности ассимиляционного аппарата изучаемых сортов, необходимо отметить, что по всем показателям выделяется сорт Каролина 5, подтверждаемый результатами статистической обработки данных. Эффективность применения агрохимикатов начинает сказываться по некоторым показателям уже после осеннего опрыскивания посевов Биостимом зерновым, а наибольший эффект достигается при 2-3-х листовых подкормках вегетирующих посевов. Применение агрохимикатов на этих вариантах в среднем приводит к росту ассимиляционной поверхности посевов по сравнению с контролем на 9,9% и фотосинтетического потенциала на 6,6%, увеличению накопления сухого вещества на 11,2% и скорости прироста посевов на 14,4%. Все это в конечном итоге способствовало увеличению КПД фотосинтетически активной радиации на 18,7%.

Использование программного продукта «STATISTICA 10» позволило установить множественную зависимость между площадью листьев, фотосинтетическим потенциалом и КПД ФАР (рис. 2).

В орошаемом земледелии важное значение, особенно в условиях усиливающейся аридизации климата, имеет рациональное использование водных ресурсов, показателем которого

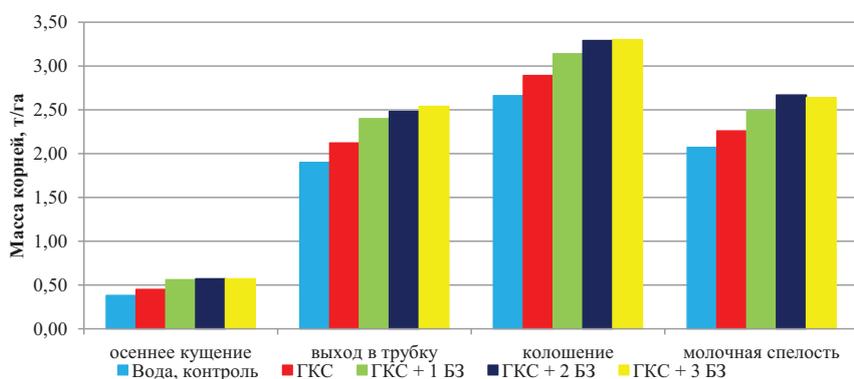


Рисунок 1. Влияние агрохимикатов на развитие корневой системы по фазам развития озимой пшеницы
Figure 1. Effect of agrochemicals on root development by phases of winter wheat development

Таблица 1. Основные показатели фотосинтетической деятельности сортов озимой пшеницы (2020-2022 гг.)
Table 1. Main indicators of photosynthetic activity winter wheat varieties (2020-2022)

Сорта	Схемы применения агрохимикатов	Площадь листьев, тыс. м ² /га	ФП, млн м ² · дней/га	СВ, т/га	СПП, г/м ² · сутки	КПД ФАР, %
Гром, контроль	Вода, контроль	31,2	2,26	9,04	12,45	1,34
	ГКС	32,0	2,30	9,51	13,22	1,45
	ГКС + 1 БЗ	33,4	2,39	9,69	13,56	1,49
	ГКС + 2 БЗ	34,2	2,41	10,08	14,29	1,59
	ГКС + 3 БЗ	35,1	2,47	10,21	14,49	1,61
Алексеич	Вода, контроль	36,2	2,64	10,49	14,37	1,54
	ГКС	37,4	2,71	11,07	15,29	1,67
	ГКС + 1 БЗ	38,2	2,75	11,24	15,62	1,74
	ГКС + 2 БЗ	39,6	2,83	11,65	16,31	1,82
	ГКС + 3 БЗ	40,3	2,88	11,86	16,56	1,85
Баграт	Вода, контроль	33,9	2,41	9,83	13,83	1,50
	ГКС	34,7	2,45	10,16	14,40	1,61
	ГКС + 1 БЗ	35,1	2,46	10,35	14,78	1,67
	ГКС + 2 БЗ	37,0	2,55	10,89	15,76	1,80
	ГКС + 3 БЗ	37,3	2,57	10,96	15,89	1,81
Каролина 5	Вода, контроль	38,1	2,68	11,04	15,77	1,73
	ГКС	39,5	2,72	11,58	16,79	1,89
	ГКС + 1 БЗ	39,7	2,72	11,68	17,03	1,95
	ГКС + 2 БЗ	41,9	2,83	12,24	18,14	2,09
	ГКС + 3 БЗ	42,0	2,83	12,37	18,31	2,11
Ксения	Вода, контроль	35,3	2,45	10,23	14,72	1,62
	ГКС	36,2	2,45	10,38	15,02	1,70
	ГКС + 1 БЗ	36,4	2,51	10,61	15,58	1,75
	ГКС + 2 БЗ	37,9	2,58	11,16	16,41	1,86
	ГКС + 3 БЗ	38,3	2,60	11,27	16,58	1,88
HCP ₀₅		1,9	0,13	0,54	0,77	0,09



является коэффициент использования воды (КИВ). В отличие от коэффициента водопотребления, КИВ имеет экономическое значение, так как является ресурсом, требующим финансовых затрат. В этой связи, наиболее эффективно используется поливная вода сортами Каролина 5 (на 13,5%) и Алексеич (на 8,6%), а сорта Ксения и Баграт по эффективности уступают сорту Гром (контроль). Все применяемые схемы агрохимикатов повышают эффективность использования поливной воды, но если при применении ГКС эффективность составляет всего 3,5%, то при применении 2 БЗ и 3 БЗ на фоне ГКС эффективность возрастает на 9,4 и 10,5% соответственно.

В результате трехлетних исследований установлено, что продуктивность посевов озимой пшеницы зависит не только от сорта, но и от способа и схемы применения биостимулятора и их сочетаний (табл. 2).

Сравнительный анализ данных по урожайности сортов озимой пшеницы свидетельствует о том, что новые сорта селекции Северо-Кавказского ФНАЦ (Каролина 5) и НЦЗ им. П.П. Лукьяненко (Алексеич) превышают сорт Гром (контроль) на 15,6 и 9,3%, обеспечивая выход зерна более 6,4 и 6,1 т/га соответственно. Сорт Баграт (5,47 т/га) практически не уступал сорту Гром (5,57 т/га) по урожайности, а сорт Ксения показал самую низкую урожайность (5,26 т/га). У всех сортов наиболее высокая урожайность озимой мягкой пшеницы отмечена при двукратной и трехкратной листовой подкормке посевов Биостимом зерновым, а максимальная урожайность сформировалась у сорта Каролина 5 — 6,69...6,76 т/га, что на 16,1% выше контроля.

Наряду с урожайностью, важным показателем является качество зерна, а в соответствии с национальным стандартом РФ ГОСТ 52554-2006 «Пшеница. Технические условия», наиболее важными являются массовая доля белка (протеина), массовая доля сырой клейковины, натура и ряд других показателей (табл. 3).

Среди изучаемых сортов по содержанию белка лучшие результаты отмечены у сортов Ксения (13,42%), Каролина (13,38%) и Баграт (13,15%), однако в соответствии с вышеуказанным ГОСТом по этому показателю они относятся к пшеницам 3 класса, как и сорта Алексеич и Гром, у которых содержание белка существенно ниже.

Усредненные значения по агрохимикатам показали их влияние на повышение содержания протеина, но только при двукратной и трехкратной фолиарной подкормке посевов БЗ, что позволило по содержанию массовой доли белка на трех сортах (Ксения, Каролина 5 и Баграт) получить зерно, соответствующее 2 классу — 13,52 и 13,61% соответственно. Применение агрохимикатов позволило увеличить содержание сырой клейковины до уровня 3 класса, но только при применении схем ГКС + 2 БЗ (26,54%) и ГКС + 3 БЗ (26,48%). Математическая обработка данных подтвердила достоверность полученных результатов.

В современных экономических условиях при ограниченном использовании минеральных удобрений и средств химизации для получения высоких и стабильных урожаев большое внимание уделяется оценке сортов по параметрам экологической пластичности, которую связывают с их способностью давать высокий и качественный урожай в различных почвенно-климатических и агротехнических условиях [3].

Изучение варьирования динамики урожайности позволило выявить наиболее ценные сорта с высокой степенью адаптивности к погодным условиям. В ходе проведенного анализа рассчитывались 12 параметров адаптивности, среди которых, по мнению многих ученых [2, 9, 15], для объективной характеристики адаптивных свойств рекомендуется использовать следующие статистические показатели: генетическую гибкость, коэффициенты экологической пластичности и стабильности, коэффициент адаптивности и общей адаптивной способности (табл. 4).

Расчеты показали, что сорт Каролина 5 и Алексеич по комплексу основных параметров адаптивности (экологическая пластичность, генетическая гибкость, коэффициент адаптивности и др.) превосходят сорт Гром, поэтому их лучше выращивать на интенсивном фоне с высоким уровнем агротехники, а сорта Гром и Ксения могут давать стабильный, но не очень высокий урожай, в любых условиях выращивания, как лучшие по стрессоустойчивости.

Данные таблицы 4 свидетельствуют о том, что применение агрохимикатов (ГКС и БЗ) способствует улучшению параметров адаптивности, а по комплексу параметров лучшими были варианты с предпосевной обработкой семян и двукратной-трехкратной листовой подкормкой вегетирующих растений Биостимом зерновым.

Анализ энергетической эффективности показал, что применение биопрепаратов снижает энергетические затраты на выращивание 1 т зерна на 1036 МДж, способствуя повышению коэффициента энергетической эффективности на 8,7%. Расчеты экономической эффективности показали, что лучшим является сорт Каролина 5, а в сочетании со схемой применения биопрепаратов ГКС + 2 БЗ он обеспечивает максимальную рентабельность — 89,4% при наименьшей себестоимости 1 т зерна.

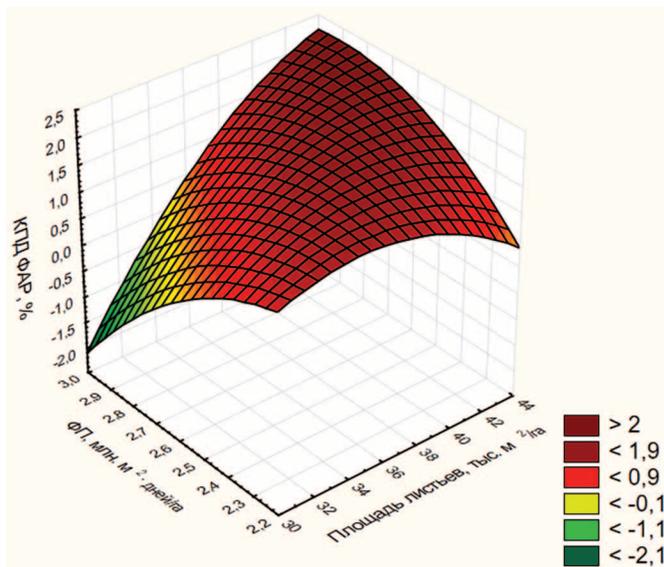


Рисунок 2. Влияние площади листьев и ФП на КПД ФАР
Figure 2. Influence of leaf area and PP on PAR efficiency

Таблица 2. Урожайность сортов озимой пшеницы в зависимости от различных вариантов применения агрохимикатов, т/га (2020-2022 гг.)

Table 2. Productivity of winter wheat varieties depending on various options for using agrochemicals, t/ha (2020-2022)

Сорта	Варианты опыта				
	Вода, контроль	ГКС	ГКС + 1 БЗ	ГКС + 2 БЗ	ГКС + 3 БЗ
Гром, st	5,26	5,44	5,57	5,76	5,83
Алексеич	5,73	5,92	6,11	6,30	6,41
Баграт	5,12	5,31	5,47	5,70	5,74
Каролина 5	6,05	6,29	6,42	6,69	6,76
Ксения	4,94	5,13	5,24	5,47	5,52
НСР ₀₅			0,35		

Таблица 3. Качество зерна сортов озимой пшеницы в зависимости от схемы применения агрохимикатов (2020-2022 гг.)

Table 3. Grain quality of winter wheat varieties depending on from the scheme of use of agrochemicals (2020-2022)

Схемы применения агрохимикатов	Протеин, %	Клейковина, %	Крахмал, %	Индекс Зелени, мл
Вода, контроль	12,11	19,72	69,4	33,79
ГКС	12,18	20,84	69,7	37,02
ГКС + 1 БЗ	13,38	22,83	70,3	30,47
ГКС + 2 БЗ	13,52	26,57	69,4	43,72
ГКС + 3 БЗ	13,61	26,47	70,0	38,26
НСР ₀₅	0,64	1,18	3,49	1,83

Таблица 4. Адаптивные свойства озимой мягкой пшеницы по признаку «урожайность» при применении агрохимикатов (2020-2022 гг.)

Table 4. Adaptive properties of winter soft wheat by trait «yield» when using agrochemicals (2020-2022)

Схемы применения био-препаратов	Параметры адаптивности				
	генетическая гибкость, т/га	общая адаптивная способность	экологическая стабильность	экологическая пластичность	коэффициент адаптивности
Вода	5,48	-0,34	0,62	1,00	0,94
ГКС	5,71	-0,14	0,99	1,10	0,98
ГКС + 1 БЗ	5,86	0	0,74	1,19	1,00
ГКС + 2 БЗ	6,06	0,19	0,86	1,12	1,04
ГКС + 3 БЗ	6,12	0,29	0,49	1,17	1,05





Выводы. Среди изучаемых сортов озимой мягкой пшеницы сорта Каролина 5 (Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр) и Алексеич (Национальный центр зерна им. П.П. Лукьяненко) обладают наиболее значимыми адаптационными показателями по экологической пластичности ($b_1 = 1,32$ и $1,26$) и коэффициенту пластичности ($KA = 1,12$ и $1,06$), и представляют практический интерес в плане сортосмены районированных сортов озимой мягкой пшеницы. Наиболее экономически эффективной схемой применения биопрепаратов является сочетание предпосевного замачивания семян Гуматом калия Суфлер в дозе 1,0 л/т и листовая подкормка вегетирующих растений озимой пшеницы в фазе осеннего кущения и выхода в трубку Биостимом зерновым в дозе 1,3 л/га, обеспечивающих урожай по сорту Каролина 5 — 6,69 т/га, а по сорту Алексеич — 6,30 т/га.

Список источников

1. Алабушев А.В. Адаптивный потенциал сортов зерновых культур // Зернобобовые и крупяные культуры. 2013. № 2 (6). С. 47-51.
2. Байкалова Л.П., Серебренников Ю.И. Оценка адаптивного потенциала сортов твердой яровой пшеницы по урожайности // Вестник Красноярского ГАУ. 2021. № 2. С. 46-55.
3. Безуглая Т.С., Самофалова Н.Е., Иличкина Н.П. [и др.] // Зерновое хозяйство России. 2021. № 3 (75). С. 27-33.
4. Беляев Н.Н., Дубинкина Е.А. Оценка адаптации сортов озимой мягкой пшеницы в условиях Центрального Черноземья // Зернобобовые и крупяные культуры. 2018. № 3 (27). С. 91-95.
5. Воронов С.И., Плескачев Ю.Н., Ильяшенко П.В. Основы производства высококачественного зерна озимой пшеницы // Плодородие. 2020. № 2 (113). С. 64-66.
6. Газе В.Л., Ионова Е.В., Марченко Д.М., Лиховидова В.А. Сортосмена озимой мягкой пшеницы как механизм увеличения продуктивности и устойчивости к абиотическим факторам среды // Зерновое хозяйство России. 2016. № 6 (60). С. 16-20.
7. Гладышева О.В., Банникова М.И. Урожайность и оценки адаптивности раннеспелых и позднеспелых сортов озимой мягкой пшеницы в условиях Центрального Черноземья // Аграрная наука. 2021. № 1. С. 129-132.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Агропромиздат, 1989. 351 с.
9. Жученко А.А. Эколого-генетические основы адаптивной системы селекции растений // Сельскохозяйственная биология. 2000. № 3. С. 55-60.
10. Лиховидова В.А., Е.В. Ионова, Д.М. Марченко. Влияние почвенной и воздушной засухи на развитие корневой системы сортов и линий озимой мягкой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2018. № 4 (58). С. 39-42.
11. Магомедова Д.С., Курбанов С.А., Ахмедова С.О., Мамаев Г.М. Разработка элементов адаптивной технологии возделывания озимой пшеницы в орошаемых условиях равнинной зоны Дагестана. Современное состояние и инновационные пути развития мелиорации и орошаемого земледелия. Махачкала. 2020. С. 207-216.
12. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Выпуск 2. Зерновые, кру-

пьяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. Москва. 1989. 197 с.

13. Петров Л.К. Особенности формирования потенциальной продуктивности озимой пшеницы в зависимости от сортов, норм и сроков посева семян в Волго-Вятском регионе // Международный сельскохозяйственный журнал. 2021. Т. 64, № 6 (384). С. 30-33.

14. Пономарева А.С., Коршунов А.А., Вознесенская Т.Ю., Рыжова Д.А. Эффективность применения органоминеральных удобрений с комплексом аминокислот на пшенице // Агробиохимический вестник. 2019. № 1. С. 59-62.

15. Рыбась И.А., Марченко Д.М., Некрасов Е.И. [и др.] Оценка параметров адаптивности сортов озимой мягкой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2018. № 4 (58). С. 51-54.

16. Сандухадзе Б.И. Селекция озимой пшеницы важнейший фактор повышения урожайности и качества // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 11. С. 4-6.

17. Федотов В.А., Подлесных Н.В., Луккин А.Л., Власова Л.М. Урожайность озимой твердой пшеницы в зависимости от действия препаратов для обработки семян и растений // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2019. № 1. С. 63-66.

18. Farhat F., Arfan M., Tabassum H.N., Tariq A., Wang X., Kamran M., Tariq I., Mora-Poblete F., Iqbal R., El-Sabrout A.M., Elansary Hosam O. The Impact of Bio-Stimulants on Cd-Stressed Wheat (*Triticum aestivum* L.): Insights Into Growth, Chlorophyll Fluorescence, Cd Accumulation, and Osmolyte Regulation // Frontiers in Plant Science. 2022. Vol. 13, Article number: 850567.

19. Nuttall J.G., O'Leary G.J., Panozzo J.F. [et al.] Models of grain quality in wheat — a review // Field Crop Res. 2017. Vol. 202, P. 136-145.

References

1. Alabushev A.V. (2013). *Adaptivnyj potencial sortov zernovykh kultur* [Adaptive potential of grain crop varieties]. *Leguminous and cereal crops*, no. 2 (6), pp. 47-51.
2. Baikalova L.P., Serebrennikov Yu.I. (2021). *Otsenka adaptivnogo potenciala sortov tverdoj yarovoj pshenicy po urozhajnosti* [Assessment of the adaptive potential of durum spring wheat varieties in terms of yield]. *Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University*, no. 2, pp. 46-55.
3. Bezuglaya T.S., Samofalova N.E., Ilichkina N.P. [and others] (2021). *Adaptivnyj potencial novyh sortov i linij ozimoy tverdoj pshenicy v usloviyah Rostovskoj oblasti* [Adaptive potential of new varieties and lines of winter durum wheat in the conditions of the Rostov region]. *Grain farming in Russia*, no. 3 (75), pp. 27-33.
4. Belyaev N.N., Dubinkina E.A. (2018). *Otsenka adaptatsii sortov ozimoy myagkoj pshenicy v usloviyah Central'nogo Chernozem'ya* [Assessment of adaptation of winter soft wheat varieties in the conditions of the Central Black Earth Region]. *Grain legumes and cereal crops*, no. 3 (27), pp. 91-95.
5. Voronov S.I., Pleskachev Yu.N., Ilyashenko P.V. (2020). *Osnovy proizvodstva vysokokachestvennogo zerna ozimoy pshenicy* [Fundamentals of the production of high-quality winter wheat grain]. *Fertility*, no. 2 (113), pp. 64-66.
6. Gaze V.L., Ionova E.V., Marchenko D.M., Likhovidova V.A. (2016). *Sortosmena ozimoy myagkoj pshenicy kak mekhanizm uvelicheniya produktivnosti i ustojchivosti k abioticheskim faktorom sredy* [Variety change of winter soft wheat as a mechanism for increasing productivity and resistance to abiotic environmental factors]. *Grain Economy of Russia*, no. 6 (60), pp. 16-20.
7. Gladysheva O.V., Bannikova M.I. (2021). *Urozhajnost' i ocnki adaptivnosti rannespelykh i pozdnospelykh sortov ozimoy myagkoj pshenicy v usloviyah Central'nogo Nechernozem'ya*

[Productivity and assessment of adaptability of early-ripening and late-ripening varieties of winter soft wheat in the conditions of the Central Non-Black Earth Region]. *Agrarian Science*, no. 1, pp. 129-132.

8. Dospelov B.A. (1989). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results)], Moscow, *Agropromizdat*.

9. Zhuchenko A.A. (2000). *Ekologo-geneticheskie osnovy adaptivnoy sistemy selekcii rastenij* [Ecological and genetic foundations of the adaptive system of plant breeding]. *Agricultural biology*, no. 3, pp. 55-60.

10. Likhovidova V.A., Ionova E.V., Marchenko D.M. (2018). *Vliyeniye pochvennoy i vozduzhnoy zasuhi na razvitiye kornevoj sistemy sortov i linij ozimoy myagkoj pshenicy* [The influence of soil and air drought on the development of the root system of varieties and lines of winter soft wheat]. *Grain Economy of Russia*, no. 4 (58), pp. 39-42.

11. Magomedova D.S., Kurbanov S.A. (2020). Development of elements of adaptive technology for cultivating winter wheat in the irrigated conditions of the plain zone of Dagestan. Proceedings of the *Current state and innovative ways of development of land reclamation and irrigated agriculture (Makhachkala, Russia, September 24-25, 2020)*, (eds. S. Akhmedova, G. Mamaev), *Makhachkala*, pp. 207-216.

12. The State Commission for Variety Testing of agricultural crops (1989). *Zernovoye, krupyanye, zernobobovoye, kukuruza i kormovye kul'tury. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skhozaystvennykh kul'tur* [Grains, cereals, legumes, corn and forage crops. Methodology for state variety testing of agricultural crops], Moscow, issue 2.

13. Petrov L.K. (2021). *Osobennosti formirovaniya potencial'noj produktivnosti ozimoy pshenicy v zavisimosti ot sortov, norm i srokov poseva semyan v Volgo-Vyat'skom regione* [Features of the formation of potential productivity of winter wheat depending on varieties, norms and timing of seed sowing in the Volga-Vyatka region]. *International Agricultural Journal*, vol. 64, no. 6 (384), pp. 30-33.

14. Ponomareva A.S., Korshunov A.A., Voznesenskaya T.Yu., Ryzhova D.A. (2019). *Effektivnost' primeneniya organomineral'nykh udobrenij s kompleksom aminokislot na pshenice* [Efficiency of using organomineral fertilizers with a complex of amino acids on wheat]. *Agrochemical Bulletin*, no. 1, pp. 59-62.

15. Rybas I.A., Marchenko D.M., Nekrasov E.I. [and others] (2018). *Otsenka parametrov adaptivnosti sortov ozimoy myagkoj pshenicy* [Assessment of adaptability parameters of winter soft wheat varieties]. *Grain economy of Russia*, no. 4 (58), pp. 51-54.

16. Sandukhadze B.I. (2010). *Selekcija ozimoy pshenicy vazhnejshij faktor povysheniya urozhajnosti i kachestva* [Selection of winter wheat is the most important factor in increasing yield and quality]. *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*, no. 11, pp. 4-6.

17. Fedotov V.A., Podlesnykh N.V., Lukin A.L., Vlasova L.M. (2019). *Urozhajnost' ozimoy tverdoj pshenicy v zavisimosti ot dejstviya preparatov dlya obrabotki semyan i rastenij* [Yield of winter durum wheat depending on the effect of preparations for treating seeds and plants]. *Bulletin of Russian Agricultural Science*, no. 1, pp. 63-66.

18. Farhat F., Arfan M., Tabassum H.N., Tariq A., Wang X., Kamran M., Tariq I., Mora-Poblete F., Iqbal R., El-Sabrout A.M., Elansary Hosam O. The Impact of Bio-Stimulants on Cd-Stressed Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Frontiers in Plant Science*, vol. 13, Article number: 850567.

19. Nuttall J.G., O'Leary G.J., Panozzo J.F. [et al.] (2017). Models of grain quality in wheat — a review. *Field Crop Res*, vol. 202, pp. 136-145.

Информация об авторах:

Магомедова Диана Султановна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник, Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7559-2456>, mds-agro@mail.ru

Курбанов Серажутдин Аминович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой, Дагестанский государственный аграрный университет имени М.М. Джамбулатова, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9390-5180>, kurbanovsa@mail.ru

Information about the authors:

Diana S. Magomedova, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher, Federal Agrarian Research Center of the Republic of Dagestan, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7559-2456>, mds-agro@mail.ru

Serazhutdin A. Kurbanov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of Department, Dagestan State Agricultural University named after M.M. Dzhambulatova, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9390-5180>, kurbanovsa@mail.ru