



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.ppressa-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,
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 15.06.2024 г. Тираж 4500
Цена договорная

© Международный сельскохозяйственный журнал

EDITOR
А.А. 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,
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 15.06.2024. 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
- Ревишвили 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

Антропов Д.В., Кириллов Р.А., Комаров С.И. Особенности информационного обеспечения в контексте формирования региональной автоматизированной системы планирования и прогнозирования землепользования
Antropov D.V., Kirillov R.A., Komarov S.I. Features of information support in the context of forming a regional automated system for land use planning and forecasting 242

Дедова А.А., Широкова В.А., Дедова Э.Б., Шабанов Р.М. Разработка ГИС-проекта Черноземельской обводнительно-оросительной системы Республики Калмыкия для обоснования мелиоративных мероприятий
Dedova A.A., Shirokova V.A., Dedova E.B., Shabanov R.M. GIS project development of the Chernozemelskaya irrigation system of the Republic of Kalmykia for the substantiation of reclamation measures 246



ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ENVIRONMENTAL AND FOOD SECURITY

Решетникова Е.Г. Развитие методических аспектов организации внутренней продовольственной помощи
Reshetnikova E.G. Development of methodological aspects of the organization of internal food aid 250

Ткаченко Ю.Ю., И.А. Приходько, М.А. Бандурин, Денисов В.И. Оценка повторяемости опасных явлений погоды на Юге России в связи с климатическими изменениями
Tkachenko Yu.Yu., Prikhodko I.A., Bandurin M.A., Denisov V.I. Assessment of the frequency of hazardous weather events in the southern of Russia in connection with climate change 255

Папаскири Т.В., Суслов С.В., Бойценюк Л.И., Груздев В.С., Хрусталева М.А., Турусов Д.А. Зависимость химического состава вод половодья от характера хозяйственного использования водосборной территории
Papaskiri T.V., Suslov S.V., Boitsenyuk L.I., Gruzdev V.S., Khrustaleva M.A., Turusov D.A. Dependence of the chemical composition of flood waters on the nature of the economic use of the catchment area 260

Силаев А.Л., Белоус Н.М., Смольский Е.В., Малявко Г.П. Радиоэкологические аспекты применения минерального удобрения в условиях радиоактивного загрязнения заливных лугов
Silaev A.L., Belous N.M., Smolskiy E.V., Malyavko G.P. Radioecological aspects of mineral fertilizer application under conditions radioactive contamination of flood meadows 264



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

Бойкова И.В., Новикова И.И., Лысов А.К., Наумова Н.И. Разработка биопрепаратов для интегрированной защиты картофеля от вредителей
Boikova I.V., Novikova I.I., Lysov A.K., Naumova N.I. Development of biological products for integrated protection of potatoes from pests 268

Любимова Н.А., Рабинович Г.Ю. Влияние наночастиц оксида цинка на всхожесть и биометрические параметры льна-долгунца
Lyubimova N.A., Rabinovich G.Yu. Influence of zinc oxide nanoparticles on germination and biometric parameters of flax 273

Епифанова И.В. Формирование агроценоза люцерны изменчивой Дарья в покровных посевах в условиях лесостепи Среднего Поволжья
Epifanova I.V. Formation of the agrocenosis of alfalfa changeable Daria in cover crops in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region 278

Федотова Л.С., Аканова Н.И., Тимошина Н.А., Князева Е.В., Арсентьев И.А. Эффективность воздействия нетрадиционных известковых мелиорантов на формирование продуктивности и качества картофеля, плодородие почв и экологическую безопасность окружающей среды
Fedotova L.S., Akanova N.I., Timoshina N.A., Knyazeva E.V., Arsenyev I.A. Effectiveness of non-traditional lime ameliorants on the formation of productivity and quality of potatoes, soil fertility and environmental safety 282

Прахова Т.Я., Шепелева Е.А. Селекционная ценность коллекционных сортов-образцов рыжика посевного (*Camelina Sativa*)
Prakhova T.Ya., Shepeleva E.A. Breeding value of collection varieties of the camelina sativa (*Camelina Sativa*) 288

Тимошкин О.А., Тимошкина О.Ю. Оценка образцов донника двулетнего в конкурсном сортоиспытании и создание нового сорта в условиях лесостепи Среднего Поволжья
Timoshkin O.A., Timoshkina O.Yu. Evaluation of biennial sweet clover samples in competitive variety testing and creation of a new variety in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region 292

Адаев Н.Л., Оказова З.П., Шутко А.П. Засоренность посевов озимой пшеницы на Северном Кавказе
Adaev N.L., Okazova Z.P., Shutko A.P. Weed control of winter wheat crops in the North Caucasus 296

Магомадов А.С., Титова Л.А., Оказова З.П. Вредоносность сорных растений на виноградниках в условиях Терско-Кумских песков Чеченской Республики
Magomadov A.S., Titova L.A., Okazova Z.P. Harmfulness of weeds in vineyards in the Teresk-Kum sands of the Chechen Republic 299



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

Зюкин Д.А., Вакуленко Р.Я., Головин А.А., Уварова М.Н., Болычева Е.А. Анализ перспектив развития регионального экспорта в условиях санкций
Zyukin D.A., Vakulenko R.Ya., Golovin A.A., Uvarova M.N., Bolycheva E.A. Analysis of prospects for the development of regional exports in the context of sanctions 302

Подрубный Д.Г., Кулаков А.П., Широкова В.А., Наполов О.Б. Эколого-туристский потенциал долины реки Пехорка в городе Балашиха Московской области
Podrubny D.G., Kulakov A.P., Shirokova V.A., Napolov O.B. Ecological and touristic potential of Pekhorka river valley in Balashikha city, Moscow region 307

Шевякин А.С., Зюкин Д.В., Власова О.В., Бушина Н.С. Дифференциация покупательной способности уровня оплаты труда в регионах
Shevyakin A.S., Zyukin D.V., Vlasova O.V., Bushina N.S. Differentiation of the purchasing power of the wage level in the regions 311



МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ INTERNATIONAL EXPERIENCE IN AGRICULTURE

Стародубцева Е.Б., Володина В.Н., Медведева М.Б. Торгово-экономическое сотрудничество стран БРИКС в агросекторе: перспектива применения новых финансовых и валютных инструментов
Starodubtseva E.B., Volodina V.N., Medvedeva M.B. Trade and economic cooperation of the BRICS countries in the agricultural sector: the prospect of using new financial and currency instruments 317

Чувахина Л.Г. Приоритеты аграрной политики США по поддержке сельхозпроизводителей и обеспечению доминирования на мировом продовольственном рынке
Chuvakhina L.G. Priorities of US agricultural policy to support agricultural producers and ensure dominance in the global food market 322

Платоновский Н.Г., Остапчук Т.В., Мухаметзянов Р.Р., Шулдяков А.В., Гамидов А.Г. Изменение объемов международной торговли экзотическими тропическими фруктами
Platonovskiy N.G., Ostapchuk T.V., Mukhametzyanov R.R., Shuldyakov A.V., Gamidov A.G. Changes in international trade in exotic tropical fruit 326



АГРАРНАЯ РЕФОРМА И ФОРМЫ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ AGRARIAN REFORM AND FORMS OF MANAGING

Григулецкий В.Г. Цифровые технологии земледелия: влияние факторов роста на урожайность (продуктивность) сельскохозяйственных культур
Griguletskiy V.G. Digital agricultural technologies: influence of growth factors on yield (productivity) of agricultural crops 330

Лысенко Ю.В., Дубынина А.В., Калмакова Н.А., Лысенко М.В. Архитектура эффективности хозяйственной деятельности сельхозтоваропроизводителей региона в условиях санкций
Lysenko Yu.V., Dubynina A.V., Kalmakova N.A., Lysenko M.V. Architecture of economic activity efficiency of agricultural producers of the region under sanctions 337

Зимин А.Е., Седова Н.В. Цифровизация и устойчивое развитие: революция в сельском хозяйстве для более «зеленого» будущего
Zimin A.E., Sedova N.V. Digitalization and sustainable development: revolutionizing agriculture for a greener future 341

Винничек Л.Б., Киндаев А.Ю., Павлов А.Ю., Моисеев А.В. Статистическое моделирование и кластеризация как основа анализа информационной базы для принятия управленческих решений по развитию сельских территорий
Vinnichек L.B., Kindaev A.Yu., Pavlov A.Yu., Moiseev A.V. Statistical modeling and clustering as a basis for analyzing the information base for making managerial decisions on the development of rural territories 345

Дмитриев Н.Д., Зайцев А.А., Кичигин О.Е. О методологических особенностях классификации институциональной ренты как социально-экономической категории в исследованиях рентных отношений
Dmitriev N.D., Zaytsev A.A., Kichigin O.E. On the methodological features of the classification of institutional rent as a socio-economic category in the research of rental relations 352

Орлова Л.В., Фомин А.А., Тойгильдин А.Л., Дригидер В.К., Платонов В.И., Троц Н.М. Новая парадигма развития сельского хозяйства
Orlova L.V., Fomin A.A., Toigildin A.L., Dridiger V.K., Platonov V.I., Trots N.M. A new paradigm of agricultural development 357



Научная статья

УДК 332.33+332.36

doi: 10.55186/25876740_2024_67_3_242

ОСОБЕННОСТИ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В КОНТЕКСТЕ ФОРМИРОВАНИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ

Д.В. Антропов, Р.А. Кириллов, С.И. Комаров

Государственный университет по землеустройству, Москва, Россия

Аннотация. В статье авторы представляют некоторые особенности формирования информационного обеспечения системы прогнозирования и планирования землепользования, в т.ч. регионального в контексте разработки концепции автоматизированной информационной системы. На основе принципа информативности системы прогнозирования и планирования предлагается опираться на принципы системности, совместимости, стандартизации, открытости и эффективности при формировании соответствующей информационной системы. Установлен перечень критериев и требования создания автоматизированной информационной системы прогнозирования и планирования землепользования, а также на этой основе выделены ее основные блоки. Отдельно уделено внимание государственным информационным ресурсам как основе формирования базы данных рассматриваемой системы, роли единого государственного реестра недвижимости, системы территориального планирования и информационной системы земель сельскохозяйственного назначения. В этом контексте признается ключевая роль создания инфраструктуры пространственных данных страны и использования инструментария геопорталов в контексте разработки концепции формирования автоматизированной системы рассматриваемого вопроса. В этой связи также предложена методическая последовательность использования материалов дистанционного зондирования при формировании информационной системы прогнозирования и планирования регионального землепользования в разрезе создания геопортальных решений.

Ключевые слова: землепользование, информационное обеспечение, планирование землепользования, прогнозирование землепользования, информационная система, геопрограммная информация, источники информации

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

FEATURES OF INFORMATION SUPPORT IN THE CONTEXT OF FORMING A REGIONAL AUTOMATED SYSTEM FOR LAND USE PLANNING AND FORECASTING

D.V. Antropov, R.A. Kirillov, S.I. Komarov

The State University of Land Use Planning, Moscow, Russia

Abstract. In the article, the authors present some features of the formation of information support for a land use forecasting and planning system, incl. regional in the context of developing the concept of an automated information system. Based on the principle of information content, the forecasting and planning system is proposed to rely on the principles of consistency, compatibility, standardization, openness and efficiency in the formation of the corresponding information system. A list of criteria and requirements for creating an automated information system for forecasting and land use planning has been established, and its main blocks have been identified on this basis. Separate attention is paid to state information resources as the basis for the formation of the database of the system under consideration, the role of the unified state register of real estate, the territorial planning system and the information system of agricultural lands. In this context, the key role of creating the country's spatial data infrastructure and using the tools of geoportals is recognized in the context of developing the concept of forming an automated system for the issue under consideration. In this regard, a methodological sequence for using remote sensing materials in the formation of an information system for forecasting and planning regional land use in the context of creating geoportal solutions has also been proposed.

Keywords: land use, information support, land use planning, land use forecasting, information system, geospatial information, information sources

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.

Академик Хлыстун В.Н. отмечает, что «стратегическая цель земельной политики определяет необходимость ее реализации по следующим основным направлениям: в) развитие системы информационного обеспечения управления земельными ресурсами на основе: инвентаризации земельного фонда Российской Федерации, широкого внедрения ГИС-технологий и дистанционного зондирования, периодического обновления плано-картографического материала о земельных ресурсах, создание

единого федерального реестра, выведения в практику составления ежегодных балансов на различных территориальных уровнях, обеспечения сводимости данных различных министерств и ведомств, формирование систем публичной информации об обороте» [16]. Данные позиции справедливы ко всем институтам системы управления земельными ресурсами: землеустройство, учетно-регистрационные и/или кадастровые системы, мониторинг земель, земельный контроль и надзор, планирование

использования территорий, зонирование, государственная кадастровая и экономические оценки, кадастровая деятельность и т.п. действия. Так, А.В. Дубровский предлагает «совместное использование подсистем районирования и функционального зонирования, прогнозного моделирования, перспективного планирования, мониторинга рационального использования в качестве прототипа системы рационального использования земельных ресурсов», а в контексте рассматриваемого



вопроса интересующие нас блоки (планирования и прогнозирования) включают «построение моделей развития территории, определение эксплуатационных характеристик и прогнозного срока использования объектов недвижимости, прогнозирование изменения кадастровой стоимости, уточнение схем территориального развития (планирования), разработка системы показателей (экологическая комфортность, социально-бытовая обеспеченность, экономический уровень) жизнедеятельности населения, разработку перспективных направлений территориального развития (на основании системы прогнозного моделирования), разработку стратегического плана развития»[10].

Соглашаясь с изложенным выше, а также как уже ранее отмечали авторы, прогнозирование и планирование землепользования играет ключевую роль в информационном обеспечении процесса выработки эффективного управленческого решения, являясь научной основой наиболее эффективного землепользования региона [12]. При этом для самой системы планирования и прогнозирования необходимы сведения и данные вышеуказанных функций системы управления земельными ресурсами (источники информации) в разрезе землепользования в целом или его отдельных видов в частности.

Таким образом повышение эффективности сельскохозяйственного и иного производства, продовольственной безопасности Российской Федерации, сохранение благоприятной окружающей среды, природно-ресурсного потенциала и т.п. невозможно без формирования информационного механизма прогнозирования и планирования землепользования.

Выявлено, что зачастую в основе системы прогнозирования используются экономические показатели, производственные связи, при этом игнорируя уровень развития земельно-имущественных отношений, степень использования земель сельскохозяйственного назначения, уровень интенсивности АПК и т.п.

Одним из основных предложенных общих принципов формируемой системы прогнозирования и планирования регионального землепользования выступает **принцип информативности**, который состоит в необходимости создания системы информационного обеспечения процесса прогнозирования и планирования землепользования. Созданная информационная система должна обеспечить формирование массивов информации с учетом требований различных уровней и организацию информационных потоков, а также включать в себя банки и базы данных об объектах недвижимости, программное обеспечение и современные информационные технологии, а также отвечать ряду принципов и критериев (рис.1, табл.1).

Таким образом в единую информационную систему планирования и прогнозирования землепользования должны войти следующие основные блоки (рис.2).

В этой связи первым и ключевым вопросом становится формирование и наполнение базы данных о состоянии и использовании земельных ресурсов, т.е. ее информационное обеспечение, в т.ч. определения источников, состава и характеристик информационных объектов.

В других научных публикациях [3] исследователи уже обращались к проблематике отсутствия единого источника информации, который может быть использован при решении задач планирования использования земель



Рисунок 1. Принципы, необходимые к учету при создании автоматизированных информационных систем землепользования

Figure 1. Principles necessary to be taken into account when creating automated land use information systems

Таблица 1. Перечень критериев и требований создания автоматизированной информационной системы прогнозирования и планирования землепользования

Table 1. List of criteria and requirements for creating an automated information system for forecasting and land use planning

| | |
|-------------------------------|---|
| Соответствие законодательству | система должна соответствовать всем действующим законам и нормативным актам, регулирующим землепользование в регионе |
| Полнота данных | система должна иметь полную и актуальную информацию о всех земельных участках в регионе, включая их характеристики, статус использования и права собственности |
| Точность прогнозов | система должна предоставлять точные прогнозы относительно будущего использования земель, учитывая различные факторы, такие как демографические изменения, экономический рост, изменение климата и другие |
| Эффективность планирования | система должна обеспечивать эффективное планирование землепользования, позволяющее оптимально использовать земли для различных целей (жилая застройка, промышленность, сельское хозяйство и т.д.) и минимизировать негативное воздействие на окружающую среду |
| Удобство использования | система должна быть удобной и интуитивно понятной для пользователей, чтобы облегчить процесс планирования и принятия решений |
| Адаптивность | система должна быть гибкой и способной адаптироваться к изменяющимся условиям и требованиям, чтобы обеспечить долгосрочную эффективность планирования землепользования |



Рисунок 2. Основные блоки формируемой автоматизированной системы планирования и прогнозирования землепользования

Figure 2. The main blocks of the automated land use planning and forecasting system being formed



Таблица 2. Некоторый перечень федеральных информационных ресурсов сведения которых необходимы для формирования системы информационного обеспечения прогнозирования и планирования землепользования

Table 2. A certain list of federal information resources, the information of which is necessary for the formation of an information support system for forecasting and land use planning

| Наименование информационной системы | Описание | Наименование оператора | Информационный объект |
|-------------------------------------|--|---|---|
| ФГИС ЕГРН | Единый государственный реестр недвижимости | ППК «Роскадастр» | Объекты недвижимости, различные зоны и территории |
| ЕФИС ЗСН | Реестр земель сельскохозяйственного назначения | Россельхозмониторинг | Земельные угодья |
| ФГИС ТП ИСОГД | Система обеспечения градостроительной деятельности | Министерство экономического развития РФ | Территориальные и функциональные зоны |
| ФГИС ЛК ЛЕСЕГАИС | Ведомственный фонд пространственных данных | ФГУП Рослесинфорг | Лесничества |
| ФГИС АСЛН | Ведомственный фонд пространственных данных | ФГБУ «Росгеолфонд» | Полезные ископаемые |
| ФФПД | Фонд данных дистанционного зондирования | ППК «Роскадастр» Роскосмос | Ортофотопланы |
| ФГИС «Природные территории» | Кадастр ООПТ | ФГБУ «РФИ Минприроды России» | Особо охраняемые природные территории |

сельскохозяйственного назначения, рассматривали некоторые государственные информационные системы, как важнейшие и приоритетные при решении задач планирования использования земель, их проблематику. Выполнение работ по моделированию и прогнозированию рационального использования земельных ресурсов невозможно без наличия достоверной кадастровой информации. В научном сообществе неоднократно доказана зависимость между эффективностью кадастровой системы и уровнем управления земельными ресурсами и землепользованием [1, 5, 7, 8, 9, 14], а также приоритетность сведений единого государственного реестра недвижимости перед иными информационными системами [2,4]. Таким образом, по нашему мнению, основой для формирования схемы информационного обеспечения выступают данные единого государственного реестра недвижимости, мониторинга земель, существующих систем территориального планирования, а также являются данные, содержащиеся в иных кадастрах и реестрах.

В целях организации информационного взаимодействия необходимо установить следующие сведения об информационной системе и о ее операторе. Так, в табл.2 представлен такой перечень в отношении федеральных информационных ресурсов.

В контексте регионального развития формируемой базы достаточно разнородной информации о состоянии и использовании земельного фонда региона, сконцентрированные на уровне региональных геоинформационных систем или геопорталов регионального назначения, информационных системах региональных органов исполнительной власти (отдельные информационные системы данных органов и системы дистанционного мониторинга земель), системы и ресурсы, содержащие результаты обработки ортофотопланов и аэрокосмических снимков в регионе.

В этой связи одним из важнейших источников информационного обеспечения выступают материалы дистанционного зондирования и аэрофотосъемки. В связи с развитием

мощностей вычислительной техники, позволяющей одновременно обрабатывать значительные объемы информации, в том числе представленной в графическом виде, а так же благодаря использованию нейронных сетей, которые вполне успешно занимаются автоматическим распознаванием и дешифровкой космических снимков, можно считать, что материалы дистанционного зондирования, полученные из космоса, способны быть одним из важных источников информации при прогнозировании и планировании землепользования. При этом накоплен значительный массив космических снимков, охватывающих период с 1980-тых годов до настоящего времени.

Таким образом, массивы данных о местоположении и площадных характеристиках, полученные с помощью дистанционного зондирования, в совокупности с официальными источниками государственной статистики дадут более полную информационную базу для планирования и прогнозирования землепользования региона.

В этой связи предлагается следующая методическая последовательность использования материалов дистанционного зондирования в контексте формирования системы для использования в прогнозировании и планировании землепользования (рис.3).

Карпик А.П. с соавторами считает, что «прогрессивные задачи создания системы единой государственной регистрации недвижимости, публичного интернет-сегмента кадастровой карты Российской Федерации, инфраструктуры пространственных данных и информационной системы обеспечения градостроительной деятельности предполагают интеграцию разрозненных георесурсов о земельно-имущественных комплексах в едином информационном пространстве» [11]. Как отмечает А.А. Варламов и С.А. Гальченко «использование геоинформационных технологий инструмент интеграции разнородных баз данных на государственном уровне, что для стран мира является элементом развития экономики и составной частью внешней и внутренней политики, что реализуется через создание единой инфраструктуры пространственных данных» [4].

В этой связи особое место займет создаваемая национальная система пространственных данных как агрегатор большого массива перечисленной выше информации становясь основным источником территориальных сведений для решения задач прогнозирования и планирования регионального землепользования.

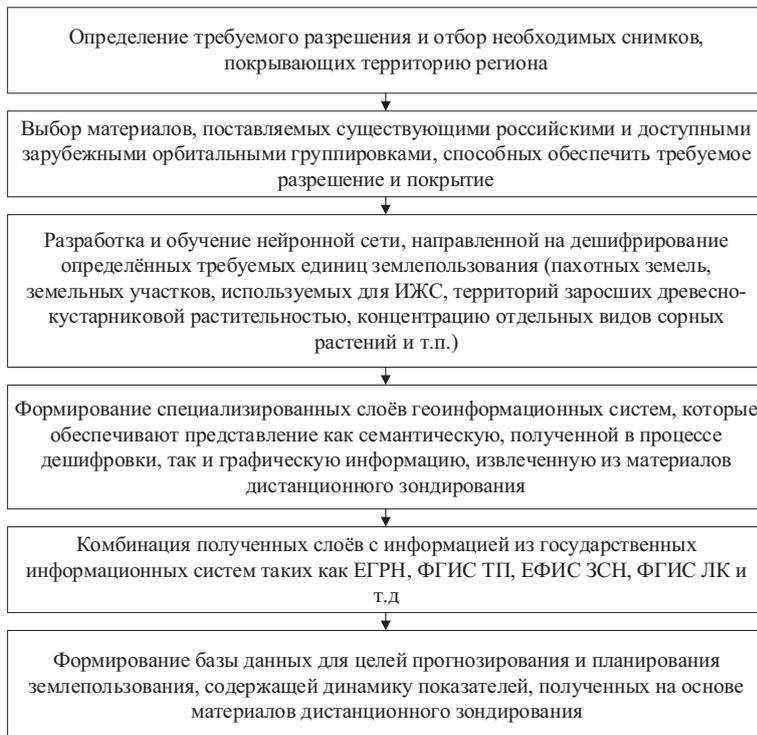


Рисунок 3. Применение материалов ДЗЗ при формировании информационной системы прогнозирования и планирования регионального землепользования в разрезе создания геопортальных решений
Figure 3. Application of remote sensing materials in the formation of an information system for forecasting and planning of regional land use in the context of creating geoportal solutions



Таким образом нами выявлено две ключевые основы концепции создания автоматизированной системы планирования и прогнозирования землепользования: использование сведений инфраструктуры пространственных данных (или интегрированных в нее систем) и необходимость применения геопортальных решений, обрабатывающих пространственные данные и позволяющее создавать многовариантные перспективные планы систем землепользования.

Список источников

1. Антропов, Д.В. Анализ эффективности управления земельными ресурсами региона на основе применения методики комплексного (кластерного) зонирования территорий (на примере земель сельскохозяйственного назначения) / Д.В. Антропов, С.И. Комаров // Международный сельскохозяйственный журнал. 2018. № 5. С. 16-19.
2. Антропов, Д.В. Обоснование приоритетности данных единого государственного реестра недвижимости перед данными иных информационных систем / Д.В. Антропов, С.И. Комаров, А.А. Рассказова // Современные проблемы земельно-имущественных отношений, урбанизации территории и формирования комфортной городской среды : сборник докладов Международной научно-практической конференции, Тюмень, 28 октября 2022 года. Том I. Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2023. С. 13-18.
3. Антропов, Д.В. Государственные информационные системы как часть планирования использования земель сельскохозяйственного назначения / Д.В. Антропов, И.Х. Ишамятова, Ю.С. Синица // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2024. № 4. С. 241-248. DOI: 10.33920/sei-04-2404-06.
4. Варламов, А.А. Земельный кадастр: Учебник для студентов вузов: в 6 томах / А.А. Варламов, С.А. Гальченко. Москва : Издательство Колос, 2005. 400 с. (Географические и земельные информационные системы). ISBN 5-9532-0144-3.
5. Варламов, А.А. Роль кадастров и мониторинга земель в информационном обеспечении управления земельными ресурсами / А.А. Варламов, С.А. Гальченко, Д.В. Антропов // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2018. № 12(167). С. 5-10.
6. Гаврилова, Л.А. Опыт использования материалов с беспилотных летательных аппаратов для создания картографической основы ГИС автомобильных дорог / Л.А. Гаврилова, В.А. Костеша, А.Г. Юнусов // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. 2019. Т. 63, № 4. С. 446-454. DOI: 10.30533/0536-101X-2019-63-4-446-454.
7. Гальченко, С.А. Методология оценки эффективности управления устойчивым землепользованием / С.А. Гальченко, А.А. Варламов // Аграрная Россия. 2017. № 12. С. 43-48.
8. Гальченко, С.А. Эффективность системы государственного земельного кадастра различных административно-территориальных уровней. Москва : МГИУ, 2003. 158 с. ISBN 5-276-00386-6.
9. Дубровский, А.В. К вопросу о разработке параметров эффективности кадастровой системы // Вестник

Информация об авторах:

- Антропов Дмитрий Владимирович**, кандидат экономических наук, доцент кафедры кадастра недвижимости и землепользования, заведующий лабораторией научных и методических проблем кадастров, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8834-7767>, antropovdv@guz.ru
- Кириллов Роман Андреевич**, старший преподаватель кафедры кадастра недвижимости и землепользования, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0897-884X>, romone@yandex.ru
- Комаров Станислав Игоревич**, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры кадастра недвижимости и землепользования, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3136-1058>, komarovsi@guz.ru

Information about the authors:

- Dmitriy V. Antropov**, candidate of economic sciences, associate professor of the department of real estate cadastre and land use, head of the laboratory of scientific and methodological problems of cadastres of the department of real estate cadastre and land use, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8834-7767>, antropovdv@guz.ru
- Roman A. Kirillov**, senior lecturer of the department of real estate cadastre and land use, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0897-884X>, romone@yandex.ru
- Stanislav I. Komarov**, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the department of real estate cadastre and land use, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3136-1058>, komarovsi@guz.ru

СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). 2021. Т. 26, № 6. С. 129-139. DOI: 10.33764/2411-1759-2021-26-6-129-139.

10. Дубровский, А.В. Методические подходы к моделированию и прогнозированию рационального использования земельных ресурсов с применением геотехнологий / А.В. Дубровский // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). 2022. Т. 27, № 3. С. 145-156. DOI: 10.33764/2411-1759-2022-27-3-145-156.

11. Карпик А.П., Лисицкий Д.В., Байков К.С., Осипов А.Г., Савиных В.И. Геопространственный дискурс опережающего и прорывного мышления // Вестник СГУГиТ. 2017. Т. 22, № 4. С. 53-67.

12. Комаров С.И. Прогнозирование и планирование использования земельных ресурсов и объектов недвижимости : Учебник / С.И. Комаров, А.А. Рассказова. 1-е изд. Москва : Издательство Юрайт, 2020. 1 с. (Высшее образование). ISBN 978-5-534-06225-0.

13. Комов Н.В. Земельно-информационная и кадастровая система — составная часть эффективного управления земельными ресурсами / Н.В. Комов, А.С. Чешев // Экономика и экология территориальных образований. 2016. № 1. С. 7-12.

14. Лойко П.Ф. Факториальные и результативные показатели экономической эффективности устойчивого сельскохозяйственного землепользования / П.Ф. Лойко, С.А. Гальченко, А.А. Рассказова, Р.В. Жданова // Международный сельскохозяйственный журнал. 2019. № 3. С. 48-49. DOI: 10.24411/2587-6740-2019-13046.

15. Папаскири Т.В. Методы формирования систем автоматизированного землеустроительного проектирования // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агронимия и животноводство. 2015. № 2. С. 38-44.

16. Хлыстун В.Н. Земельная политика в контексте устойчивого развития / В.Н. Хлыстун // Юг России: экология, развитие. 2021. Т. 16, № 4(61). С. 208-215. DOI: 10.18470/1992-1098-2021-4-208-215.

References

1. Antropov D.V. (2018). *Analiz effektivnosti upravleniya zemel'nymi resursami regiona na osnove primeneniya metodiki kompleksnogo (klaster'nogo) zonirovaniya territorij (na primere zemel' sel'skhozozajstvennogo naznacheniya)* [Analysis of the efficiency of land resource management in the region based on the application of the methodology of complex (cluster) zoning of territories (using the example of agricultural land)]. *Mezhdunarodnyj sel'skhozozajstvennyj zhurnal*, no. 5, pp.16-19.
2. Antropov D.V. & Komarov S.I. & Rasskazova A.A. (2023). *Obosnovanie prioritnosti dannyh edinogo gosudarstvennogo reestra nedvizhimosti pered dannyimi inyh informacionnyh sistem*. Proceedings of the *sovremennye problemy zemel'no-imushchestvennyh otnoshenij, urbanizacii territorii i formirovaniya komfortnoj gorodskoj sredy : sbornik dokladov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii*, Tyumen', 28 oktyabrya 2022 goda. Tyumen': Tyumenskij industrial'nyj universitet, pp. 13-18.
3. Antropov D.V. (2024). *Gosudarstvennye informacionnye sistemy kak chast' planirovaniya ispol'zovaniya zemel' sel'skhozozajstvennogo naznacheniya* [State information systems as part of planning the use of agricultural land] *Zemleustrojstvo, kadastr i monitoring zemel'*, no. 4, pp. 241-248.

4. Varlamov A.A. (2005). *Zemel'nyj kadastr: Geograficheskie i zemel'nye informacionnye sistemy* [Land cadastre: Geographical and land information systems], Moskva, Izdatel'stvo Kolos.

5. Varlamov A.A. (2018). *Rol' kadastr i monitoringa zemel' v informacionnom obespechenii upravleniya zemel'nymi resursami* [The role of cadastres and land monitoring in information support for land resource management] *Zemleustrojstvo, kadastr i monitoring zemel'*, no. 12(167), pp. 5-10.

6. GavriloVA L.A. (2019). *Opyt ispol'zovaniya materialov s bespilotnyh letatel'nyh apparatov dlya sozdaniya kartograficheskoj osnovy GIS avtomobil'nyh dorog* [Experience in using materials from unmanned aerial vehicles to create a cartographic basis for GIS of highway]. *Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Geodeziya i aerofotozemka*, no. 4, pp. 446-454.

7. Gal'chenko S.A. (2017). *Metodologiya ocenki effektivnogo upravleniya ustojchivym zemlepol'zovaniem* [Methodology for assessing effective management of sustainable land use]. *Agrarnaya Rossiya*, no. 12, pp. 43-48.

8. Gal'chenko S.A. (2003). *Effektivnost' sistemy gosudarstvennogo zemel'nogo kadastra razlichnyh administrativno-territorial'nyh urovnej* [Efficiency of the state land cadastre system at various administrative-territorial levels], Moskva, MGU.

9. Dubrovskij A.V. (2021). *Kvoprosu o razrabotke parametrov effektivnosti kadastrnoj sistemy* [On the issue of developing parameters for the efficiency of the cadastral system]. *Vestnik SGUGIT (Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta geosistem i tekhnologii)*, no. 6, pp. 129-139.

10. Dubrovskij A.V. (2022). *Metodicheskie podhody k modelirovaniyu i prognozirovaniyu racional'nogo ispol'zovaniya zemel'nyh resursov s primeneniem geotekhnologii* [Methodological approaches to modeling and forecasting the rational use of land resources using geotechnologies]. *Vestnik SGUGIT (Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta geosistem i tekhnologii)*, no. 3, pp. 145-156.

11. Karpik A.P. (2017). *Geoprostanstvennyj diskurs operezhayushchego i proryvnogo myshleniya* [Geospatial discourse of advanced and breakthrough thinking]. *Vestnik SGUGIT*, no. 4, pp. 53-67.

12. Komarov S.I. (2020). *Prognozirovaniye i planirovaniye ispol'zovaniya zemel'nyh resursov i ob'ektov nedvizhimosti* [Forecasting and planning the use of land resources and real estate], Moskva, Izdatel'stvo YUrajt.

13. Komov N.V. (2016). *Zemel'no-informacionnaya i kadastrnaya sistema — sostavnaya chast' effektivnogo upravleniya zemel'nymi resursami* [Land information and cadastral system — an integral part of effective land resource management] *Ekonomika i ekologiya territorial'nyh obrazovanij*, no. 1, pp. 7-12.

14. Lojko P.F. (2019). *Faktorial'nye i rezul'tativnye pokazateli ekonomicheskoj effektivnosti ustojchivogo sel'skhozozajstvennogo zemlepol'zovaniya* [Factorial and effective indicators of economic efficiency of sustainable agricultural land use]. *Mezhdunarodnyj sel'skhozozajstvennyj zhurnal*, no. 3, pp. 48-49.

15. Papaskiri T.V. (2015). *Metody formirovaniya sistem avtomatizirovannogo zemleustrojitel'nogo proektirovaniya* [Methods for forming automated land management design systems]. *Vestnik Rossijskogo universiteta družby narodov. Seriya: Agronomiya i zhivotnovodstvo*, no. 2, pp. 38-44.

16. Hlystun V.N. (2021). *Zemel'naya politika v kontekste ustojchivogo razvitiya* [Land policy in the context of sustainable development]. *YUg Rossii: ekologiya, razvitie*, no. 4(61), pp. 208-215.





Научная статья

УДК 631.1:004.65

doi: 10.55186/25876740_2024_67_3_246

РАЗРАБОТКА ГИС-ПРОЕКТА ЧЕРНОЗЕМЕЛЬСКОЙ ОБВОДНИТЕЛЬНО-ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ РЕСПУБЛИКИ КАЛМЫКИЯ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ МЕЛИОРАТИВНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

А.А. Дедова¹, В.А. Широкова¹, Э.Б. Дедова², Р.М. Шабанов²¹Государственный университет по землеустройству, Москва, Россия²Федеральный научный центр гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова, Москва, Россия

Аннотация. Территория Республики Калмыкия относится к самым засушливым регионам России. Систематически повторяющиеся засухи вызывают гибель растительности природных пастбищ и сельскохозяйственных культур, ухудшаются условия обводнения территории, что способствует острому дефициту в обеспечении водой сельского населения и животноводства. Для противостояния негативным погодно-климатическим явлениям и интенсивной антропогенной нагрузки в условиях усиливающейся аридизации необходимо устойчивое функционирование и развитие мелиоративно-водохозяйственного комплекса, совершенствование управления земельными и водными ресурсами. Цель исследований — разработка цифровой базы данных Черноземельской обводнительно-оросительной системы Республики Калмыкия для информационной и технологической поддержки принятия решений по выбору необходимого комплекса мероприятий рационального использования водных и земельных ресурсов. Методика исследований состояла из нескольких этапов: разработка структуры ГИС-проекта Черноземельской обводнительно-оросительной системы, включающая координационную привязку объектов системы и привязку на местности, минерализацию и химический состав воды, техническое состояние гидротехнических сооружений, почвенно-мелиоративное состояние орошаемых земель, пастбищных и лиманных агроэкосистем. Источником цифровых баз данных послужили многолетние показатели комплексного экологического мониторинга, данные инвентаризации мелиоративных внутрихозяйственных оросительных сетей, информационные сведения с портала ФГБНУ НИИ «Радуга», топографические карты, публичная кадастровая карта и спутниковые снимки. Разработанный ГИС-проект Черноземельской обводнительно-оросительной системы позволит оперативно принимать решения по выбору необходимого комплекса мероприятий и рационального использования водных ресурсов.

Ключевые слова: аридная зона, водные ресурсы, мелиоративная система, цифровая база данных, геоинформационные технологии, орошение, деградация, комплексные мелиорации

Original article

GIS PROJECT DEVELOPMENT OF THE CHERNOZEMELSKAYA IRRIGATION SYSTEM OF THE REPUBLIC OF KALMYKIA FOR THE SUBSTANTIATION OF RECLAMATION MEASURES

А.А. Dedova¹, V.A. Shirokova¹, E.B. Dedova², R.M. Shabanov²¹State University of Land Use Planning, Moscow, Russia²Federal Research Center of Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov, Moscow, Russia

Abstract. The territory of the Republic of Kalmykia belongs to the driest regions of Russia. Systematically recurring droughts cause the death of vegetation of natural pastures and agricultural crops, the conditions for watering the territory are worsening, which contributes to an acute shortage of water supply for the rural population and livestock. To withstand negative weather and climatic phenomena and intense anthropogenic pressure in conditions of increasing aridization, the sustainable operation and development of the reclamation and water management complex and improved management of land and water resources are necessary. The purpose of the research is to develop a digital database of the Chernozemelskaya watering and irrigation system of the Republic of Kalmykia for information and technological support for decision-making on the selection of the necessary set of measures for the rational use of water and land resources. The research methodology consisted of several stages: the development of the structure of the GIS project of the Chernozemelskaya watering and irrigation system, including coordination of system objects and localization, mineralization and chemical composition of water, technical condition of hydraulic structures, soil and reclamation condition of irrigated lands, pasture and estuarine agroecosystems. The source of the digital databases was long-term indicators of comprehensive environmental monitoring, inventory data of reclamation on-farm irrigation networks, information from the portal of the Federal State Budgetary Scientific Research Institute "Raduga", topographic maps, a public cadastral map and satellite images. The developed GIS project of the Chernozemelskaya watering and irrigation system will make it possible to quickly make decisions on the selection of the necessary set of measures and rational use of water resources.

Keywords: arid area, water resources, land reclamation system, digital database, geoinformation technologies, irrigation, degradation, integrated land reclamation

Введение. Территория Республики Калмыкия расположена преимущественно в полупустынной и пустынной зонах Северного Прикаспия, где коэффициент аридности варьирует от 0,11 до 0,30 [1,5,7]. Это самый засушливый регион России. Гидрографическая сеть развита очень слабо. Создание условий для противостояния негативным климатическим явлениям в сельском хозяйстве должно основываться на развитии мелиоративно-водохозяйственного комплекса и совершенствовании механизма управления земельными и водными ресурсами [13,14,16]. В связи с этим, цель данной работы — разработка цифровой базы

данных Черноземельской обводнительно-оросительной системы Республики Калмыкия для информационной и технологической поддержки принятия решений по выбору необходимого комплекса мероприятий рационального использования водных и земельных ресурсов.

Объект и методика исследований. Объектами исследований являлись земли сельскохозяйственного назначения (пастбищные угодья, земли регулярного и лиманного орошения) в зоне действия Черноземельской обводнительно-оросительной системы (ЧООС) Республики Калмыкия, гидротехнические сооружения мелиоративной системы (табл. 1). Это одна из самых

крупных мелиоративных систем региона, которая расположена в восточной природно-сельскохозяйственной зоне на комплексах светло-каштановых и бурых полупустынных почв с солонцами [2,7].

Методика составления геоинформационного проекта ЧООС включала в себя ряд этапов: сбор и анализ данных комплексного экологического мониторинга за состоянием пастбищных и лиманных агроэкосистем, водных ресурсов и гидротехнических сооружений в пределах ЧООС, проектирование базы данных, создание векторных и растровых слоев для визуализации данных, создание карт. Для проведения



Таблица 1. Характеристика Черноземельской обводнительно-оросительной системы Республики Калмыкия [6,7]
Table 1. Characteristics of the Chernozemelskaya irrigation system of the Republic of Kalmykia [6,7]

| Черноземельская гидромелиоративная система | |
|--|---|
| Назначение | орошение, обводнение |
| Водоисточник | р. Терек, р. Кума, Чограйское водохранилище |
| Проектная мощность, млн м ³ | 593,6 |
| КПД | 0,66 |
| Проектная площадь, обслуживаемая мелиоративной системой, тыс. га | 23,5 |
| Фактическая площадь, обслуживаемая мелиоративной системой, тыс. га | 40,4 |
| Протяженность каналов, км | 728,9 |
| Год ввода в эксплуатацию | 1969 |

геоинформационного мониторинга состояния поверхностных вод Чограйского водохранилища, орошаемых земель и пастбищных угодий использовались космические снимки, находящиеся в открытом доступе. При этом временной диапазон исследования составил более 45 лет. Геоинформационное картографирование выполнялось с использованием свободных программных средств геоинформационных систем QGIS и SAGA GIS, имеющих открытый исходный код.

Результаты исследований и их обсуждение. Разработанный ГИС-проект Черноземельской обводнительно-оросительной системы включает в себя растровые и векторные слои с информацией, позволяющей повысить эффективность рационального использования земельных и водных ресурсов. Растровые слои состоят из слоя подложки (спутниковые снимки) и рельефа местности. Векторные материалы представлены следующими слоями и группами: типы и разновидности почв, ландшафтные условия, гидрографическая сеть, административное деление республики с обозначением населенных пунктов, зона действия и инфраструктура гидромелиоративной сети.

Структура ГИС-проекта ЧООС представляет собой набор информационных слоев (рис. 1): природно-территориальные зоны; цифровая модель рельефа; гидрографическая сеть; почвенный покров; подземные артезианские бассейны включают структуру атрибутивной таблицы отображения информации по месторождениям подземных вод; административное деление, населенные пункты, дорожная сеть; водные ресурсы (минерализация, химический состав оросительных и дренажно-сбросных вод, оценка их качественного состава и пригодности для использования); гидротехнические сооружения ЧООС содержат сведения о местоположении, проектных технических параметрах и состоянии магистрального канала, распределительных межхозяйственных, внутрихозяйственных, дренажно-сбросных каналов, водоприемниках, насосных станциях, дамбах, водовыпусках, водопусках, трубопроводах и т.п.; участки регулярного и лиманного орошения (площади, показатели по оценке почвенно-мелиоративного состояния земель, наличие поливной техники, структура посевных площадей сельскохозяйственных культур); естественные пастбищные угодья (геоботанический состав,

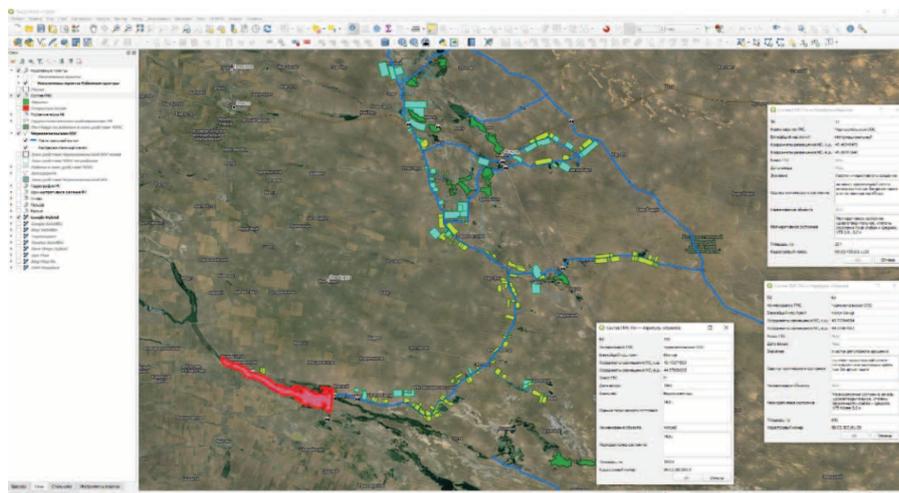


Рисунок 1. ГИС-проект Черноземельской обводнительно-оросительной системы с информационными сведениями в атрибутивных таблицах
Figure 1. GIS-project of the Chernozemelskaya irrigation system with information in attribute tables

Таблица 2. Динамика площади акватории Чограйского водохранилища
Table 2. Dynamics of the Chograi reservoir water area

| Год | Искусственный спутник Земли | Дата космического снимка | Площадь зеркала водной поверхности, км ² |
|------|-----------------------------|--------------------------|---|
| 1975 | Landsat 2 | 8 июня | 129,803 |
| 1980 | Landsat 3 | 26 июня | 139,453 |
| 1984 | Landsat 5 | 13 июня | 127,378 |
| | Landsat 5 | 1 сентября | 124,229 |
| 1989 | Landsat 5 | 27 июня | 125,111 |
| | Landsat 5 | 30 августа | 127,401 |
| 2000 | Landsat 7 | 17 июня | 128,312 |
| | Landsat 5 | 29 сентября | 121,431 |
| 2010 | Landsat 7 | 13 июня | 110,079 |
| | Landsat 5 | 25 сентября | 106,381 |
| 2020 | Landsat 8 | 16 июня | 76,82 |
| | Landsat 8 | 4 сентября | 67,26 |
| 2021 | Landsat 8 | 3 июня | 82,72 |
| | Sentinel 2 | 11 сентября | 76,27 |
| 2022 | Landsat 8 | 10 сентября | 60,26 |
| | Landsat 9 | 30 июня | 72,37 |
| 2023 | Landsat 8 | 13 сентября | 70,54 |
| | Landsat 8 | 9 июня | 76,59 |
| 2024 | Sentinel 2 | 4 апреля | 68,16 |

продуктивность, пастбищная нагрузка, эколого-мелиоративное состояние).

Основным источником орошения является Чограйское водохранилище, расположенное в долине реки Восточный Маныч на границе Ставропольского края и Республики Калмыкия. Данное водохранилище было создано в 1969 году для устранения острого дефицита пресных водных ресурсов на юге Европейской части нашей страны [4,6,7,10] с проектным объемом 720 млн м³. Общая длина водного объекта составляет 48,8 км, ширина достигает 9 км, в хвостовой части — 0,8 км. Водохранилище комплексного использования и предназначено для различных нужд: питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, ирригации, регулирования вод р. Терек и р. Кума и рыбохозяйственных нужд [4,7]. К потребителям вода подается самотеком по Черноземельскому магистральному каналу (ЧМК), Гашунскому, Яшульскому и Приозерному распределителям. Способ подачи воды в ООС — самотечный. Основной объем воды 95% поступает в водохранилище по Кумо-Маньчскому каналу в объеме около 400 млн м³ в год.

Геоинформационный анализ динамики площади водной поверхности Чограйского водохранилища за многолетний период 1975–2024 гг. свидетельствует о значительном ее сокращении (табл. 2).

По данным космических снимков Landsat 2 площадь водоема в начальный период мониторинга в 1975 году составляла 129,8 км², наибольшее значение площади акватории достигало 26 июня 1980 г. 139,5 км². Анализ данных дистанционного зондирования Земли показывает, что с 1975 г. по 2000 г. наблюдается незначительный тренд снижения площади акватории и ее среднее значение составляет 127 км². В настоящее время наблюдается резкое сокращение площади акватории до 67,26 км² (04.09.2020 г.) и 60,26 км² (10.09.2022 г.), что составляет соответственно 47% и 52% от среднего значения в период 1975–2000 гг. На основании полученных геоинформационных слоев сформирована карта с наложенными на космический снимок (4.09.2020 г. Landsat 8 OLI естественный цвет) контурами кромки воды в разные годы мониторинга (рис. 2).



Причиной резкого сокращения объемов воды является неблагоприятно складывающаяся ситуация климатического характера. Частые атмосферные засухи, и, как следствие, маловодные периоды наряду с возрастающей антропогенной нагрузкой, привели к значительному истощению аккумулированных вод, что может послужить причиной возникновения чрезвычайной ситуации в регионе [2,8,12].

В современных обстоятельствах проведение мониторинга на основе дистанционного зондирования Земли является необходимым условием для развития методов управления водными объектами и земельными ресурсами [3,9,11,15]. Для графического отображения, осуществления мониторинга объекта исследований, а также обоснования системы комплексных мелиоративных мероприятий для предотвращения как водной, так и ветровой эрозии эффективно

применение геоинформационных технологий. Для достижения цели исследований на основе топографических материалов и данных дистанционного зондирования Земли сформирован векторный слой «Черноземельская ООС», содержащий данные о магистральных, распределительных и сбросных каналах. На основе данного слоя путем буферизации объектов создан полигональный слой «зона действия Черноземельской ООС» для разграничения территории с охватом в 20 км от объекта (рис. 3).

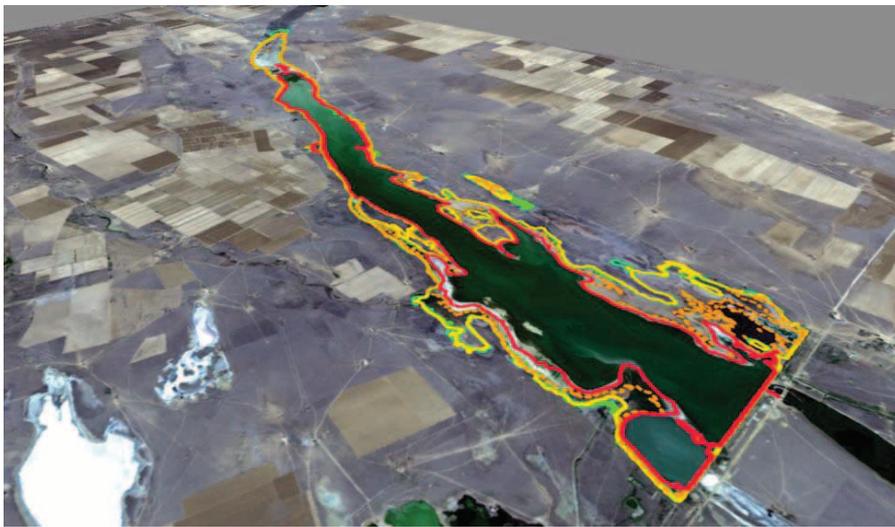
Результаты исследований позволили определить площадь обводнения территории региона за счет функционирования Черноземельской мелиоративной системы, значение которой составляет порядка 2,1 млн га. По административным районам Республики Калмыкия территория зоны действия Черноземельской ООС в Ики-Бурульском составляет 0,32 млн га,

в Черноземельском — 0,75 млн га, в Яшкульском — 0,68 млн га, в Целинном — 0,15 млн га и Кетченеровском 0,20 млн га.

На Черноземельской ООС суммарная подача на все нужды в 2023 году составила 198,1 млн м³, при фактическом объеме водозабора 330,1 млн м³ [6]. В структуре водопотребления для полива сельскохозяйственных культур подано 8,48 млн м³, на затопление лиманных сеносов — 14,14 млн м³, при этом фактически полито 12,88 тыс. га. На пополнение водоемов на нужды сельскохозяйственного водоснабжения значение варьирует от 77% до 86%, на обводнение территории от 8 до 12%, на замочку каналов от 3 до 5% от суммарной водоподачи.

Основным критерием мелиоративного состояния орошаемых земель является режим грунтовых вод, который характеризуется уровнем их залегания (УГВ) и степенью минерализации. При хорошем мелиоративном состоянии уровень залегания грунтовых вод на орошаемых участках залегает ниже критической глубины. Степень засоления активного (корнеобитаемого) слоя почвы оценивается по недобору урожая растений (15–20% и более). Степень солонцеватости определяется долей солонцов и сильносолонцеватых почв в комплексах зональных почв на орошаемых массивах. Несмотря на сравнительно короткую историю орошаемого земледелия в республике, на всех без исключения оросительно-обводнительных системах Калмыкии отмечены явления вторичного засоления орошаемых земель. На Черноземельской ООС обеспеченность дренажем составляет 32,3%. Мелиоративное состояние орошаемых сельскохозяйственных угодий по данным Информационного портала ФГБНУ ВНИИ «Радуга» удовлетворительное [6]. Однако, следует отметить, что со средней степенью засоления площадь орошаемых земель составляет порядка 33,65 тыс. га или 52,9% [2,5]. В советский период на Черноземельской ООС получали самые высокие урожаи кормовых культур, что свидетельствует о возможности эффективного использования орошаемых земель, что позволит устойчивому развитию экспортного потенциала региона по производству животноводческой продукции.

Заключение. Развитие агропромышленного комплекса Калмыкии в условиях усиливающейся аридизации климата в значительной мере зависит от состояния и функционирования обводнительно-оросительных систем. Применение геоинформационных технологий для обоснования системы комплексных мелиоративных мероприятий по предотвращению как водной, так и ветровой эрозии является эффективным. При этом становится возможным анализировать роль большого числа факторов, влияющих на состояние земельного фонда, предотвращать развитие эрозионных процессов, оперативно проводить мелиоративные мероприятия для улучшения экологической ситуации с учетом природно-хозяйственных условий. Формирование цифровых и картографических баз данных позволит оперативно управлять информационными ресурсами, обеспечивать их хранение, многоцелевое использование, в том числе для обоснования принятия решений о планировании использования территории и определении необходимых агрофитомелиоративных и организационных мероприятий по особенностям ведения мониторинга, инвентаризации сельскохозяйственных угодий, водных объектов и лесных насаждений.



- Landsat 2 MSS 08.06.1975 г.
- Landsat 3 MSS 26.06.1980 г.
- Landsat 5 TM 01.09.1984 г.
- Landsat 5 TM 30.08.1989 г.
- Landsat 5 TM 29.09.2000 г.
- Landsat 5 TM 25.09.2010 г.
- Landsat 8 OLI 04.09.2020 г.

Рисунок 2. 3D-модель Чограйского водохранилища с наложенными контурами границ водной поверхности по годам исследования (космический снимок 04.09.2020 г. Landsat 8 OLI естественный цвет)
Figure 2. 3D model of the Chograi reservoir with superimposed contours of the boundaries of the water surface according to the years of research (satellite image 04.09.2020 Landsat 8 OLI natural color)

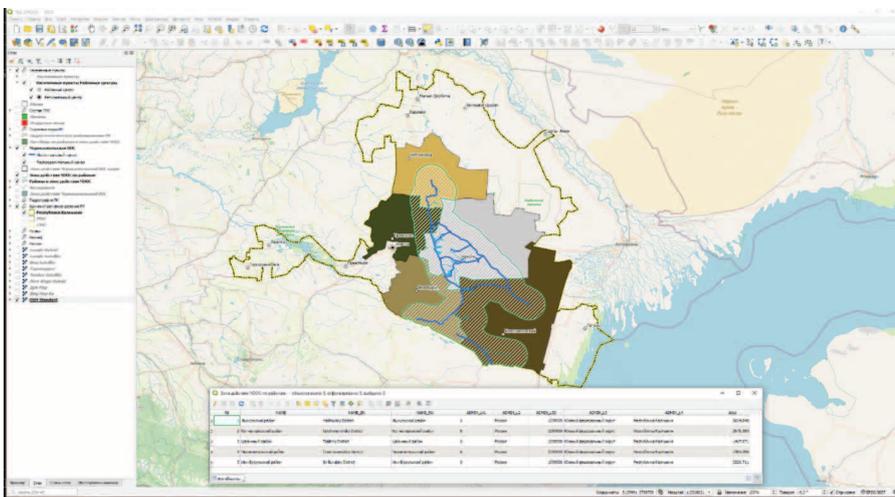


Рисунок 3. Слой ГИС-проекта с определением границ зоны действия Черноземельской обводнительно-оросительной системы Республики Калмыкия с таблицей атрибутов
Figure 3. A GIS project layer with the definition of the boundaries of the Chernozemelskaya irrigation system of the Republic of Kalmykia with a table of attributes



Список источников

1. Доскач А.Г. Природное районирование Прикаспийской полупустыни, М.: Изд-во «Наука», 1979. 140 с.
2. Borodychev V.V., Dedova E.B., Sazanov M.A., Dedov A.A. Ecosystem monitoring of water resources and reclamation facilities // *Russian Agricultural Sciences*. — 2017. — Т. 43. — № 4. — С. 347-352. DOI: 10.3103/S1068367417040048
3. Dedova E.B., Dedov A.A. Ecological paradigm for sustainable functioning of reclamation systems in arid territories // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. Vol. 867(1). Pp. 012058.
4. Дедова Э.Б., Сазанов М.А. Научно-популярная энциклопедия «Вода России» Чограйское водохранилище // Научно-популярная энциклопедия «Вода России», 2015.
5. Dedova E.B., Goldvarg B.A., Tsagan-Mandzhiev N.L. Land Degradation of the Republic of Kalmykia: Problems and Reclamation Methods // *Arid Ecosystems*. 2020. № 10 (2). Pp. 140-147. DOI: 10.1134/S2079096120020043
6. Информационный портал ФГБНУ ВНИИ «Радуга». Радугаинформ <http://inform-raduga.ru/gts/3203>
7. Комплексное использование водных ресурсов Республики Калмыкия: Монография / Сост. и ред. С.Б. Адыев, Э.Б. Дедова, М.А. Сазанов. Элиста: ЗАОР «НПП «Джангар», 2006. 200 с.
8. Кониева Г.Н., Иванова В.И., Адучиева М.Г. Анализ изменений основных климатических показателей на территории Республики Калмыкия за многолетний период // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*. 2023. № 2 (70). С. 177-184.
9. Матвеев А.В., Шабанов Р.М., Дедова Э.Б., Исаева С.Д. Создание экспертной системы на базе геоинформационных и веб-технологий для совершенствования организации управления мелиоративно-водохозяйственным комплексом Республики Калмыкия // *Сельский механизатор*. 2024. № 2. С. 34-36.
10. Уланова С.С. Экологическая паспортизация искусственных водоемов Кумо-Манычской впадины в пределах Республики Калмыкия. Монография. Элиста, 2014., 180 с.
11. Шабанов Р.М., Дедова А.А., Дедов А.А. Оценка продуктивности пастбищных угодий Калмыкии на основе ГИС-технологий и дистанционного зондирования. В сборнике: Агроресурсоориентированное лесоразведение — история и перспективы развития. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Волгоград, 2023. С. 296-299.
12. Shabanov R.M., Dedov A.A., Verzhinina V.V., Khutorova A.O., Dedova A.A. Geocological estimate of grassland use in the desert and semi-desert zone of the Republic of Kalmykia // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021 International Symposium «Earth Sciences: History, Contemporary Issues and Prospects, ESHCIP 2021». IOP Publishing Ltd, 2021. С. 012077.

Информация об авторах:

Дедова Алёна Андреевна, аспирант кафедры геоэкологии и природопользования, Государственный университет по землеустройству
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5515-155X>, Scopus: 57322248100, alena.zhe@bk.ru

Широкова Вера Александровна, доктор географических наук, профессор кафедры геоэкологии и природопользования, Государственный университет по землеустройству, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0839-1416>, Researcher ID: J-2145-2012, Scopus: 57189035297, shirocova@gmail.com

Дедова Эльвира Батыревна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор РАН, заместитель директора по науке, главный научный сотрудник, Федеральный научный центр гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0640-911X>, Researcher ID: C-1822-2014, Scopus: 57130902500, dedova@vniigim.ru

Шабанов Рустам Михайлович, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Федеральный научный центр гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8012-692X>, Researcher ID: J-6604-2018, Scopus: 57220038266, rustam1_9@mail.ru

Information about the authors:

Alena A. Dedova, postgraduate student of the department of geocology and environmental management, State University of Land Use Planning, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5515-155X>, Scopus: 57322248100, alena.zhe@bk.ru

Vera A. Shirokova, doctor of geographical sciences, professor of the department of geocology and environmental management, State University of Land Use Planning, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0839-1416>, Researcher ID: J-2145-2012, Scopus: 57189035297, shirocova@gmail.com

Elvira B. Dedova, doctor of agricultural sciences, professor of the Russian Academy of sciences, deputy director of science, chief researcher, Federal Scientific Center for Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0640-911X>, Researcher ID: C-1822-2014, Scopus: 57130902500, dedova@vniigim.ru

Rustam M. Shabanov, candidate of agricultural sciences, leading researcher, Federal Scientific Center for Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8012-692X>, Researcher ID: J-6604-2018, Scopus: 57220038266, rustam1_9@mail.ru

13. Shevchenko V.A., Isaeva S.D., Dedova E.B. A New Stage in the Development of the Land Reclamation and Water Management Complex of the Russian Federation // *Herald of the Russian Academy of Sciences*. 2023. T. 93. № 4. С. 355-361. DOI: 10.31857/S0869587323040114

14. Шевченко В.А., Исаева С.Д., Дедова Э.Б. Модель принятия решений в инновационных проектах развития сельскохозяйственного водопользования // *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2022. № 2 (386). С. 124-128. DOI:10.55186/25876740_2022_65_2_124

15. Широкова В.А., Широков Р.С., Урлова Я.Д. Geocological monitoring as the basis of the environmental technologies of unique water bodies // *International Multidisciplinary Scientific Geo Conference Surveying Geology and Mining Ecology Management* (2019 год, том 19, Albena, Bulgaria) T. 19, C. 299-306 DOI:10.5593/sgem2019/5.1/S20.038

16. Шумова Н.А. Изменение структуры землепользования и орошения в современных климатических условиях в Республике Калмыкия // *Экосистемы: экология и динамика*, 2021, том 5, № 1 DOI: 10.24411/2542-2006-2021-10080 C. 113-131.

References

1. Dotskay A.G. (1979). *Prirodnoe raionirovanie Prikaspijskoi polupustyni* [Natural zoning of the Caspian semi-desert]. Moscow: Nauka publishing house.
2. Borodychev V., Dedova E., Sazanov M., & Dedov A. (2017). Ecosystem monitoring of water resources and reclamation facilities. *Russian Agricultural Sciences*. vol. 43, no. 4, pp. 347-352. DOI: 10.3103/S1068367417040048
3. Dedova, E. & Dedov, A. Ecological paradigm for sustainable functioning of reclamation systems in arid territories (2021). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 867(1), pp. 012058.
4. Dedova E. & Sazanov M. (2015). *Nauchno-populyarnaya entsiklopediya «Voda Rossii» Chograiskoe vodokhranilishche* [Popular science encyclopedia "Water of Russia" Chograyское reservoir]. Popular science encyclopedia "Water of Russia" (accessed 11 November 2023).
5. Dedova E., Goldvarg B., & Tsagan-Mandzhiev N. (2020). Land Degradation of the Republic of Kalmykia: Problems and Reclamation Methods. *Arid Ecosystems*, vol. 10 (2), pp. 140-147. DOI: 10.1134/S2079096120020043
6. Informatsionniy portal FGBNU VNIi «Raduga». Radugainform <http://inform-raduga.ru/gts/3203> (accessed 07 November 2023).
7. *Kompleksnoe ispol'zovanie vodnykh resursov Respubliki Kalmykiya: Monografiya* (2006) [Complex Use of Water Resources of the Republic of Kalmykia: Monograph], Ad'yaev S., Dedova E., & Sazanov M. Eds., Elista: ZAO NPP Dzhangar.
8. Koniya G.N., Ivanova V.I., & Aduchieva, M.G. (2023). Analiz izmenenii osnovnykh klimaticeskikh pokazatelei na territorii Respubliki Kalmykiya za mnogoletnii period [Analysis of changes in the main climatic indicators on the territory of the Republic of Kalmykia over a long-term period]. *Proceedings of the Nizhnevolskiy Agrouniversity complex: Science and higher professional education*, no. 70, pp. 177-184.
9. Matveev A.V., Shabanov R.M., Dedova E.B. & Isaeva S.D. (2024). *Sozдание ekspertnoi sistemi na baze geoinformatsionnikh i veb-tehnologii dlya sovershenstvovaniya organizatsii upravleniya meliorativno-vodokhozyaystvennim kompleksom Respubliki Kalmykiya* [Creation of an expert system based on geoinformation and web technologies to improve the organization of management of the reclamation and water management complex of the Republic of Kalmykia]. *Rural machine operator*, no. 2, pp. 34-36.
10. Ulanova S. *Ekologicheskaya pasportizatsiya iskusstvennykh vodoemov Kumo-Manichskoi vpadiny v predelakh Respubliki Kalmykiya* (2014). Monograph. Elista.
11. Shabanov R.M., Dedova A.A. & Dedov A.A. (2023). *Otsenka produktivnosti pastbishchnikh ugodiy Kalmyki na osnove GIS-tehnologii i distantsionnogo zondirovaniya* [Assessment of productivity of Kalmykia's pasture lands based on GIS technologies and remote sensing]. In the collection: *Agroforestry and protective afforestation — history and prospects of development. Materials of the All-Russian scientific and practical conference*, Volgograd, pp. 296-299.
12. Shabanov R., Dedov, A., Verzhinina V., Khutorova A. & Dedova A.A. (2021). Geocological estimate of grassland use in the desert and semi-desert zone of the Republic of Kalmykia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. International Symposium "Earth Sciences: History, Contemporary Issues and Prospects, ESHCIP 2021". IOP Publishing Ltd. P. 012077.
13. Shevchenko V., Isaeva S. & Dedova E. (2023). A New Stage in the Development of the Land Reclamation and Water Management Complex of the Russian Federation. *Herald of the Russian Academy of Sciences*, vol. 93 (4), pp. 355-361. DOI: 10.31857/S0869587323040114
14. Shevchenko V.A., Isaeva S.D. & Dedova E.B. (2022). *Model prinyatiya resheniy v innovatsionnykh proektakh razvitiya selskokhozyaystvennogo vodopolzovaniya* [A decision-making model in innovative projects for the development of agricultural water use]. *International Agricultural Journal*, no. 2(386), pp. 124-128. DOI:10.55186/25876740_2022_65_2_124
15. Широкова В., Широков Р. & Урлова Я.Д. (2019). Geocological monitoring as the basis of the environmental technologies of unique water bodies. *International Multidisciplinary Scientific Geo Conference Surveying Geology and Mining Ecology Management*, vol. 19, pp. 299-306 DOI: 10.5593/sgem2019/5.1/S20.038.
16. Shumova N. (2021). *Izmenenie struktury zemlepol'zovaniya i orosheniya v sovremennykh klimaticeskikh usloviyakh v Respublike Kalmykiya* [Change in structure of land use and irrigation under modern climatic conditions in the Republic of Kalmykia]. *Ekosistemy: ekologiya i dinamika*, no. 5 (1), pp.113-131. DOI: 10.24411/2542-2006-2021-10080





Научная статья

УДК 338.242.4

doi: 10.55186/25876740_2024_67_3_250

РАЗВИТИЕ МЕТОДИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ ОРГАНИЗАЦИИ ВНУТРЕННЕЙ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ ПОМОЩИ

Е.Г. Решетникова

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

Аннотация. В статье рассмотрено одно из направлений решения важной научной проблемы достижения сбалансированности основных параметров национального продовольственного рынка, смягчения социально-экономической дифференциации, стабилизации внутреннего спроса на продовольствие, увеличения объема и улучшения структуры питания населения. В настоящее время на продовольственном рынке сложилась ситуация несбалансированности внутреннего спроса и его товарного покрытия. В результате снижения реальных располагаемых доходов населения и продовольственной инфляции платежеспособный спрос у значительной части населения находится на уровне ниже потребностей в основных продуктах питания, в основе которых лежат рациональные нормы потребления. Реализация идеи продовольственной помощи представляет собой инструмент, решающий двудеятельную задачу, имеющую социальную и экономическую стороны. Она будет способствовать формированию стабильного внутреннего спроса на продовольствие и повышению устойчивости функционирования национального и региональных агропродовольственных систем. Формирование системы внутренней продовольственной помощи направлено на улучшение количественных и качественных характеристик питания малообеспеченных групп населения в условиях современных глобальных вызовов и угроз. В статье критически осмыслены имевшие место попытки формирования государственной системы продовольственной помощи, предложено развитие методических аспектов организации продовольственной помощи, обоснован новый подход к определению круга лиц, которые могут претендовать на получение продовольственного сертификата, подчеркнута целесообразность поэтапной реализации идеи адресной продовольственной помощи. Выработка нового подхода к установлению критерия нуждаемости в продовольственной помощи и определения ее величины на основе систематизации существующих точек зрения направлено на устранение сохраняющихся теоретико-методологических несоответствий в данном вопросе, будет способствовать необходимому институциональному оформлению процесса создания системы внутренней продовольственной помощи.

Ключевые слова: сбалансированность продовольственного рынка, экономическая доступность продовольствия, критерий нуждаемости в продовольственной помощи, рациональные нормы потребления, платежеспособный спрос, внутренняя продовольственная помощь

Original article

DEVELOPMENT OF METHODOLOGICAL ASPECTS OF THE ORGANIZATION OF INTERNAL FOOD AID

E.G. Reshetnikova

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

Abstract. The article considers one of the directions for solving an important scientific problem of achieving a balance in the main parameters of the national food market, mitigating socio-economic differentiation, stabilizing domestic demand for food, increasing the volume and improving the nutrition structure of the population. Currently, the food market has a situation of imbalance in domestic demand and its commodity coverage. As a result of the decline in real disposable incomes of the population and food inflation, the effective demand of a significant part of the population is at a level below the need for basic foodstuffs, which are based on rational consumption rates. The implementation of the idea of food aid is a tool that solves a dual task that has a social and economic side. It will contribute to the formation of a stable domestic demand for food and increase the sustainability of the functioning of the national and regional agro-food systems. The formation of a system of domestic food assistance is aimed at improving the quantitative and qualitative characteristics of the nutrition of low-income groups of the population in the context of modern global challenges and threats. The article critically reflects on the attempts to form a state food aid system, proposes the development of methodological aspects of organizing food aid, substantiates a new approach to determining the circle of persons who can apply for a food certificate, and emphasizes the expediency of a phased implementation of the idea of targeted food aid. The development of a new approach to establishing the criterion of need for food assistance and determining its value based on the systematization of existing points of view is aimed at eliminating the remaining theoretical and methodological inconsistencies in this matter, will contribute to the necessary institutionalization of the process of creating a system of domestic food assistance.

Keywords: balance of the food market, economic accessibility of food, criterion of need for food aid, rational consumption norms, effective demand, domestic food assistance

Введение. Глобальные вызовы последнего времени, турбулентность мирового продовольственного рынка привели к возникновению социально-экономического дисбаланса в агропродовольственной сфере, заключающегося в снижении внутреннего спроса на продовольствие и сокращении экспортной составляющей. В условиях циркулярной экономики или

экономики замкнутого цикла, которая характерна в настоящее время для нашей страны как следствие политики санкций недружественных стран, первостепенное значение приобретает увеличение внутреннего спроса на продовольствие, обеспечение экономической доступности продовольственных товаров для всех слоев населения. Нарастание внутреннего спроса

на основные продукты питания позволяет решать острые социальные проблемы и создавать каналы сбыта продукции для отечественных товаропроизводителей.

Принципиальные моменты создания национальной системы внутренней продовольственной помощи были отражены в таких основополагающих нормативно-правовых документах,



как Концепция развития внутренней продовольственной помощи в Российской Федерации, утвержденная распоряжением Правительства РФ от 3 июля 2014 г.; Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации 2010 года, утвержденная Указом Президента РФ от 30 января 2010 г.; Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации 2020 года, утвержденная Указом Президента РФ от 21 января 2020 г. В Концепции развития внутренней продовольственной помощи в РФ внутренняя продовольственная помощь трактовалась как система государственной помощи населению в форме прямых поставок продуктов питания заинтересованным лицам или предоставление денежных средств для приобретения ими продовольствия с целью улучшения питания и достижения его сбалансированности с учетом рациональных норм потребления пищевых продуктов [1]. В документе подчеркивалось, что необходимыми условиями реализации государственной политики в сфере оказания внутренней продовольственной помощи являются: стабильное обеспечение населения качественными продовольственными товарами; повышение экономической доступности продуктов питания для приоритетной поддержки наиболее нуждающихся слоев населения, в том числе организация здорового питания беременных и кормящих женщин, детей раннего, дошкольного и школьного возраста, а также здорового питания в учреждениях социальной сферы. Однако не все задачи, поставленные в этом документе, удалось реализовать в установленные сроки, прежде всего это касается разработки и принятия нормативно-правовых актов, обеспечивающих реализацию целей, задач и основных направлений развития системы внутренней продовольственной помощи; формирования производственной и логистической инфраструктуры национальной системы внутренней продовольственной помощи.

В Доктрине продовольственной безопасности РФ 2020 года отражены важнейшие ее критерии [2]. Продовольственная безопасность России определяется как состояние социально-экономического развития страны, при котором обеспечивается продовольственная независимость, гарантируется физическая и экономическая доступность для каждого гражданина пищевой продукции, соответствующей обязательным требованиям, в объемах не меньше рациональных норм потребления, необходимой для активного и здорового образа жизни. В документе отмечалось, что повышение экономической доступности качественной пищевой продукции для формирования рациона здорового питания для всех групп населения может быть достигнуто посредством осуществления мер, направленных на снижение уровня бедности; обеспечения приоритетной поддержки наиболее нуждающихся слоев населения, а также лиц, находящихся в учреждениях социальной сферы, продуктами здорового питания.

В Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года была подтверждена важность решения поставленных задач в рамках Доктрины продовольственной безопасности, в том числе по реализации мероприятий по повышению экономической доступности качественной пищевой продукции для формирования рациона здорового питания

для всех групп населения [3]. Для реализации гарантий, заложенных в стратегических документах в сфере агропродовольственной политики, актуальным является развитие как теоретико-методологических, так и методических аспектов организации системы продовольственной помощи: ее этапов, определения круга нуждающихся лиц, а также вопросов обоснования величины продовольственной помощи, исходя из потребностей индивида и возможностей государства на каждом этапе его развития.

Методы проведения исследования. Проведенное исследование основывается на таких методах познания, как монографический и абстрактно-логический методы, метод группировок, метод сравнения, использование которых позволило дать оценку современного состояния сферы потребления продовольствия, выявить проблемные моменты реализации и обосновать предложения методического характера по организации системы внутренней продовольственной помощи.

Попытки создания нормативно-правовой базы реализации идеи внутренней продовольственной помощи в России имеют богатую историю. Первым опытом в процессе разработки институциональных подходов к воплощению в жизнь данной плодотворной идеи был законопроект «О государственных социальных продовольственных гарантиях и государственных продовольственных сертификатах», который был внесен в Государственную Думу РФ в 2008 г. Положительным моментом обсуждения данного документа явилось введение нового термина — «продовольственный сертификат», который подчеркивал принципиальную разницу между продовольственными талонами как атрибутом эпохи дефицита и сертификатами как видом социальной помощи государства, направленным на улучшение структуры питания наиболее уязвимых слоев населения. Согласно опросам ВЦИОМ, на тот момент 51% населения поддерживали идею введения продовольственных сертификатов [4]. Справедливой претензией к данному законопроекту было то, что он был недостаточно конкретизирован.

В 2015 г. Министерством промышленности и торговли РФ было объявлено о намерении создать Национальную систему адресной продовольственной помощи, которая будет включать две программы — специальных продуктовых карт и бесплатных обедов на основе финансирования из бюджета. Планировалось, что данная система начнет функционировать с 2017 г., предоставляя продовольственную помощь 19 миллионам россиян в размере около 10 тыс. руб. на человека в год [5]. Выделение двух программ было новшеством по сравнению с законопроектом 2008 г., диверсификация видов рода отмечалась как положительный момент. Однако было важно, чтобы две указанные формы оказания продовольственной помощи в полной мере корреспондировали внутри национальной системы. Планировалось реализовывать данную национальную программу в два этапа, сначала программу продуктовых карт, а через два года — программу социального питания. Основная задача данной программы заключалась в создании возможностей для малоимущих граждан улучшения структуры и качества питания. Большие надежды на эту программу возлагались и в части поддержки отечественных товаропроизводителей по расширению возможностей сбыта их продукции.

Положительно то, что речь в данной программе шла о приобретении свежих продуктов российского производства (овощи, фрукты, ягоды, зелень, мясо, яйца, молоко и молочная продукция), консервы и кулинария исключались из данного набора. В перечень продуктов не была включена рыба, вместе с тем в него вошли семена овощей, саженцы фруктовых и ягодных культур. Планировалось, что приобрести продовольственные товары в пределах предложенной суммы денежных средств можно будет в любом продуктовом магазине или на рынке при условии подключения их к процессинговой системе и размещении информации об участии в программе. Важно, что условием участия в программе было определение сроков трудоустройства для безработных граждан, чтобы исключить иждивенческие настроения. Для финансирования программы предполагалось использовать федеральные и региональные источники. На наш взгляд, данная программа должна иметь федеральный статус и в полном объеме финансироваться из государственного бюджета, поскольку не в каждом региональном бюджете найдутся необходимые средства. Интересным моментом явилось предложение об участии граждан в софинансировании проекта, когда при направлении держателем продуктовой карты на нее государственных средств из бюджета ему будет добавлено 30-50% от вложенных на питание средств.

Позднее в Государственную Думу РФ вносились два законопроекта по данной проблеме, но оба были отклонены по причине недостаточной проработки организационных вопросов. В декабре 2020 г. был внесен на обсуждение Законопроект «О продовольственном сертификате», в котором продовольственный сертификат рассматривался как форма адресной социальной поддержки нуждающихся малоимущих граждан, предоставляющий право его владельцу приобрести на фиксированную сумму продовольственные товары [6]. На реализации такой программы должно быть потрачено порядка 200 млрд руб. в год. При обсуждении данного Законопроекта отмечалось, что положительный опыт использования продуктового социального сертификата имеется в Москве, а также в Калининграде. В Государственной Думе РФ также обсуждался законопроект «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части введения адресной продовольственной поддержки граждан», внесенный 3 октября 2021 г. [7]. Адресная продовольственная поддержка граждан в нем рассматривалась как вид государственной социальной помощи, направленной на поддержку граждан РФ и осуществляемой в виде целевой ежемесячной денежной выплаты.

Ход исследования. Состояние экономической доступности продовольствия, в первую очередь, определяется динамикой реальных располагаемых доходов населения. Начиная с 2014 г., в силу различных объективных причин (экономический кризис, санкции недружественных стран, пандемическая ситуация) в РФ имело место постоянное, за некоторыми исключениями, снижение реальных доходов населения (табл. 1).

Исследование структуры национально-го баланса денежных доходов и расходов населения позволяет проследить ситуацию на потребительском и продовольственном рынках с макроэкономических позиций (табл. 2).



Таблица 1. Динамика реальных располагаемых денежных доходов населения Российской Федерации в 2014-2023 гг., %
Table 1. Dynamics of real disposable money income of the population of the Russian Federation in 2014-2023, %

| Годы | В % к соответствующему периоду прошлого года |
|-----------------|--|
| 2014 | 98,8 |
| 2015 | 97,6 |
| 2016 | 95,5 |
| 2017 | 99,5 |
| 2018 | 100,7 |
| 2019 | 101,2 |
| 2020 | 98,0 |
| 2021 | 103,3 |
| 2022 | 99,0 |
| 2023, 1 квартал | 100,1 |

Источник: Реальные располагаемые денежные доходы населения Российской Федерации: <https://rosstat.gov.ru/folder/11110/document/13292>

Высокая доля расходов на покупку товаров и оплату услуг, а также снижение удельного веса сбережений в потребительских расходах показывает, что для поддержания необходимого уровня жизни задействован максимально возможный объем денежных средств, не позволяющий делать накопления. Удельный вес покупок товаров в потребительских расходах постоянно изменялся, но в 2015-2022 гг. он был ниже уровня 2014 г., однако в первом квартале 2023 г. данная величина вновь стала значительной. Также особенностью рассматриваемого периода является находящаяся в постоянной динамике величина денежных средств на руках у населения, изменяющаяся под воздействием инфляционных ожиданий, политики банковской системы, изменения процентных ставок по депозитам и т.д.

Анализ статистической информации позволяет сделать вывод о том, что существует тесная связь между долей затрат на приобретение продуктов питания в потребительских расходах и экономической доступностью продовольствия. В первой доходной группе уровень рациональной нормы не достигнут ни по одной товарной позиции (табл. 3).

Во второй, третьей и пятой доходных группах уровень рациональной нормы достигнут по таким продуктам, как мясо и сахар. В восьмой доходной группе имеет место достижение в потреблении рациональной нормы, кроме указанных ранее позиций, по рыбе и рыбопродуктам и яйцам. В десятой доходной группе уровень рациональной нормы достигнут также по фруктам и молочным продуктам. Следует отметить, что даже в группе с максимальными доходами не достигнут уровень рациональной нормы по потреблению овощей (хотя имеет место максимальное приближение к этому уровню — 95,3%). Обращает на себя внимание тот факт, что в высокодоходных группах наблюдается значительное превышение фактического потребления мясных продуктов над рациональной нормой, в то время как достижение рациональной нормы по овощам и фруктам происходит медленными темпами. В данном случае речь идет не об экономической доступности данных продуктов питания, а о необходимости распространения культуры разумного потребления и здорового образа

Таблица 2. Динамика структуры использования денежных доходов населения Российской Федерации в 2014-2023 гг., %
Table 2. Dynamics of the structure of the use of cash income of the population of the Russian Federation in 2014-2023, %

| Годы | Покупка товаров и оплата услуг | Оплата обязательных платежей, взносов и прочие расходы | Прирост (+), уменьшение (-) сбережений населения | Прирост (+), уменьшение (-) наличных денег на руках у населения |
|-----------------|--------------------------------|--|--|---|
| 2014 | 82,0 | 15,3 | 0,3 | 2,4 |
| 2015 | 77,2 | 13,7 | 10,1 | -1,0 |
| 2016 | 77,5 | 13,8 | 6,6 | 2,1 |
| 2017 | 79,1 | 14,1 | 4,6 | 2,2 |
| 2018 | 80,8 | 15,0 | 1,7 | 2,5 |
| 2019 | 80,9 | 15,2 | 3,4 | 0,5 |
| 2020 | 75,7 | 15,2 | 4,6 | 4,5 |
| 2021 | 80,2 | 15,5 | 3,4 | 0,9 |
| 2022 | 78,2 | 15,0 | 4,7 | 2,1 |
| 2023, 1 квартал | 89,4 | 15,0 | -2,4 | -2,0 |

Источник: Структура использования денежных доходов населения Российской Федерации: <https://rosstat.gov.ru/folder/11110/document/13292>

Таблица 3. Соотношение фактического уровня потребления основных продуктов питания и рациональной нормы потребления в доходных группах населения Российской Федерации в 2022 г., %
Table 3. The ratio of the actual level of consumption of basic food products and the rational consumption rate in the income groups of the population of the Russian Federation in 2022, %

| | Первая | Вторая | Третья | Пятая | Восьмая | Десятая |
|----------------------------------|--------|--------|--------|-------|---------|---------|
| Хлебные продукты | 83,0 | 88,6 | 92,7 | 97,4 | 98,6 | 94,1 |
| Картофель | 49,9 | 55,4 | 58,3 | 60,4 | 60,0 | 57,7 |
| Овощи и бахчевые | 46,7 | 57,4 | 64,6 | 73,6 | 84,1 | 95,3 |
| Фрукты и ягоды | 38,9 | 49,3 | 56,8 | 67,2 | 82,9 | 102,3 |
| Мясо и мясoproductы | 86,6 | 107,1 | 114,8 | 128,1 | 151,4 | 161,6 |
| Молоко и молочные продукты | 52,5 | 63,9 | 70,9 | 79,8 | 90,6 | 105,3 |
| Яйца, шт. | 66,2 | 78,8 | 83,1 | 91,2 | 101,9 | 112,3 |
| Рыба и рыбные продукты | 62,7 | 77,3 | 85,5 | 97,3 | 113,6 | 138,2 |
| Сахар и кондитерские изделия | 99,2 | 112,9 | 117,9 | 130,0 | 136,3 | 130,8 |
| Масло растительное и другие жиры | 70,0 | 76,7 | 80,0 | 86,7 | 85,0 | 85,8 |

Источник: Потребление продуктов питания в домашних хозяйствах в 2022 году: <https://rosstat.gov.ru/folder/11110/document/13292>
Рассчитано на основе данных Росстата: <https://rosstat.gov.ru/folder/11110/document/13292> и рациональных норм потребления, утвержденных Приказом Министерства здравоохранения РФ от 19.08.2016 № 614

Таблица 4. Структура потребительских расходов по 10-процентным группам в Российской Федерации в 2022 г., %
Table 4. Structure of consumer spending by 10% groups in the Russian Federation in 2022, %

| | Первая | Вторая | Третья | Пятая | Восьмая | Десятая |
|--|--------|--------|--------|-------|---------|---------|
| Потребительские расходы, в том числе на: | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| продукты питания | 45,5 | 43,1 | 42,4 | 38,3 | 32,2 | 18,7 |
| одежду и обувь | 8,0 | 8,1 | 7,8 | 7,9 | 8,1 | 6,4 |
| жилищные услуги, воду, электроэнергию, газ и другие виды топлива | 14,1 | 13,4 | 12,9 | 12,2 | 10,5 | 9,8 |
| мебель, бытовую технику, содержание дома | 3,4 | 3,9 | 3,8 | 5,0 | 5,9 | 5,4 |
| здравоохранение | 3,0 | 3,3 | 3,5 | 3,9 | 4,4 | 3,8 |
| транспорт | 6,1 | 7,3 | 8,3 | 9,2 | 10,7 | 27,2 |
| информацию и коммуникацию | 5,7 | 5,0 | 4,7 | 4,8 | 4,9 | 3,1 |
| организацию отдыха, спортивных и культурных мероприятий | 2,0 | 2,3 | 2,6 | 3,3 | 4,8 | 7,0 |
| образование | 1,1 | 1,3 | 1,3 | 1,8 | 1,6 | 1,3 |

Источник: Структура потребительских расходов по 10-процентным группам в 2022 году: <https://rosstat.gov.ru/folder/11110/document/13292>

жизни. Можно сделать вывод, что относительно благополучная ситуация, с точки зрения экономической доступности продовольствия, складывается при доле расходов на питание в потребительских расходах, начиная с 30% (табл. 4).

Это означает, что для кардинального улучшения ситуации в продовольственной сфере

необходимо увеличить размер прожиточного минимума приблизительно в 1,6-1,7 раза, что сложно в данной экономической ситуации. Поэтому необходимо поэтапное улучшение структуры питания, начиная с наиболее нуждающихся страт в малообеспеченных группах населения.



Результаты и обсуждение. Важным моментом при формировании системы внутренней продовольственной помощи является определение критерия нуждаемости и круга лиц, которые могут быть ее участниками. Анализ существующих подходов к определению критерия нуждаемости в упомянутых выше законопроектах и в научной литературе позволяет сделать ряд выводов.

В Законопроекте 2008 г. предлагалось, чтобы получателями продовольственных сертификатов стали граждане, доход которых не превышает 1,5 прожиточного минимума и не имеющих других побочных доходов (инвалиды, одинокие пенсионеры, многодетные и неполные семьи). Заметим, что речь шла о пороге в 1,5 прожиточного минимума, в то время как бедность в России очерчена границей прожиточного минимума, то есть намечался несколько больший охват людей продовольственными сертификатами, чем относящихся к бедным с юридической точки зрения. И это, безусловно, оправданно, так как, по мнению ученых, прожиточный минимум давно является не границей бедности, а границей нищеты. Предлагалось, что в рамках предоставленного продовольственного сертификата его обладатель будет получать каждый месяц 1 тыс. руб. для приобретения продуктов первой необходимости. Заметим, что если в первом варианте законопроекта планировалось охватить системой продовольственных сертификатов около 13 млн человек, то позднее эта цифра сократилась до 5 млн человек. Это произошло, когда в основу определения критерия нуждаемости была положена величина прожиточного минимума, а не отнесения гражданина к определенной категории.

Законопроект 2020 г. предлагал предоставление продовольственного сертификата совершеннолетним гражданам, чей доход не выше прожиточного минимума для трудоспособного населения, установленного в регионе [6]. Предполагалось, что размер адресной продовольственной помощи должен составить 25% от величины прожиточного минимума, а средства на сертификаты будут поступать в субъекты РФ из федерального бюджета. В Законопроекте 2021 г. «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части введения адресной продовольственной поддержки граждан» адресная продовольственная поддержка граждан рассматривалась как вид государственной социальной помощи, направленной на поддержку граждан РФ, достигших возраста 18 лет, осуществляемой в виде целевой ежемесячной денежной выплаты, реализуемой за счет средств федерального бюджета, в размере до одного прожиточного минимума трудоспособного населения либо пенсионера в целом по РФ, которую граждане вправе израсходовать на приобретение продовольственных товаров, произведенных в РФ [7].

Многие эксперты отмечают, что нецелесообразно за критерий нуждаемости брать только прожиточный минимум, поскольку возможны ситуации получения заработной платы на уровне прожиточного минимума при обеспечении текущих расходов за счет получения прочих доходов, например, процентных доходов от собственности или же получения более высоких, но не декларируемых «серых» зарплатных доходов. В связи с этим Союз потребителей России предложил выдавать социальные «продовольственные карточки» для граждан, уже получающих

жилищные субсидии, то есть семьям или отдельным гражданам, у которых доля платежей за ЖКУ в доходе составляет 22% и более. Поскольку эти семьи государство уже признало относящимися к категории бедных [8].

Мировой опыт формирования программ продовольственной помощи свидетельствует, что, например, в США претенденты заполняют специальную анкету, указывая кроме доходов средства на банковских счетах, имеющееся имущество, информацию о членах семьи (инвалидность, переобучение и т.д.). Кроме того, разные штаты вводят свои поправки к правилам. Так, в некоторых штатах учитывается автомобиль, в других — только часть его стоимости при оценке имущества семьи, а квартира или дом не учитываются. Социальные работники тщательно и всесторонне оценивают реальный уровень жизни семьи. В России поднимался вопрос об учете жилья при оценке бедности. По мнению аналитиков, данный вопрос имеет множество аспектов (необходимость отдельной комнаты для инвалида, близость медицинских центров и т.д.), поэтому оценка фактора жилья представляется чрезвычайно сложной [9].

В настоящее время разработаны методики по определению нуждающихся в продовольственной помощи, исходя из степени соответствия фактического потребления рациональным нормам потребления. При этом осуществляется сравнение стоимостей фактического и рационального набора продуктов с учетом цен, по которым представители той или иной доходной группы покупают товары. Существующие оценки показали, что в современных условиях семьи первой доходной группы могут обеспечить потребление только на уровне 66% от рациональной нормы, второй — 78%, третьей — 85%. По мнению аналитиков, если принять за цель на первом этапе обеспечение потребления на уровне не менее 85% от рациональной нормы, то на это потребуется около 400 млрд руб. [10].

Вопрос об уровне поддержки остается дискуссионным. Например, предлагается обеспечить соответствие потребления в первой и второй доходных группах уровню потребления в третьей доходной группе. Однако исследователи едины в том, что финансовое наполнение данной системы определяется возможностями государства.

В экономической литературе обсуждается вопрос о том, насколько может повыситься уровень спроса на продовольствие при создании системы продовольственной помощи. Большинство экспертов уверены, что величина спроса вырастет, но не пропорционально выделенным средствам государственной поддержки, поскольку, как показывает мировой опыт, малообеспеченные семьи часто замещают субсидиями свои расходы, которые направляются на другие неотложные потребности семьи [11]. В связи с этим российские исследователи предлагают ввести правило оплаты с продовольственной карты лишь половины стоимости каждого продукта. В этом случае покупатель будет вынужден увеличить объем покупок, чтобы израсходовать выделенные денежные средства.

На наш взгляд, при определении критерия нуждаемости следует исходить из доли расходов на приобретение продуктов питания в потребительских расходах, обеспечивающей приемлемый уровень потребления. Исходя из этой доли, следует рассчитывать величину прожиточного минимума, которая будет ориентиром

при предоставлении субсидии. Увеличивать размер продовольственной помощи следует поэтапно, учитывая финансовые возможности государства. При разработке критерия нуждаемости в продовольственной помощи важно учесть переход на концепцию относительной бедности в РФ, особенности изменения методических подходов к измерению уровня бедности в условиях новых глобальных вызовов, начиная с 2021 г. Однако и в этих условиях целесообразно сохранить расчет продовольственной корзины, величина которой может быть использована при определении уровня нуждаемости в продовольственном сертификате.

Заключение. Продовольственная помощь как эффективная форма социальной защиты хорошо зарекомендовала себя во многих странах мира. Кроме того, она может использоваться и в качестве инструмента поддержки национального агропродовольственного комплекса. В России неоднократно предпринимались попытки создания нормативно-правовой основы формирования системы внутренней продовольственной помощи. Одной из причин отсутствия до сих пор реализации на практике данной плодотворной идеи является сложность решения нескольких вопросов: выработки справедливого критерия нуждаемости, а именно принципа, позволяющего точно определить круг лиц, наиболее нуждающихся в получении продовольственного сертификата; обоснования размера продовольственной помощи с учетом ресурсных возможностей государства в данный момент времени. В анализируемых нормативно-правовых актах, которые не были реализованы, как правило, используется один критерий нуждаемости — величина получаемого дохода по сравнению с прожиточным минимумом. В то же время мировой опыт показывает важность комплексной оценки благосостояния семьи, использование для этого нескольких критериев. Учет нескольких параметров, таких как обеспеченность жильем или наличие автомобиля остается в настоящее время достаточно проблематичным из-за сложности организации всесторонней проверки благосостояния семьи. На наш взгляд, при выборе критерия нуждаемости важно рассматривать взаимосвязь доли расходов на питание в потребительских расходах и экономической доступности продовольствия. Определение порогового значения доли расходов на питание в потребительских расходах позволит определить тот объем прожиточного минимума, который может быть взят за основу при определении нуждающихся в продовольственном сертификате.

Список источников

1. Концепция развития внутренней продовольственной помощи в Российской Федерации. URL: <https://base.garant.ru/70689502/>
2. Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73338425/>
3. Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года. URL: <https://docs.cntd.ru/document/351735594>
4. Рост цен на продукты компенсируют. URL: <https://ru.wikinews.org/wiki/>
5. Зыкова Т. Минпромторг внедрит систему адресной продовольственной помощи. URL: <https://rg.ru/2015/09/10/kartochki.html>
6. Проект федерального закона № 1067795-7 «О продовольственном сертификате». URL: <https://base.garant.ru/77515641/>



7. Законопроект № 1126727-7 «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части введения адресной продовольственной поддержки граждан». URL: <https://www.conventions.ru/bill/1126727-7/>

8. Продовольственные сертификаты в России как адресная помощь населению: актуальность, критерии. URL: http://md2.aiwoo.ru/press-tsentr/novosti-altayskogo-filiala-rankhigs/prodovolstvennye-sertifikaty-v-rossii-kak-adresnaya-pomoshch-naseleniyu-aktualnost-kriterii-_5433

9. Шагайда Н. Программа продовольственной помощи: поддержка населения или сельского хозяйства // Экономическое развитие России. 2017. Т. 24. № 10. С. 44-49.

10. Шагайда Н.И. К вопросу о программе продовольственной помощи // Экономическое развитие России. 2021. Т. 28. № 2. С. 38-45.

11. Rossi, Peter H. (1998). *Feeding the Poor: Assessing Federal Food Aid*. Washington, AEI Press, 182 p.

References

1. Garant (2014). *Kontseptsiya razvitiya vnutrennei prodovol'stvennoi pomoshchi v Rossiiskoi Federatsii* [Concept for the development of domestic food aid in the Russian Federation]. Available at: <https://base.garant.ru/70689502/>

2. Garant (2020). *Doktrina prodovol'stvennoi bezopasnosti Rossiiskoi Federatsii* [Doctrine of food security of the Russian Federation]. Available at: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73338425/>

3. Garant (2022). *Strategiya razvitiya agropromyshlennogo i rybokhozyaistvennogo kompleksov Rossiiskoi Federatsii na period do 2030 goda* [Strategy for the development of agro-industrial and fishery complexes of the Russian Federation for the period up to 2030]. Available at: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/405172287/>

4. Wikinews (2021). *Rost tsen na produkty kompensiruyut* [Rising food prices offset]. Available at: <https://ru.wikinews.org/wiki/>

5. Zykova, T. (2015). *Minpromtorg vnedrit sistemu adresnoi prodovol'stvennoi pomoshchi* [The Ministry of Industry and Trade will introduce a system of targeted food aid]. Available at: <https://rg.ru/2015/09/10/kartochki.html>

6. Garant (2020). *Proekt federal'nogo zakona № 1067795-7 «O prodovol'stvennom sertifikate»* [Draft federal law No. 1067795-7 "On the food certificate"]. Available at: <https://base.garant.ru/77515641/>

7. Conventions (2021). *Zakonoproekt № 1126727-7 «O vnesenii izmenenii v otdel'nye zakonodatel'nye акты Rossiiskoi Federatsii v chasti vvedeniya adresnoi prodovol'stvennoi*

podderzhki grazhdan» [Bill No. 1126727-7 «On Amendments to Certain Legislative Acts of the Russian Federation Regarding the Introduction of Targeted Food Support for Citizens»]. Available at: <https://www.conventions.ru/bill/1126727-7/>

8. RANEPА (2021). *Prodovol'stvennye sertifikaty v Rossii kak adresnaya pomoshch' naseleniyu: aktualnost', kriterii* [Food certificates in Russia as targeted assistance to the population: relevance, criteria]. Available at: http://md2.aiwoo.ru/press-tsentr/novosti-altayskogo-filiala-rankhigs/prodovolstvennye-sertifikaty-v-rossii-kak-adresnaya-pomoshch-naseleniyu-aktualnost-kriterii-_5433

9. Shagaida, N. (2017). *Programma prodovol'stvennoi pomoshchi: podderzhka naseleniya ili sel'skogo khozyaistva* [Food aid program: support for the population or agriculture]. *Ehkonomicheskoe razvitie Rossii*, vol. 24, no. 10, pp. 44-49.

10. Shagaida, N.I. (2021). *K voprosu o programme prodovol'stvennoi pomoshchi* [On the question of the food aid program]. *Ehkonomicheskoe razvitie Rossii*, vol. 28, no. 2, pp. 38-45.

11. Rossi, Peter H. (1998). *Feeding the Poor: Assessing Federal Food Aid*. Washington, AEI Press, 182 p.

Информация об авторе:

Решетникова Елена Геннадиевна, доктор экономических наук, профессор, заведующая лабораторией стратегии развития институциональной среды АПК, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6261-3596>, Scopus ID: 57205193629, elenaresh2708@mail.ru

Information about the author:

Elena G. Reshetnikova, doctor of economic sciences, professor, head of the laboratory of strategy for the development of the institutional environment of the AIC, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6261-3596>, Scopus ID: 57205193629, elenaresh2708@mail.ru

✉ elenaresh2708@mail.ru



СИБИРСКАЯ АГРАРНАЯ НЕДЕЛЯ

Международная агропромышленная выставка

РЕКЛАМА 0+

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 631.67

doi: 10.55186/25876740_2024_67_3_255

ОЦЕНКА ПОВТОРЯЕМОСТИ ОПАСНЫХ ЯВЛЕНИЙ ПОГОДЫ НА ЮГЕ РОССИИ В СВЯЗИ С КЛИМАТИЧЕСКИМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ

Ю.Ю. Ткаченко¹, И.А. Приходько¹, М.А. Бандурин¹, В.И. Денисов²¹Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия²Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия

Аннотация. За последние 90 лет увеличилась повторяемость катастрофических паводков и наводнений. В период с 1930 по 2000 гг. повторяемость выдающихся наводнений в бассейне реки Кубань была 1 раз в 7 лет, на реках Черноморского побережья — 1 раз в 6 лет. В период с 2001 по 2022 гг. повторяемость катастрофических наводнений в бассейне реки Кубань возросла до 1 наводнения в 4 года, на реках Черноморского побережья — 1 раз в 3 года. Наиболее часто наводнения и паводки отмечаются в период май-июль (209 случаев за 23 года.), пик приходится на июнь — 100 случаев за 23 года. Увеличение количества наводнений, в первую очередь, связано с ростом количества случаев выпадения очень сильных осадков, как площадных, так и локальных (100 мм и более за период менее 12 часов). Повторяемость очень сильных осадков (100 мм и более) до 2000 г. составляла 1 раз в 5-7 лет, за последние 10 лет такой интенсивности осадки отмечаются ежегодно, а с 2011 г. количество случаев выпадения таких осадков на территории края доходит до 2-4 раз в год. Увеличилось и количество регистрируемых смерчей — за период 2000-2017 гг. в среднем в год отмечалось 11 смерчей, за период 2000-2023 гг. этот показатель составил 18 смерчей в год. Увеличение продолжительности периода с высокими температурами воздуха в летнее время будет способствовать увеличению температуры поверхностного слоя Черного и Азовского морей, а также внутренних водоемов, будет способствовать росту испарения в теплый период года. Как следствие — будет происходить увеличение количества случаев выпадения экстремальных осадков, в первую очередь на Черноморском побережье. При этом рост случаев выпадения экстремальных осадков составит до 10% за 10 лет. Увеличение продолжительности периода с максимальными температурами воды на поверхности Черного моря будет способствовать формированию условий, при которых более часто возможно образование смерчей в прибрежной зоне Черного моря.

Ключевые слова: паводок, наводнение, смерч, половодья, опасные явления погоды, климатические изменения

Благодарности: исследование выполнено при поддержке РФФИ и Кубанского научного фонда в рамках научного проекта № 22-17-20001.

Original article

ASSESSMENT OF THE FREQUENCY OF HAZARDOUS WEATHER EVENTS IN THE SOUTHERN OF RUSSIA IN CONNECTION WITH CLIMATE CHANGE

Yu.Yu. Tkachenko¹, I.A. Prikhodko¹, M.A. Bandurina¹, V.I. Denisov²¹Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia²Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

Abstract. Over the past 90 years, the frequency of catastrophic floods and inundations has increased. In the period from 1930 to 2000. The frequency of outstanding floods in the Kuban River basin was once every 7 years, on the rivers of the Black Sea coast — once every 6 years. During the period from 2001 to 2022. The frequency of catastrophic floods in the Kuban River basin has increased to 1 flood every 4 years, on the rivers of the Black Sea coast — 1 time in 3 years. Most often, floods and high waters occur in the period May-July (209 cases in 23 years), the peak occurs in June — 100 cases in 23 years. The increase in the number of floods is primarily due to the increase in the number of cases of very heavy precipitation, both area and local (100 mm or more in a period of less than 12 hours). The frequency of very heavy precipitation (100 mm or more) before 2000 was once every 5-7 years; over the past 10 years, precipitation of this intensity has been observed annually, and since 2011 the number of cases of such precipitation in the region reaches 2-4 times a year. The number of registered tornadoes has also increased — for the period 2000-2017, on average 11 tornadoes were recorded per year, for the period 2000-2023 this figure was 18 tornadoes per year. An increase in the duration of the period with high air temperatures in the summer will contribute to an increase in the temperature of the surface layer of the Black and Azov Seas, as well as inland water bodies will contribute to an increase in evaporation in the warm period of the year. As a result, there will be an increase in the number of cases of extreme precipitation, primarily on the Black Sea coast. At the same time, the increase in cases of extreme precipitation will be up to 10% over 10 years. An increase in the duration of the period with maximum water temperatures on the surface of the Black Sea will contribute to the formation of conditions under which the formation of tornadoes in the coastal zone of the Black Sea is more often possible.

Keywords: flood, inundation, tornado, floods, hazardous weather phenomena, climate change

Acknowledgments: the research was carried out with the financial support of the Russian Foundation and the Kuban Science Foundation for Basic Research within the framework of the scientific project No. 22-17-20001.

Введение. По данным Всемирной метеорологической организации (ВМО, 2020), период 2015-2020 гг. был самым теплым десятилетием, а 2011-2020 гг. — самым теплым десятилетием за всю историю наблюдений. Начиная с 1980-х годов, каждое последующее десятилетие было теплее, чем любое предыдущее после 1850 г.

Только за период 1976-2020 гг. глобальная температура выросла на 0,8°C, при этом в среднем рост среднегодовой температуры воздуха составил 0,18°C/10 лет [1]. По данным Росгидромета, наибольший прирост температуры отмечен на территории России. Скорость роста осредненной по России среднегодовой температуры (линейный тренд) составила +0,49°C/10 лет.

Наиболее быстрый рост наблюдается для весенних температур (0,66°C/10 лет), но на фоне межгодовых колебаний тренд больше всего выделяется летом — +0,40°C/10 лет. Максимум летнего потепления отмечается на юге европейской части России (+0,74°C/10 лет для ЮФО) [2].

Как следствие — более часто стали отмечаться резкие изменения погодных условий на территории Российской Федерации, в том числе и на территории Краснодарского края. При этом это происходит как в теплый период года, так и в холодный.

Так, в летний период более часто стали отмечаться случаи, когда наблюдается увеличение продолжительности времени с отсутствием

осадков и с высокой температурой воздуха. При этом смена сухого и жаркого периода на прохладный и влажный происходит резко, как правило, сопровождается выпадением интенсивных осадков и шквалистым усилением ветра. Зимой возрастает частота повторения температурных «качелей», это когда происходит постоянное чередование периодов холодной погоды и периодов потепления. Перепад температур в таких «качелях» за короткий интервал времени может достигать более 10-15°C.

Это связано, в первую очередь, с увеличением энергии синоптических процессов, интенсивность которых напрямую зависит от изменений среднегодовой температуры воздуха,

и в данном случае среднегодовую температуру воздуха можно рассматривать как интегрированный показатель энергии атмосферы. Вместе с повышением температуры воздуха происходит повышение температуры подстилающей поверхности, в том числе и поверхностного слоя Черного моря. Рост температуры поверхностного слоя воды способствует интенсификации процессов испарения и увеличению содержания водяного пара в атмосфере. Соответственно возрастает интенсивность процессов конденсации

в нижней тропосфере, что является дополнительным фактором, увеличивающим энергетику синоптических процессов. Увеличение влагосодержания и энергии циклонов, особенно локальных, приводит к росту опасных природных явлений, таких как аномально сильные осадки, шквалистые ветры, смерчи, град, шторма, наводнения.

Материалы и методы. Наиболее опасными, наносящими наибольший ущерб, являются паводки, наводнения и смерчи. Самая высокая

повторяемость этих явлений приходится на Черноморское побережье и предгорные и горные районы края. В статье рассмотрено влияние происходящих климатических изменений на повторяемость опасных явлений погоды на территории Краснодарского края. Начиная с 1996 г. количество опасных явлений погоды выросло в 2 раза.

Это подтверждается данными Росгидромета — за последние 20 лет в России наметилась устойчивая тенденция к росту опасных явлений погоды [3]. Для территории Российской Федерации количество опасных явлений (ОЯ) природного характера, нанесших ущерб народному хозяйству, выросло по сравнению с 1996 г. практически в 2 раза, и удерживается на этом уровне последние 17 лет (рис. 1).

Из этого количества 25% (примерно 100 ОЯ в год) приходится на юг России. На территории Краснодарского края в год отмечается в среднем 40-50 опасных явления погоды. Из них 15-20 ежегодно наносят значительный ущерб народному хозяйству.

Как показывают проведенные исследования [4], из всего количества отмечаемых в Краснодарском крае опасных природных явлений наибольший ущерб наносят сильные осадки и связанные с ними наводнения, град и опасные явления погоды, связанные с сильным ветром (штормы, шквалы, смерчи и т.п.).

Наводнения по площади охватываемых территорий и наносимому ущербу превосходят все остальные стихийные бедствия.

В данной работе рассмотрены опасные природные явления — паводки и наводнения, отмечаемые на территории Краснодарского края, их временная и пространственная изменчивость, выполнена оценка повторяемости опасных явлений погоды.

Количество паводков и наводнений, которые привели к чрезвычайным ситуациям на территории края в период 2000-2023 гг., показаны на рисунке 2.

Наиболее часто паводки и наводнения отмечаются на Черноморском побережье (районы Большого Сочи, Туапсинский район, территория города-курорта Геленджик) и в горной и предгорной зоне (Лабинский, Мостовской, Северский районы). Паводкам также подвержены районы левобережных притоков реки Кубань — Отраденский, Курганский, Белореченский районы, район города Горячий Ключ, Абинский, Крымский и Славянский районы.

Наибольшее количество паводков и наводнений в нынешнем веке отмечены на территории Большого Сочи, Лабинского и Туапсинского районов — 58, 55 и 39 случаев за 23 года соответственно (рис. 2).

Значительные наводнения, которые нанесли значительный ущерб, произошли в бассейне реки Кубань зимой и летом 2002, 2011, 2012, 2018, 2021 гг., на черноморском побережье — в 2010, 2012, 2013, 2015, 2016, 2018, 2021, 2022 гг. Самое катастрофическое наводнение в бассейне реки Кубань в 21 веке произошло в июне 2002 г. Это наводнение вызвано сильными ливневыми дождями в верхнем и среднем течении бассейна реки Кубань и ее притоков. Менее чем за трое суток на обширной территории выпало более 100 мм осадков. Сильные площадные дожди привели к формированию мощной паводочной волны и затоплению значительных территорий. Максимальный приток в Краснодарское водохранилище составил 1717 м³. Повторяемость этого разрушительного наводнения определена как 1 раз в 1000 лет.

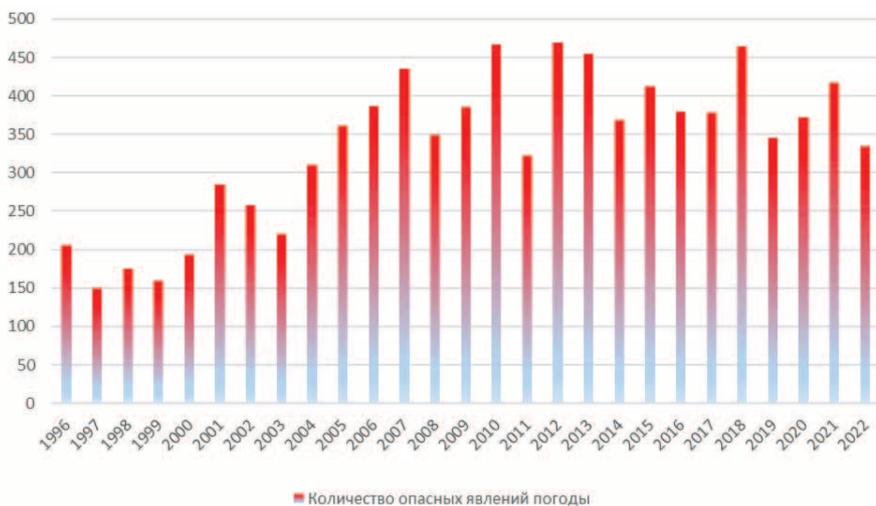


Рисунок 1. Распределение опасных явлений погоды по годам на территории РФ (по данным Обзора состояния и загрязнения окружающей среды в РФ за 2021 г. и обзора деятельности Росгидромета за 2022 г.)
Figure 1. Distribution of hazardous weather phenomena by year on the territory of the Russian Federation (according to the Review of the state and pollution of the environment in the Russian Federation for 2021 and a review of the activities of Roshydromet for 2022)

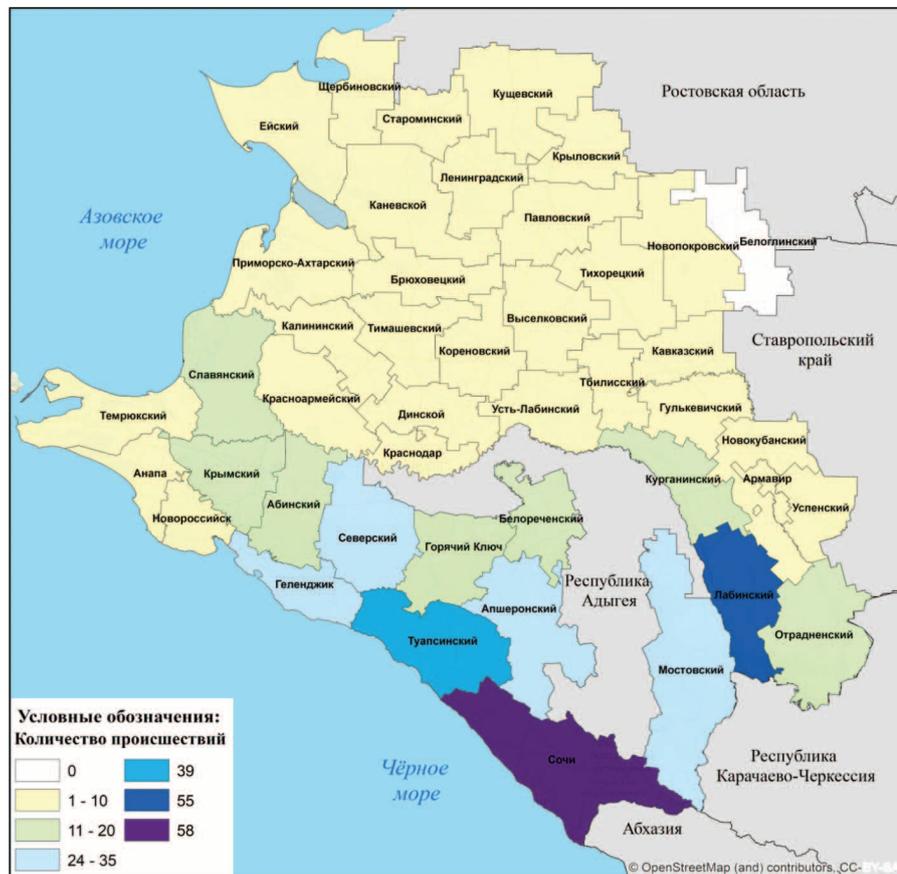


Рисунок 2. Количество чрезвычайных ситуаций и происшествий, вызванных паводками и наводнениями за период 2000-2023 гг.
Figure 2. Number of emergencies and incidents caused by floods for the period 2000-2023



В прошлом веке разрушительные наводнения отмечались в 1931, 1932, 1936, 1954, 1956, 1963, 1966, 1980, 1987, 1998 гг. в бассейне реки Кубань. На реках Черноморского побережья — в 1934, 1937, 1939, 1955, 1963, 1966, 1970, 1975, 1979, 1980, 1987, 1991 гг.

Самое разрушительное в прошлом веке наводнение на Кубани произошло в марте-апреле 1932 г. Причина этого наводнения была связана с тем, что зима была снежной и суровой. Выпало в предгорной зоне много снега, и после резкого потепления в середине марта до +20°C прошли интенсивные дожди. Все вместе это вызвало сильное снеготаяние, а при сохранившемся ледоставе в низовьях Кубани произошло затопление всей левобережной поймы реки Кубань от устья реки Лаба до Азовского побережья [4].

Все наводнения можно разделить на два класса:

- наводнения, вызванные естественными природными причинами;
- наводнения, вызванные хозяйственной деятельностью человека (антропогенные наводнения).

Наводнения, которые вызваны природными причинами, главным образом, связаны с выпадением сильных осадков.

1. *Площадные осадки.* При выпадении осадков на большой площади, как в 2002 г., происходит формирование паводка, который охватывает территории водозаборов нескольких рек. Для формирования на реках паводочных волн достаточно выпадения 50-100 мм дождей за интервал 1-3 дня.

2. *Локальные осадки.* Этот тип наводнений отмечается преимущественно в теплый период года, когда наблюдаются интенсивные конвективные процессы в тропосфере. Происходит развитие мощной кучево-дождевой облачности с вертикальной протяженностью более 10 км. В результате на небольшой территории выпадают за короткий интервал времени очень сильные осадки (50 мм/час и более, менее чем за 12 часов). И как следствие развивается паводок в бассейне одной реки.

Из-за особенностей рельефа (большие уклоны) в случае выпадения сильных ливневых осадков наиболее быстро развиваются паводки на горных реках. Значительные перепады высот между истоком и устьем способствуют тому, что время прохождения паводка на горных реках составляет несколько часов. Скоротечность процесса повышает степень негативного влияния на инфраструктуру и прибрежные населенные пункты.

3. *Паводки, вызываемые смерчами.* По степени нанесенного ущерба это наиболее разрушительные наводнения. Возникают при выходе на сушу смерчей, сформировавшихся над водной поверхностью.

В первую очередь этому подвержены районы Черноморского побережья Краснодарского края. Кроме очень сильных осадков, во время выхода смерча на сушу, опасным фактором является резкое усиление ветра до ураганных скоростей.

На Черноморском побережье Краснодарского края, в силу его физико-географических особенностей (горы и очень теплое море), при поступлении холодного воздуха с севера в конце лета и осенью создаются благоприятные условия для значительной конвективной неустойчивости атмосферы и возникновения смерчей, порой серии смерчей. Смерчам подвержена вся территория Черноморского побережья и в меньшей степени Азовское побережье.

Согласно Д.В. Наливкину [5], смерч — это быстро вращающееся воздушное образование в районе расположения кучево-дождевого облака и имеющее воронкообразную форму.

До сих пор неясен механизм образования смерчей. Так, наличие благоприятных условий для образования смерчей не является обязательным фактором. Наблюдения показывают, что под одним облаком смерч возникает, а под другим, с такими же характеристиками, образование смерчевой воронки не происходит. Изучение смерчей осложнено и тем, что образуются они неожиданно, захватывают небольшую территорию и быстро исчезают.

В результате наблюдений, как визуальных, так и с помощью доплеровского метеорологического локатора, удалось установить средние размеры смерчевого «материнского» облака, которое генерирует смерчевую воронку. Это мощная кучево-дождевая облачность с площадью основания от 10 до 25 км² и вертикальным развитием до 10-15 км.

Время жизни смерчей, которые возникают над поверхностью воды в Черном море, составляет от нескольких минут до 2 часов. Благодаря этому, большинство смерчей разрушается в море, не достигая береговой черты. Ширина воронки у маленьких смерчей иногда не превышает и 3 м, но у больших смерчей ее диаметр может достигать более 200 м.

В центре водяного смерча отмечается очень низкое давление (перепад давления составляет до 200 мб на 100 м), вследствие чего он засасывает в облако большой объем воды.

Вихревое облако, порождающее смерчи, является мощным транспортирующим агентом. Вес воды, которая в нем оказывается, может достигать 1 млн т [5].

Когда в облаке, которое генерирует смерч, находится такой значительный объем воды, то при выходе на сушу смерчевое облако представляет большую опасность. Это связано, в первую очередь, с тем, что при выходе с моря на сушу в силу ряда причин, до конца не выясненных, происходит разрушение смерчевой воронки. Наиболее вероятной причиной является то, что интенсивность восходящих потоков в центре облака резко уменьшается и объем воды, который накоплен, уже не в состоянии удерживаться внутри облака. Происходит «обвальное» выпадение осадков очень сильной интенсивности за короткий интервал времени, которые приводят к внезапным наводнениям.

В качестве примера можно привести наводнение 1-4 августа 1982 г. в Туапсинском районе, вызванное смерчами.

1 августа 1991 г. в районе Туапсе смерчевое облако большой мощности, выйдя с моря, «вылилось» в верховьях реки Пшенахо, реки Малое Псеушко и реки Пшиш. Интенсивность осадков составила 244 мм за 4 часа 30 минут. Выпадение такого количества осадков сформировало резкий и высокий паводок [6].

8 августа 2002 г. в районе города Новороссийск несколько смерчей вышли на сушу в районе Широкой Балки. Подъем уровня воды в ручье за короткое время поднялся более чем на 4 м.

В годовом ходе наиболее часто смерчи отмечаются в теплый период года — 110 случаев в июле, 94 случая в августе, 95 случаев в сентябре за последние 23 года. В это время происходит интенсивный прогрев поверхностного слоя морской воды. Температура воды в августе может достигать 26-28°C. Соответственно возрастает испаряемость влаги с морской поверхности, что при поступлении на акваторию Черного

моря холодных воздушных масс приводит к развитию мощной кучево-дождевой облачности с высотой до 12-14 км и формированию смерчей (рис. 3).

Если сравнить повторяемость смерчей за 2000-2023 гг. с повторяемостью смерчей за 2000-2017 гг. (табл.), то можно отметить, что в последние 6 лет (2018-2023 гг.) повторяемость смерчей в июне увеличилась почти в 2 раза. Если суммарно за 18 лет (2000-2017 гг.) в этот период отмечался 31 случай формирования смерчей, то только за последние 6 лет (2018-2023 гг.) — 32 случая. В июле увеличение количества зарегистрированных смерчей составило 57 случаев, в августе — 32 случая и в сентябре — 58 случаев.

Если общее количество смерчей, которые наблюдались в период 2000-2017 гг. составило 202 случая, то только за последние 6 лет (2018-2023 гг.) количество наблюдаемых смерчей составило 221.

Таким образом, за период 2000-2017 гг., в среднем в год, отмечалось 11 смерчей, а за период 2000-2023 гг. этот показатель составил 18 смерчей в год. Можно с высокой степенью уверенности говорить о том, что происходящие климатические изменения способствуют увеличению количества таких опасных явлений погоды, как смерчи. И эта тенденция будет сохраняться.

Тревожным фактором является образование смерчей в периоды, в которые ранее они не регистрировались. Так, в месяцы, когда отмечались минимальные температуры воздуха и поверхностного слоя воды в море, условий для образования смерчей не было. Это февраль и март. За период 2000-2017 гг. в эти месяцы не было зарегистрировано ни одного случая образования смерчей. Но за период 2018-2023 гг. в феврале отмечено 9 случаев образования смерчей, а в марте месяце 1 случай. Да, эти смерчи формировались над морем и быстро разрушались также над морской поверхностью, не достигая суши, но сам факт их образования говорит о том, что уже в периоды максимального выхолаживания поверхностного слоя моря фон минимальных температур воды стал более высоким, чем это было ранее. Это подтверждается данными проведенных нами исследований о том, что в изменениях среднегодовых температур верхнего квазигоризонтального слоя Черного моря выявлена положительная тенденция.

Таблица. Повторяемость смерчей на Черноморском побережье Краснодарского края в периоды 2000-2012 гг. и 2000-2023 гг. Table. Frequency of tornadoes on the Black Sea coast of the Krasnodar Territory in the periods 2000-2012 and 2000-2023

| месяц \ год | 2000-2017 | 2000-2023 | Изменения за период 2018-2023 гг. |
|-------------|-----------|-----------|-----------------------------------|
| 01 | 1 | 5 | +4 |
| 02 | 0 | 9 | +9 |
| 03 | 0 | 1 | +1 |
| 04 | 2 | 4 | +2 |
| 05 | 7 | 13 | +6 |
| 06 | 31 | 63 | +32 |
| 07 | 53 | 110 | +57 |
| 08 | 62 | 94 | +32 |
| 09 | 37 | 95 | +58 |
| 10 | 5 | 20 | +15 |
| 11 | 0 | 3 | +3 |
| 12 | 4 | 6 | +2 |
| Всего | 202 | 423 | +221 |



Положительный тренд температуры поверхностного слоя Черного моря отмечается с конца прошлого века. Связано это также с происходящими климатическими изменениями. В результате в теплый период происходит увеличение поступления тепла из атмосферы в море. Этот избыток тепла расходуется на увеличение теплоемкости верхнего квазиоднородного слоя моря. А в холодный период тепло, поступающее

от моря в прилегающие слои атмосферы, способствует подпитке энергетике циркуляционных процессов в атмосфере. И это происходит более интенсивно в последние годы при возрастании положительной разности температур вода-воздух, что и подтверждают факты формирования смерчей в зимние месяцы (особенности климата прибрежной зоны Северо-Восточной части Черного моря).

Наибольшее количество смерчей образовывается в прибрежной зоне Черного моря МО Туапсинский район и МО города-курорта Сочи, то есть в районах, где отмечается максимальный прогрев поверхностных вод моря (рис. 4).

Дополнительным фактором, который усиливает развитие паводка во всех трех случаях — это наличие в русле рек каскада гидротехнических сооружений (водохранилищ, прудов, которые при переполнении и дальнейшем разрушении создают дополнительную паводочную волну, усугубляя последствия от паводка).

Формирование катастрофических паводков происходит при определенной синоптической ситуации, когда на значительной территории выпадает в течение нескольких дней большое количество осадков (более 100 мм), как это было в 2002 г., или когда на небольшой территории (в пределах одного водосбора) за короткий интервал времени (менее суток) выпадает больше 100 мм осадков, как это было в 2012 г., выявить четкую периодичность формирования таких мощных паводков не представляется возможным. Все зависит от складывающейся синоптической ситуации над регионом, которая определяется глобальными процессами.

Однако один вывод можно сделать — если в прошлом веке за 70 лет отмечено 10 катастрофических наводнений в бассейне реки Кубань и 12 на реках Черноморского побережья, то за 22 года нынешнего века в бассейне реки Кубань прошло 5 катастрофических наводнения, на реках Черноморского побережья 7 мощных наводнения. При этом паводки категории ОЯ (опасного природного явления), когда отмечаются подтопления отдельных домов и низменных мест на реках Краснодарского края, происходят ежегодно.

Наиболее часто наводнения и паводки отмечаются в период май-июль (209 случаев за 23 года), пик приходится на июль — 100 случаев за 23 года (рис. 5).

Увеличение количества паводков в мае-июне связано с перестройкой синоптических процессов с зимнего на летний тип. Происходит интенсификация конвективных процессов. Выпадающие осадки связаны с мощной кучево-дождевой облачностью и носят ливневой характер.

Кроме этого, на этот период приходится максимальная стадия развития половодья, обусловленного активным таянием снега в горах на всем диапазоне высот. При выпадении даже умеренных осадков, когда на реках повышенный фон уровня, связанный с половодьем, возможно развитие паводка и превышение уровня воды выше опасных отметок.

При этом в последние 20 лет отмечается тенденция к увеличению паводков, и это связано с несколькими причинами (рис. 6).

Первая — происходящие климатические изменения способствуют развитию экстремальных синоптических ситуаций, нехарактерных для данного региона, которые генерируют выпадение очень сильных осадков.

Анализ количества выпавших осадков по метеостанциям края показал, что если до 2000 г. осадки интенсивностью 100 мм за 12 часов выпадали 1 раз в 5-7 лет, то последние 10 лет — ежегодно, а с 2011 г. — до 2-4 раз в год.

Также фактором, способствующим формированию сильных паводков, в первую очередь на Черноморском побережье, является дополнительное насыщение влагой атмосферных фронтальных разделов при их прохождении через акваторию Черного моря, вследствие повышенной температуры поверхностного слоя моря.

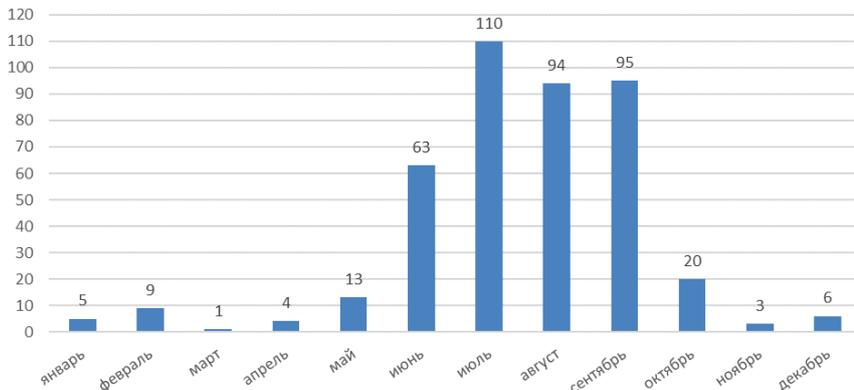


Рисунок 3. Повторяемость смерчей по месяцам за период 2000-2023 гг.
Figure 3. Frequency of tornadoes by month for the period 2000-2023

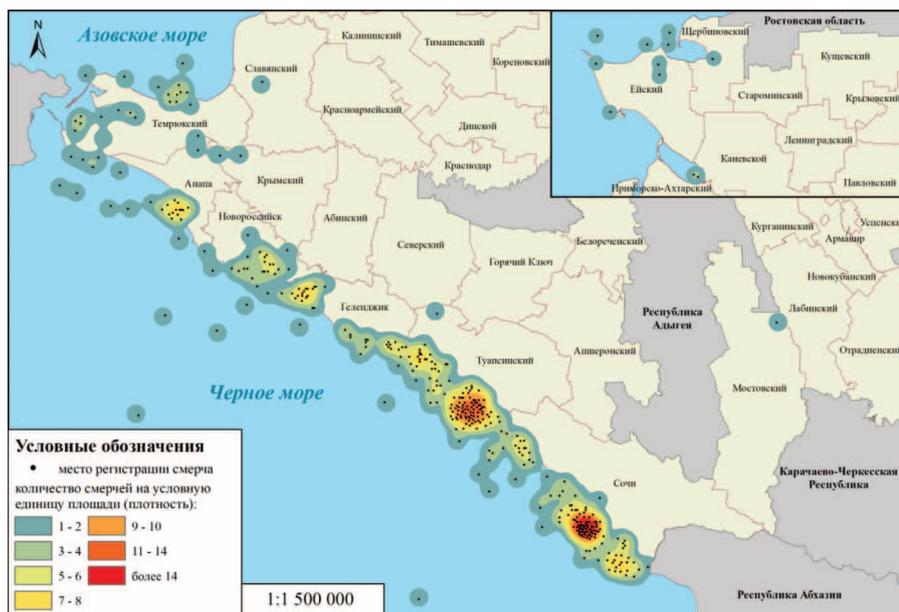


Рисунок 4. Случаи регистрации смерчей на территории Краснодарского края за период 2000-2022 гг.
Figure 4. Cases of registration of tornadoes in the Krasnodar Territory for the period 2000-2022

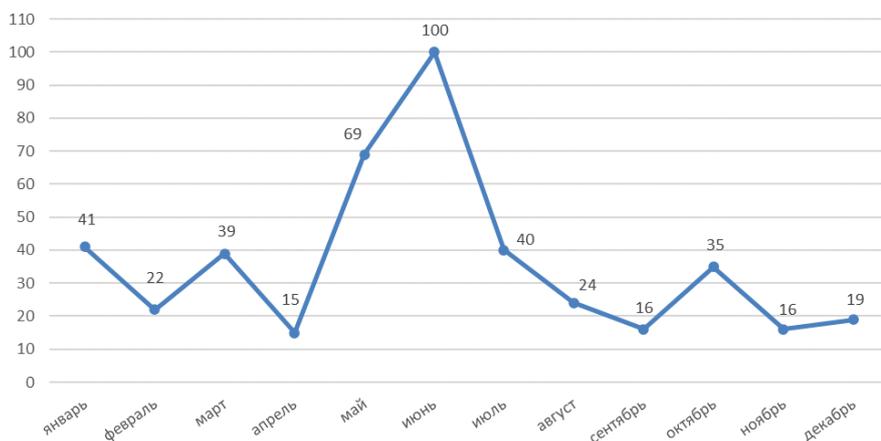


Рисунок 5. Паводки и наводнения по месяцам за период 2000-2023 гг.
Figure 5. Flood and inundation by month for the period 2000-2023

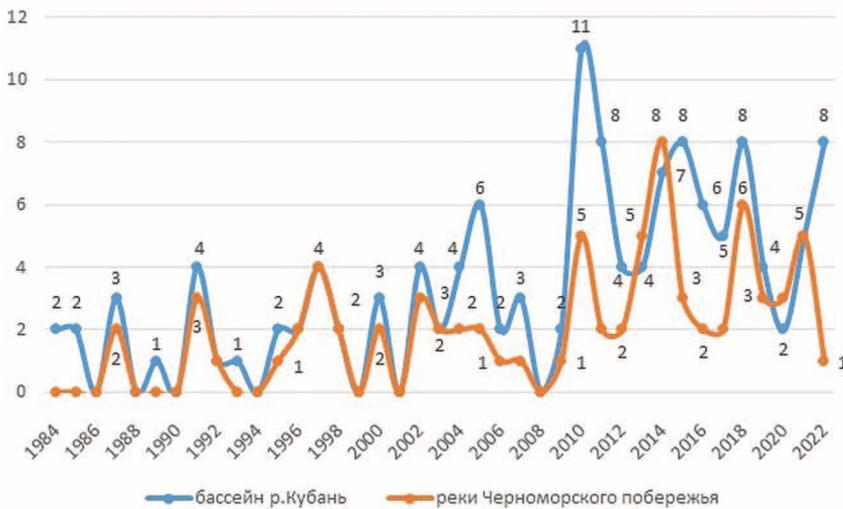


Рисунок 6. Паводки и наводнения за период 1984-2022 гг.
Figure 6. Flood and inundation for the period 1984-2022

При выходе атмосферных фронтов на сушу происходит их обострение и резкое увеличение выпадения осадков на побережье и особенно в предгорной и горной зонах Черноморского побережья Краснодарского края.

Анализ осадков за 30-летний ряд наблюдений выявил, что среднее годовое количество осадков за каждые 10 лет увеличивается в среднем на 40-50 мм.

Второй фактор — антропогенный. Застройка пойм, низменных мест приводит к тому, что затопление жилых построек происходит уже при небольших подъемах уровня реки. Высокая заросленность русла рек, особенно малых, значительно снижает их пропускную способность, способствуя более быстрому выходу воды на пойму.

Выводы. Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы.

1. Учитывая, что, согласно прогнозам Гидрометцентра России, высокие значения температуры воздуха у поверхности с очень высокой степенью достоверности будут наблюдаться чаще, будет отмечаться рост продолжительности периода, когда температуры поверхности моря будут максимальными.

2. Увеличение температуры поверхностного слоя Черного и Азовского морей, а также внутренних водоемов, будет способствовать росту испарения в теплый период года.

3. Увеличение продолжительности теплового периода будет способствовать росту интервала времени, когда поверхностный слой моря будет прогрет более 20°C. И, как следствие, вероятность возникновения смерчей в прибрежной зоне Черного моря будет возрастать в течение всего года, а в теплый период повторяемость возникновения смерчей в ближайшие 5 лет составит 20-22 случая в год.

4. Соответственно будет происходить увеличение количества случаев выпадения экстремальных осадков, в первую очередь, на Черноморском побережье.

5. При этом рост случаев выпадения экстремальных осадков составит до 10% за 10 лет.

6. Это совпадает с результатами сценарных прогнозов, выполненных Гидрометцентром России с привлечением региональных атмосферных и гидрологических моделей высокого разрешения, согласно которым ожидается рост катастрофических наводнений.

Список источников

1. World Meteorological Organization (2021). State of the Global Climate. *WMO Provisional report*. Available at: <https://library.wmo.int/idurl/4/56294>
2. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2021 год. М., 2022. 104 с.

Информация об авторах:

Ткаченко Юрий Юрьевич, кандидат географических наук, доцент, профессор кафедры строительства и эксплуатации водохозяйственных объектов, Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0614-0074>, yuyut23@mail.ru

Приходько Игорь Александрович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой строительства и эксплуатации водохозяйственных объектов, Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4855-0434>, prihodkoigor2012@yandex.ru

Бандурин Михаил Александрович, доктор технических наук, доцент, Заслуженный изобретатель Российской Федерации, декан факультета гидромелиорации, Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0986-8848>, chepura@mail.ru

Денисов Валерий Иванович, кандидат географических наук, доцент, доцент кафедры физической географии, экологии и охраны природы, Институт наук о Земле Южного федерального университета, denisovgeo@yandex.ru

Information about the authors:

Yuri Yu. Tkachenko, candidate of geographical sciences, associate professor, professor of the department of construction and operation of water facilities, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0614-0074>, yuyut23@mail.ru

Igor A. Prihodko, candidate of technical sciences, associate professor, head of the department of construction and operation of water facilities, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4855-0434>, prihodkoigor2012@yandex.ru

Mikhail A. Bandurin, doctor of technical sciences, associate professor, Honored inventor of the Russian Federation, dean of the faculty of hydro-reclamation, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0986-8848>, chepura@mail.ru

Valery I. Denisov, candidate of geographical sciences, associate professor, associate professor of the department of physical geography, ecology and nature conservation, Institute for Earth Sciences of the Southern Federal University, denisovgeo@yandex.ru

3. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2022 год / Росгидромет. М., 2023. 215 с.

4. Ткаченко Ю.Ю., Перов Е.А., Денисов В.И. Атлас опасных природных явлений на территории Краснодарского края: монография / Южный федеральный университет. Ростов-на-Дону: Изд-во Южного федерального университета, 2018. 160 с.

5. Наливкин Д.В. Ураганы, бури и смерчи. Л.: Наука, 1969. 487 с.

6. Ткаченко Ю.Ю. Опасные гидрометеорологические явления на Черноморском побережье, связанные с выпадением сильных осадков // Природные и социальные риски в береговой зоне Черного и Азовского морей / под ред. проф. К.П. Колтерманна, С.А. Добролюбова, Н.И. Алексеевского. М.: Триумф, 2012. 96 с.

7. Ткаченко Ю.Ю., Денисов В.И. Особенности климата прибрежной зоны северо-восточной части Черного моря: монография / Южный федеральный университет. Ростов-на-Дону: Изд-во Южного федерального университета, 2015. 80 с.

References

1. World Meteorological Organization (2021). State of the Global Climate. *WMO Provisional report*. Available at: <https://library.wmo.int/idurl/4/56294>

2. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2021 год (2022). [Report on the peculiarities of the climate in the territory of the Russian Federation for 2021]. Moscow, 104 p.

3. Roshydromet (2023). *Obzor sostoyaniya i zagryazneniya okruzhayushchei sredy v Rossiiskoi Federatsii za 2022 god* [Review of the state and pollution of the environment in the Russian Federation for 2022]. Moscow, 215 p.

4. Tkachenko, Yu.Yu., Perov, E.A., Denisov, V.I. (2018). *Atlas opasnykh prirodnnykh yavlenii na territorii Krasnodarskogo kraja: monografiya* [Atlas of natural hazards in the Krasnodar Territory: monograph]. Rostov-on-Don, Publishing House of the Southern Federal University, 160 p.

5. Nalivkin, D.V. (1969). *Uragany, buri i smerchi* [Hurricanes, storms and tornadoes]. Leningrad, Nauka Publ., 487 p.

6. Tkachenko, Yu.Yu. (2012). *Opasnye gidrometeorologicheskie yavleniya na Chernomorskom poberezh'e, svyazannye s vypadeniem sil'nykh osadkov* [Dangerous hydrometeorological phenomena on the Black Sea coast associated with heavy precipitation]. *Prirodnye i sotsial'nye riski v beregovoii zone Chernogo i Azovskogo morei* [Natural and social risks in the coastal zone of the Black and Azov Seas]. Moscow, Triumf Publ., 96 p.

7. Tkachenko, Yu.Yu., Denisov, V.I. (2015). *Osobennosti klimata pribrezhnoi zony severo-vostochnoi chasti Chernogo morya: monografiya* [Climate features of the coastal zone of the northeastern part of the Black Sea: monograph]. Rostov-on-Don, Publishing House of the Southern Federal University, 80 p.



ЗАВИСИМОСТЬ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОД ПОЛОВОДЬЯ ОТ ХАРАКТЕРА ХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДОСБОРНОЙ ТЕРРИТОРИИ

Т.В. Папаскири, С.В. Суслов, Л.И. Бойценюк, В.С. Груздев,
 М.А. Хрусталева, Д.А. Турусов

Государственный университет по землеустройству, Москва, Россия

Аннотация. На территории Пушкинского городского округа Московской области в 2023-2024 годах для оценки вклада различных источников в химический состав вод половодья проведена снегомерная съемка, отобраны пробы талых вод с малых водотоков, малых рек, впадающих в Пестовское водохранилище и протекающих по различным типам ландшафтов — лесному, луговому и антропогенному, преимущественно в зоне населенных пунктов, а так же пробы вод водохранилища. Пробы талых вод отбирались в начале и в конце снеготаяния.

В пробах вод с селитебной территории определено высокое содержание хлора, натрия, калия, магния, кальция, аммонийного и нитратного азота, сульфат иона, в десятки раз превышающее концентрации в талых водах с природных ландшафтов. Закономерно увеличено рН с 7 до 8 единиц по всем видам исследованных ландшафтов наблюдается тенденция к увеличению минерализации вод к концу половодья, что связано с оттаиванием почвы и выносом накопленных растворимых форм. При попадании стоков в малые реки, за счет разбавления, концентрации элементов снижаются и становятся ниже допустимых. Найденные крайне высокие концентрации хлора, сульфат иона, фосфатов, щелочных металлов в талых водах селитебной территории очевидно связаны с использованием противогололедных реагентов и попаданием в стоки различной бытовой химии. Определение содержания тяжелых металлов не выявило закономерностей пространственного распределения. Выявлены отдельные локальные точки загрязнения свинцом и кадмием. Фактическое многократное превышение загрязнителей в водах половодья отобранных с селитебной территории показывает необходимость ограничения застройки на водосборе водохранилищ имеющих водохозяйственное значение, строительство ливневой канализации перехватывающей поверхностный сток с целью очистки.

Ключевые слова: талые воды, водосбор, ландшафты, поверхностный сток, селитебная территория, источники загрязнения, биогенные элементы

Original article

DEPENDENCE OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF FLOOD WATERS ON THE NATURE OF THE ECONOMIC USE OF THE CATCHMENT AREA

T.V. Papaskiri, S.V. Suslov, L.I. Boitsenyuk, V.S. Gruzdev,
 M.A. Khrustaleva, D.A. Turusov

The State University of Land Use Planning, Moscow, Russia

Abstract. In the territory of the Pushkin district in 2023-2024, to assess the contribution of various sources to the chemical composition of flood waters, a snow—measuring survey was carried out, samples of meltwater from small watercourses, small rivers flowing into the Pestovsky reservoir and flowing through various types of landscapes — forest, field, mainly in the area of settlements, as well as samples of reservoir waters were taken. Meltwater samples were taken at the beginning and at the end of the snowmelt.

In water samples from the residential area, a high content of chlorine, sodium, potassium, magnesium, calcium, ammonium and nitrate nitrogen, and sulfate ion was determined, tens of times higher than concentrations in meltwater from natural landscapes. The pH was naturally increased from 7 to 8 units. for all types of the studied landscapes, there is a tendency to increase water mineralization by the end of the flood, which is associated with thawing of the soil and removal of accumulated soluble forms. When runoff enters small rivers, due to dilution, the concentrations of elements decrease and become lower than permissible. The extremely high concentrations of chlorine, sulfate ion, phosphates, and alkali metals found in the meltwater of the residential area are obviously associated with the use of deicing reagents and the ingress of various household chemicals into drains. The determination of the heavy metal content did not reveal patterns of spatial distribution. Separate local points of contamination with lead and cadmium have been identified. The actual multiple excess of pollutants in the flood waters selected from the residential area shows the need to limit the development of reservoirs of water management importance in the catchment area, the construction of a storm sewer intercepting surface runoff for the purpose of purification.

Keywords: meltwater, catchment area, landscapes, surface runoff, residential area, pollution sources, biogenic elements

Введение. Исследования качества поверхностных вод в период половодья проводились на территории Пушкинского городского округа Московской области на водосборных территориях с различными ландшафтами и характером хозяйственного использования. Источниками химических элементов, попадающих в поверхностный сток в период половодья служит снег, содержащий загрязнения, поступающие в процессе переноса воздушных масс, высвобождение подвижных форм в результате почвенного процесса, а также загрязнения, накапливающиеся в снегу, почве в результате местной хозяйственной деятельности. Известно, что серьезными источниками поступления загрязнений в поверхностные воды служит традиционное сельское хозяйство, предполагающее

подзимнее внесение минеральных и органических удобрений в виде навоза без заделки в почву. Однако, в современных условиях в исследуемом регионе сельское хозяйство ведется на ограниченной территории, а жилая застройка, плотность населения, постоянно возрастают. Так по г.о. Пушкино плотность населения в 2010 г. составила 1715 чел. на кв. км., в 2023 г. 1848 чел. на кв. км., а численность населения возросла с 102,874 тыс. чел. (в 2010 г.) до 110,868 тыс. чел. (в 2023 г.) и увеличение численности населения составило 7994 тыс. чел. [1]

В данной работе предпринята попытка анализа вклада селитебных территорий в общее загрязнение вод половодья с целью экстраполяции влияния в виду постоянного увеличения площади застройки. С целью определения

влияния в 2023-2024 гг. отобраны пробы талых вод на различных типах ландшафтов из малых водотоков в начале и конце снеготаяния, пробы воды малых рек, впадающих в водохранилище и вод непосредственно водохранилища. Определялись содержание биогенных элементов, тяжелых металлов, рН и общая минерализация.

Материалы и методы. Для выявления источников загрязнения вод водохранилищ в апреле — мае 2023-2024 года на водосборе Пестовского водохранилища отобраны пробы вод половодья (рис. 1-3). Для оценки вклада в общее загрязнение вод половодья от удаленных источников в феврале проведена снегомерная съемка с использованием Весового снегомера ВС-43. Отобранные пробы помещали



в пластиковые контейнеры. В лабораторных условиях проводилось количественное определение содержания катионов и анионов в образцах вод весеннего половодья, в которых определяли содержания подвижных форм биогенных элементов в водной вытяжке 1:10 с помощью метода ионной хроматографии на приборе фирмы JETchrom, с применением методик: природные и сточные воды — ПНД Ф 14.2:4.176 и ПНД Ф 14.1:2:4.167.

Результаты и обсуждения. По данным химического анализа проб снеговых вод определена нейтральная либо слабо щелочная реакция, в составе преобладают сульфаты, хлориды, кальция натрия, количество которых закономерно возрастает по мере приближения к источникам антропогенного загрязнения — дорогам, селитебным территориям, при этом закономерно возрастает общая минерализация с 15-20 до максимальной (50 мг/л). Полученные

результаты принципиально не отличаются от известных [2-6] и могут быть объяснены постоянным использованием противогололёдных реагентов и бытовой химии. То есть повышенная минерализация снеговых вод связана с антропогенной деятельностью.

Химический состав вод поверхностного стока, отобранных из малых водотоков на различных ландшафтах в начале и в конце снеготаяния (табл.2) показал, что на естественных

Таблица 1. Результаты химического анализа проб снеговых вод, отобранных в весенний период 2024 г. на водосборной территории водохранилищ канала имени Москвы, мг/л

Table 1. The results of chemical analysis of snow water samples taken in the spring of 2024 in the catchment area of the reservoirs of the Moscow Canal, mg/l

| №№ п/п | Место отбора пробы | Данные химического анализа, мг/л | | | | | | | | | |
|--------|---|----------------------------------|------|------|-----------------|------|------|------|-----------------|-----------------|-------------|
| | | pH | Ca | Mg | SO ₄ | Cl | Na | K | NH ₄ | NO ₃ | Общ. минер. |
| 1. | Берег реки Кокотка | 7,21 | 10,2 | 3,3 | 1,27 | 4,1 | 22,7 | 5,0 | 0,0 | 2,05 | 19,7 |
| 2. | Поле после уборки кукурузы | 7,15 | 4,6 | 1,0 | 1,24 | 2,9 | 18,3 | 1,5 | 0,5 | 1,28 | 14,2 |
| 3. | Впадение р. Ольшанка в р. Вязь в 20 м от автодороги | 7,16 | 6,2 | 1,33 | 1,25 | 3,29 | 21,4 | 1,26 | 0,0 | 1,43 | 19,1 |
| 4. | Впадение р. Вязь в Тишковский залив Пестовского водохранилища | 7,14 | 7,3 | 1,4 | 1,0 | 3,6 | 18,2 | 1,7 | 0,0 | 3,19 | 17,2 |
| 5. | Берег р. Учи вблизи Староярославского шоссе г. Пушкино | 7,66 | 17,1 | 3,8 | 4,5 | 4,7 | 17,0 | 2,7 | 0,6 | 3,14 | 40,3 |
| 6. | Берег р. Клязьма вблизи 15 м от дороги местного значения | 7,53 | 11,7 | 2,4 | 1,4 | 2,8 | 15,4 | 1,5 | 0,5 | 2,3 | 34,2 |
| 7. | Городской сквер г. Пушкино в 15 м от дороги местного значения | 7,59 | 15,3 | 2,3 | 7,7 | 7,8 | 21,1 | 1,1 | 0,6 | 2,35 | 51,4 |
| 8. | Фоновый участок Тишковского лесничества | 7,42 | 7,4 | 0,4 | 3,9 | 1,9 | 2,2 | 1,1 | 0,1 | 0,73 | 19,9 |

Таблица 2. Химический состав вод половодья малых водотоков с ландшафтов различного хозяйственного использования в 2024г., мг/л.

Table 2. Chemical composition of flood waters of small watercourses from landscapes of various economic uses in 2024, mg/l.

| Тип ландшафта | Период половодья | Данные химического анализа, мг/л | | | | | | | | | | |
|---|------------------------------|----------------------------------|------|------|-----------------|-------|-------|-------|-----------------|-----------------|-------|-------------|
| | | pH | Ca | Mg | SO ₄ | Cl | Na | K | NH ₄ | NO ₃ | P | Общ. Минер. |
| Сток с лугового ландшафта | Начало Апреля (Начало стока) | 7,02 | 27,3 | 6,56 | 2,12 | 8,16 | 6,21 | 0,9 | 0,00 | 0,14 | 0,87 | 25 |
| | Конец Апреля (Конец стока) | 7,75 | 20,1 | 5,10 | 13,1 | 14,8 | 10,5 | 3,6 | 0,00 | 3,10 | 0,90 | 98 |
| Сток с лесного ландшафта | Начало Апреля (Начало стока) | 7,0 | 17,4 | 1,04 | 0,35 | 1,22 | 1,72 | 1,94 | 0,14 | 0,33 | 0,20 | 8 |
| | Конец Апреля (Конец стока) | 7,0 | 20,1 | 5,06 | 8,64 | 4,97 | 4,60 | 1,81 | 0,20 | 2,22 | 0,99 | 80 |
| Сток с поля с подзимним внесением удобрений | Начало Апреля (Начало стока) | 8,11 | 18,4 | 19,2 | 18,6 | 50,3 | 36,6 | 117,0 | 8,0 | 8,12 | 20,3 | 104 |
| | Конец Апреля (Конец стока) | 8,20 | 92,1 | 96,0 | 93,0 | 251,7 | 183,0 | 583,0 | 9,45 | 40,6 | 40,72 | 416 |



Рисунок 1. Место отбора проб поверхностных стоков с пашни
Figure 1. Place of sampling of surface runoff from arable land



Рисунок 2. Место отбора вод из реки в период весеннего половодья
Figure 2. Place of water withdrawal from the river during the spring flood period



Рисунок 3. Место отбора поверхностных вод с лесного ландшафта
Figure 3. Place for collecting surface water from the forest landscape





Рисунок 4. Участок пашни с подзимним внесением органических удобрений
Figure 4. Plot of arable land with winter application of organic fertilizers

ландшафтах общая минерализация вод поверхностного стока в начале снеготаяния незначительно отличается от состава снеговых вод (табл.1), по мере оттаивания почвы усиливается вынос сульфатов, в луговом ландшафте в 7 раз, лесном 20 раз, хлоридов в 2-3 раза, фосфатов до 3 раз, так же возрастает вынос натрия, калия, нитратов. Все изменения происходят при общей низкой минерализации в пределах 20 мг/л.

Существенное отличие в общей минерализации (более 50 мг/л) и содержании практически всех определяемых веществ найдено в водах поверхностного стока с полевого ландшафта. Уже в начале снеготаяния содержание сульфатов в 2 и более раз превышает фоновые территории, превышение по хлоридам достигает более 10 раз, по натрию до 6 раз, калию до 90 раз. К концу снеготаяния, по мере оттаивания почвы, происходит в среднем пятикратное увеличение концентрации по всем определяемым элементам, при этом если вода поверхностного стока в естественных ландшафтах имеют нейтральную реакцию, то для стоков с антропогенного ландшафта характерна щелочная реакция рН 8.1 — 8.2. Столь высокое загрязнение, является следствием внесения навоза в разброс

и минеральных удобрений без заделки в почву. (рис. 4) [7-10]

Исследованные территории водосборов с различными типами ландшафтов являются частью водосборов малых рек, впадающих в Пестовское водохранилище, реку Уча. Найденное серьезное превышение элементов в поверхностном стоке с антропогенных ландшафтов за счет разбавления водами малых рек, имеющих на водосборе преимущественно естественные ландшафты, мало измененные хозяйственной деятельностью, на данный момент (табл. 3) позволяет снижать концентрации сульфатов, хлоридов, натрия, калия до концентраций ниже установленных значений ПДК. [11-14] При этом наблюдается увеличение минерализации и содержание перечисленных элементов от истока к устью до 3-5 раз в результате хозяйственной деятельности на водосборе. Определение тяжелых металлов в поверхностном стоке половодья, выявило спорадические загрязнения свинцом, кадмием, имеющие локальный характер (табл. 4).

По характеру выявленных ТМ, вероятным источником является наличие либо стихийной свалки, либо предприятий по переработке аккумуляторов.

Таблица 3. Химический состав весенних вод притоков малых рек водохранилищ канала имени Москвы (конец апреля-начало мая 2023 г.), мг/л
Table 3. Chemical composition of spring waters of tributaries of small rivers reservoirs of the Moscow Canal (end of April-beginning of May 2023), mg/l

| Название реки | Данные химического анализа, мг/л | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------------------------|-------|------|-----------------|-------|-------|------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|-------|------|-----------------|-------|-------|------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|
| | pH | Ca | Mg | SO ₄ | Cl | Na | K | NH ₄ | NO ₂ | NO ₃ | Общ. минер. | pH | Ca | Mg | SO ₄ | Cl | Na | K | NH ₄ | NO ₂ | NO ₃ | Общ. минер. |
| Ольшанка | Исток реки | | | | | | | | | | Устье | | | | | | | | | | | |
| | 7,91 | 28,59 | 8,56 | 6,97 | 2,27 | 3,87 | 2,06 | 0 | 0,30 | 1,06 | 110 | 7,90 | 27,58 | 7,32 | 8,56 | 14,03 | 10,60 | 3,07 | 0 | 0,42 | 2,60 | 120 |
| Вязь | Исток реки | | | | | | | | | | Устье | | | | | | | | | | | |
| | 7,61 | 13,62 | 3,16 | 8,71 | 3,84 | 4,32 | 1,33 | 0 | 0,15 | 1,88 | 53 | 7,75 | 20,07 | 5,00 | 13,63 | 14,73 | 10,49 | 3,55 | 0 | 0,32 | 3,07 | 98 |
| Кокотка | Исток реки | | | | | | | | | | Устье | | | | | | | | | | | |
| | 7,51 | 10,66 | 3,11 | 6,55 | 5,14 | 4,99 | 1,37 | 0,33 | 0,11 | 2,90 | 47 | 7,64 | 17,55 | 4,25 | 7,44 | 10,35 | 7,40 | 1,54 | 0 | 0,20 | 1,93 | 75 |
| Тишковский залив Пестовского водохранилища | Начало залива | | | | | | | | | | Середина залива | | | | | | | | | | | |
| | 7,75 | 24,00 | 5,71 | 9,40 | 11,43 | 9,07 | 3,00 | 0 | 0,31 | 3,85 | 104 | 8,06 | 30 | 7,81 | 13,63 | 16,45 | 11,00 | 5,34 | 0 | 1,5 | 5,23 | 120 |
| ПДК (Приказ Минсельхоза России от 13.12.2016 № 552) | в пределах 6-9 | 180,0 | 50,0 | 500,0 | 350,0 | 200,0 | 20,0 | 2,0 | 3,3 | 45,0 | 1000 | в пределах 6-9 | 180,0 | 50,0 | 500,0 | 350,0 | 200,0 | 20,0 | 2,0 | 3,3 | 45,0 | 1000 |

Таблица 4. Содержание ТМ в водах весеннего половодья (конец апреля-начало мая 2023 г.), мг/л
Table 4. The content of TM in the waters of the spring flood (end of April-beginning of May 2023), mg/l

| № | Химический элемент | Описание точек проб отбора | | | | | ПДК (Приказ Минсельхоза России от 13.12.2016 № 552) |
|----|--------------------|-------------------------------------|---|--|---|---|---|
| | | сток с лугового ландшафта (р. Вязь) | сток с антропогенного ландшафта (р. Вязь) | сток с антропогенного ландшафта (р. Кокотка) | сток с антропогенного ландшафта (р. Ольшанка) | сток с лесного ландшафта (дер. Степаньково) | |
| 1. | Ni | 0,0288 | 0,0133 | 0,0120 | 0,0379 | 0,0150 | 0,1 |
| 2. | Pb | 0,0330 | 0,0075 | 0,0326 | 0,0479 | 0,0444 | 0,03 |
| 3. | Cd | 0,0081 | 0,0131 | 0,0013 | 0,0070 | 0,0059 | 0,001 |
| 4. | Mn | 0,2844 | 3,4961 | 0,4333 | 0,0083 | 0,0610 | 0,5 |
| 5. | Fe | 0,3395 | 5,0890 | 0,2032 | 0,4590 | 0,0945 | 1,0 |
| 6. | Co | 0,0093 | 0,0102 | 0,0075 | 0,0076 | 0,0026 | 0,1 |
| 7. | Cu | 0,0149 | 0,1398 | 0,0282 | 0,0056 | 0,0274 | 1,0 |
| 8. | Cr | 0,0039 | 0,0121 | 0,0030 | 0,0039 | 0,0019 | 0,5 |



Выводы. В результате проведенных исследований выявлено многократное превышение содержания сульфатов, хлоридов, фосфатов, щелочных металлов, а так же свинца, кадмия в водах поверхностного стока с антропогенных ландшафтов исследованной территории. Превышение по сравнению с природными ландшафтами составляет по некоторым элементам до 100 раз и вследствие неправильного внесения удобрений в полевом ландшафте и до 3 раз на селитебных территориях и только за счет относительно малой доли антропогенных ландшафтов на водосборной территории на данный момент за счет разбавления водами с природных ландшафтов, концентрации выявленных загрязнений в воде половодья малых рек и водохранилища находятся в пределах допустимых норм. В виду активной застройки территории района, суммарная площадь водосбора с антропогенно-измененными ландшафтами и различным характером хозяйственного использования будет закономерно расти. Для сохранения качества вод источника. Требуется ограничить застройку на водосборе и в случае её продолжения предусмотреть перехватывающую ливневую канализацию с обязательной очисткой сточных вод.

Список источников

1. rosstat.gov.ru
2. М.А. Терешина, О.Н. Ерина, Д.И. Соколов, Л.Е. Ефимова, Н.С. Касимов. Биогенные вещества в р. Москве в условиях сильного загрязнения и минимальной самоочищающей способности // Биогенные вещества в р. Москве в условиях сильного загрязнения и минимальной самоочищающей способности // Четвертые виноградовские чтения. Гидрология от познания к мировоззрению. Сборник докладов международной научной конференции памяти выдающегося русского ученого Юрия Борисовича Виноградова. Санкт-Петербургский государственный университет. Санкт-Петербург, 2020. Санкт-Петербург: ВВМ. С. 799-804.
3. Ю.С. Даценко. Влияние Ивановского водохранилища на качество волжского источника водоснабжения г. Москвы // Вестник Московского университета. Сер. 5. Геогр. 2021. N 5. С. 124-130.
4. Папаскири Т.В., Пивень Е.А., Касьянов А.Е., Кучер Д.Е., Шевчук А.А. Исследование процессов вымывания химических веществ из дерново-подзолистой сулгинистой и супесчаной почв / //Международный сельскохозяйственный журнал. 2023. том 66, № 1 (391). С. 24-26.

5. Суслов С.В., Груздева Л.П., Груздев В.С., Хрусталева М.А. Влияние химического состава снега водоохранных зон Учинского и Пестовского водохранилищ на качество вод // Мелиорация и водное хозяйство. 2019. № 1. С. 13-15.
6. Живетина А.В., Нохрин Д.Ю., Дерхо М.А., Мухамедьярова Л.Г. Сезонные особенности химического состава и качества воды в водохранилище руслового типа // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия. Том 7(73). 2021. № 1. С. 259-276.
7. Сухановский Ю.П., Прущик В.А., Вытовтов В.А., Титов А.Г. Применение метода дождевания для исследования выноса из почвы биогенных веществ и тяжелых металлов // Международный сельскохозяйственный журнал. 2022. № 4. С. 363-366.
8. Долгов С.В., Коронкевич Н.И. Современные изменения выноса биогенных веществ в реки бассейна Волги на юге лесной зоны // Известия РАН. Серия географическая. 2019. № 5. С. 43-55.
9. Побединский А.В. Водоохранная и почвозащитная роль лесов. Пушкино: ВНИИЛМ, 2013. 208 с.
10. Груздева Л.П., Суслов С.В., Груздев В.С. Водоохранные зоны водохранилищ Нечерноземья. М.: НИЦ ИНФРА-М, 2021, 152 с.
11. Даценко Ю.С. Формирование и трансформация качества воды в системах источников водоснабжения города Москвы. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора географических наук. Москва, 2015. 51 с.
12. Перельман А.И. Геохимия природных вод. М.: Недра. 1982. 151 с.
13. 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. 2023. С. 39-42.
14. Долгов С.В., Коронкевич Н.И., Кашутина Е.А., Барabanova Е.А., Шапоренко С.И. Природные и антропогенные факторы поступления биогенов в водохранилища. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции: Водохранилища Российской Федерации: Современные экологические проблемы, состояние, управление. Сочи, 2019. С. 347-355.

References

1. rosstat.gov.ru
2. M.A. Tereshina, O.N. Erina, D.I. Sokolov, L.E. Efimova, N.S. Kasimov (2020). Nutrients in the river. Moscow in conditions of severe pollution and minimal self-cleaning ability. Biogenic substances in the river. Moscow in conditions of severe pollution and minimal self-cleaning ability. Fourth Vinogradov Readings. Hydrology from knowledge to worldview. collection of reports of the international scientific conference in memory of the outstanding Rus-

sian scientist Yuri Borisovich Vinogradov. St. Petersburg State University, St. Petersburg, Publishing House VVM, pp. 799-804.

3. Yu.S. Datsenko (2021). Influence of the Ivankovo reservoir on the quality of the Volga source of water supply in Moscow. Bulletin of Moscow University, Geografia, no. 5, pp. 124-130.
4. Papaskiri T.V., Piven E.A., Kasyanov A.E., Kucher D.E., Shevchuk A.A. (2023). Investigation of the processes of chemical substances leaching from soddy-podzolic loamy and sandy soils. International Agricultural Journal, vol. 66, no. 1 (391), p. 24-26.
5. Suslov S.V., Gruzdeva L.P., Gruzdev V.S., Khrustaleva M.A. (2019). Influence of the chemical composition of snow in the water protection zones of the Uchinsky and Pestovsky reservoirs on water quality. Reclamation and water management, no. 1, pp. 13-15.
6. Zhivetina A.V., Nokhrin D.Yu., Derkho M.A., Mukhamedyarova L.G. (2021). Seasonal features of the chemical composition and quality of water in a channel-type reservoir. Scientific notes of the Crimean Federal University named after V.I. Vernadsky Biology, chemistry, vol. 7(73), no. 1, pp. 259-276.
7. Zhivetina A.V., Nokhrin D.Yu., Derkho M.A., Mukhamedyarova L.G. (2022). Application of the sprinkling method to study the removal of biogenic substances and heavy metals from the soil. International Agricultural Journal, no. 4, pp. 363-366.
8. Dolgov S.V., Koronkevich N.I. (2019). Modern changes in the removal of nutrients into the rivers of the Volga basin in the south of the forest zone. Izvestiya RAN, geographic series, no. 5, pp. 43-55.
9. Pobedinsky A.V. (2013). Water-protective and soil-protective role of forests, VNIILM, 208 p.
10. Gruzdeva L.P., Suslov S.V., Gruzdev V.S. (2021). Water protection zones of Non-Black Earth reservoirs, Moscow, INFRA-M, 152 p.
11. Dacenko YU. S. (2015). *Formirovanie i transformaciya kachestva vody v sistemah istochnikov vodosnabzheniya goroda Moskvy* [Abstract of the dissertation for the degree of Doctor of Geographical Sciences], Moscow, Tipografiya «11-j FORMAT», 51 p.
12. Perel'man A.I. (1982). Geochemistry of natural waters, Moscow, Nedra, 151 p.
13. Germanova S.E., Petuhov N.V., Sambros N.B., Piven' E.A., Zinchenko A.V. (2023). Impact of anthropogenic factors on agricultural soils. *Mezhdunarodnyj sel'skhozozajstvennyj zhurnal*, no.1, pp. 39-42.
14. Dolgov S.V., Koronkevich N.I., Kашutina E.A., Barabanova E.A., Shaporenko S.I. (2019). Natural and anthropogenic factors of nutrient input into reservoirs. *Sbornik materialov Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii: Vodohranilishcha Rossijskoj Federacii: Sovremennye ekologicheskie problemy, sostoyanie, upravlenie*. Sochi, pp. 347-355.

Данные об авторах:

Папаскири Тимур Валикович, доктор экономических наук, кандидат сельскохозяйственных наук, профессор, врио ректора, Государственный университет по землеустройству, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3780-9060>, t_papaskiri@mail.ru
Суслов Сергей Владимирович, кандидат географических наук, доцент кафедры цифрового земледелия и ландшафтной архитектуры, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7286-042X>
Груздев Владимир Станиславович, доктор географических наук, профессор, заведующий кафедрой строительства, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6098-0755>
Хрусталева Марина Антоновна, кандидат географических наук, старший научный сотрудник, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0129-5635>
Бойценюк Леонид Иосифович, доктор сельскохозяйственных наук, кандидат биологических наук, профессор кафедры цифрового земледелия и ландшафтной архитектуры, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6098-0755>
Турусов Данила Андреевич, студент.

Information about the authors:

Timur V. Papaskiri, doctor of economic sciences, candidate of agricultural sciences, associate professor, acting rector, State University of Land Use Planning ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3780-9060>, t_papaskiri@mail.ru
Sergei V. Suslov, candidate of geographical sciences, associate professor of the department of digital agriculture and landscape architecture, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7286-042X>
Vladimir S. Gruzdev, doctor of geographical sciences, professor, head of the department of construction, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6098-0755>
Mariia A. Khrustaleva, candidate of geographical sciences, senior researcher, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0129-5635>
Leonid I. Boytsenyuk, doctor of agricultural sciences, candidate of biological sciences, professor of the department of digital agriculture and landscape architecture, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6098-0755>
Daniila A. Turusov, student.



РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЗАЛИВНЫХ ЛУГОВ

А.Л. Силаев, Н.М. Белоус, Е.В. Смольский, Г.П. Малявко

Брянский государственный аграрный университет, Брянск, Россия

Аннотация. В период с 2014 по 2021 гг. в условиях радиоактивного загрязнения заливного луга центральной поймы реки Ипуть Новозыбковского района Брянской области проведены исследования роли элементов питания в накоплении ^{137}Cs зеленой массой трав радиоактивно загрязненных заливных лугов и прогноз миграции ^{137}Cs в системе «почва-растение-животное-человек» при плотности радиоактивного загрязнения ^{137}Cs территории выше 555 кБк/м². В результате исследований установили, что без использования специальных мероприятий заливной луг нельзя использовать в качестве пастбища, содержание ^{137}Cs в продукции кормопроизводства превышает норматив в 16 раз. Несмотря на то, что в 2016 г. произошел первый период полураспада ^{137}Cs , значительного снижения накопления ^{137}Cs растительностью заливного луга не выявили. Установили, что с повышением отношения калия к азоту в минеральном удобрении достоверно снижается накопление ^{137}Cs зеленой массой естественного травостоя. Установили прямую, среднюю зависимость между азотным удобрением и накоплением ^{137}Cs растительностью заливного луга, коэффициент корреляции равен 0,53-0,65. Выявили обратную сильную зависимость между калийным удобрением и накоплением ^{137}Cs растительностью заливного луга, коэффициент корреляции равен 0,89-0,97. Азотные удобрения повышают продуктивность заливных лугов, но являются фактором повышения накопления ^{137}Cs зеленой массой естественного травостоя. Калийные удобрения достоверно снижают накопление ^{137}Cs вегетативной массой естественного травостоя и нивелируют негативное действие азотного удобрения. Возврат радиоактивно загрязненных кормовых угодий в сельскохозяйственный оборот возможен только при применении повышенных доз калийных удобрений, которые служат барьером в миграции ^{137}Cs в системе «почва-растение-животное-человек».

Ключевые слова: заливной луг, радиоактивное загрязнение, ^{137}Cs , минеральные удобрения, Брянская область

Original article

RADIOECOLOGICAL ASPECTS OF MINERAL FERTILIZER APPLICATION UNDER CONDITIONS RADIOACTIVE CONTAMINATION OF FLOOD MEADOWS

A.L. Silaev, N.M. Belous, E.V. Smolsky, G.P. Malyavko

Bryansk State Agrarian University, Bryansk, Russia

Abstract. In the period from 2014 to 2021, in the context of radioactive contamination of the flood meadow of the central floodplain of the Iput river, Novozybkovsky district, Bryansk region, studies were carried out on the role of nutrients in the accumulation of radioactively contaminated flood meadows ^{137}Cs the green mass of herbs and the forecast of ^{137}Cs migration in the “soil-plant-animal-human” system with a radioactive contamination density ^{137}Cs the territory above 555 kBq/m². As a result of the studies, it was found that without the use of special measures, the flood meadow cannot be used as a pasture, the content of ^{137}Cs in the feed production exceeds the standard by 16 times. Despite the fact that in 2016 the first half-life of the ^{137}Cs occurred, a significant decrease in the accumulation of water meadow ^{137}Cs by vegetation was not revealed. It was found that with an increase in potassium to nitrogen in mineral fertilizer, the accumulation of natural grass ^{137}Cs by the green mass is significantly reduced. The correlation coefficient is 0.53-0.65 between nitrogen fertilization and accumulation ^{137}Cs vegetation of flood meadow. The inverse strong relationship between potash fertilization and accumulation ^{137}Cs vegetation of the flood meadow was revealed, the correlation coefficient is 0.89-0.97. Nitrogen fertilizers increase the productivity of flood meadows, but are a factor in increasing the accumulation of natural grass with ^{137}Cs green mass. Potash fertilizers reliably reduce accumulations ^{137}Cs vegetative mass of natural grass stand and level negative effect of nitrogen fertilizer. The return of radioactively contaminated forage to agricultural circulation is possible only with the use of increased doses of potash fertilizer, which serve as a barrier to migration of ^{137}Cs in the “soil-plant-animal-human” system.

Keywords: flood meadow, radioactive contamination, ^{137}Cs , mineral fertilizers, Bryansk region

Введение. Кормопроизводство является фундаментальным базисом развития животноводства, от внедрения в производство кормов научных достижений зависит продовольственная безопасность [1], в условиях радиоактивного загрязнения добавляется еще и радиационная безопасность населения [2].

В Брянской области динамично увеличивается поголовье крупного рогатого скота, что главным образом связано с реализацией крупных инвестиционных проектов в отрасли животноводства, однако, в результате аварии на Чернобыльской АЭС, часть высокопродуктивных кормовых угодий выбыла из сельскохозяйственного оборота [3].

Для возвращения в хозяйственное пользование радиоактивно загрязненных территорий необходимо добиться получения сельскохозяйственной продукции, отвечающей нормам радиационной безопасности [4, 5].

Поэтому исследование специальных мер, позволяющих вернуть выбывшие земли в сельскохозяйственное производство, в частности в кормопроизводство, весьма актуально.

Целью работы является изучение роли элементов питания в накоплении ^{137}Cs зеленой массой трав радиоактивно загрязненных заливных лугов и прогноз миграции ^{137}Cs в системе «почва-растение-животное-человек» при плотности радиоактивного загрязнения ^{137}Cs территории выше 555 кБк/м².

Экспериментальной базой исследования служила территория заливного луга реки Ипуть Новозыбковского района Брянской области, с плотностью загрязнения ^{137}Cs 555-867 кБк/м². Поемный процесс длился от 0 до 15 дней в зависимости от года. Почвенный покров исследуемой территории представлен аллювиальной луговой супесчаной почвой со следующими показателями: $C_{\text{орг}}$ — 3,0-3,2%; pH_{KCl} — 5,2-5,6 ед;

P_2O_5 — 106-244 и K_2O — 89-120 мг/кг. Исследования проводили в период с 2014 по 2021 гг.

Методы и методика исследований. Эксперимент включал следующие варианты применения минерального удобрения: 1. Контроль (без применения минерального удобрения); 2. $P_{60}K_{90}$; 3. $P_{60}K_{120}$; 4. $N_{90}P_{60}K_{90}$; 5. $N_{90}P_{60}K_{120}$; 6. $N_{90}P_{60}K_{150}$; 7. $N_{120}P_{60}K_{120}$; 8. $N_{120}P_{60}K_{150}$; 9. $N_{120}P_{60}K_{180}$. В период от возобновления роста до первого укоса естественного травостоя вносили полной нормой фосфорные удобрения и половину нормы азотных и калийных удобрений, в период после первого укоса вносили оставшуюся половину азотных и калийных удобрений (табл. 1), использовали аммиачную селитру, простой гранулированный суперфосфат и калий хлористый.

Площадь опытной делянки — 60 м², повторность опыта — трехкратная.

Отбор растительных образцов проводили: первый укос — середина июня, второй — конец



августа. Растительный покров территории эксперимента был представлен травами семейства мятликовые: *Festuca pratensis* Huds., *Alopecurus pratensis* L., *Phleum pratense* L., разнотравья составляет не более 10% от общего количества.

В зеленой массе растительных образцов определяли накопление ¹³⁷Cs на УКЗ «Гамма Плюс» (Россия), погрешность измерений не более 20%, в центре коллективного пользования научным оборудованием Брянского ГАУ.

Кратность снижения ¹³⁷Cs (Кс) определяли как отношение накопления ¹³⁷Cs естественным травостоем на контрольном варианте к накоплению ¹³⁷Cs естественным травостоем с применением удобрения.

Вынос ¹³⁷Cs с урожаем определяли как произведение продуктивности зеленой массы естественного травостоя и содержания ¹³⁷Cs (Бк/кг) в естественном травостое.

Коэффициент накопления (Кн) определяли как отношение накопления ¹³⁷Cs естественным травостоем к содержанию ¹³⁷Cs в почве в месте отбора растительных образцов.

Показатель агроэкологической пригодности (ПАП) конкретной загрязненной территории определяли как отношение содержания ¹³⁷Cs (Бк/кг) в естественном травостое к допустимому уровню содержания по соответствующему нормативу [6].

Удельную активность ¹³⁷Cs молока и мяса рассчитывали как произведение величин суточного поступления корма, содержания ¹³⁷Cs в зеленой массе и равновесного коэффициента перехода радионуклида в продукцию животноводства.

Величину дозы внутреннего облучения человека, получаемой за счет молока и мяса, рассчитывали согласно методическим указаниям [7]. Потребление молока и молочных изделий в пересчете на количество молока в год принимали равными 200,8 л/год, мяса — 31,4 кг/год согласно закону «О потребительской корзине в Брянской области».

Полученные результаты статистически обрабатывались методами описательной статистики, корреляционного (n=24) и дисперсионного анализов с использованием компьютерного программного обеспечения Excel 7.0 и Statistic 7.0.

Агроклиматические условия в годы исследования отличались от среднедолгосрочных наблюдений за 93 года, по данным метеорологического поста Новозыбковской СХОС. Вегетационный период исследований с 2014 по 2021 гг. характеризовался средней температурой воздуха на уровне 17,3°C (в период первого и второго укосов соответственно 15,5 и 19,1°C), что выше на 2,2°C среднедолгосрочных наблюдений. Сумма осадков за вегетацию составила 333,5 мм (в период первого и второго укосов соответственно 143,1 и 147,9 мм), что на 34,7 мм ниже среднедолгосрочных наблюдений.

Результаты и обсуждение. Условия проведения эксперимента (климатические, почвенные, радиологические) а также биологические особенности произрастающей растительности способствуют накоплению ¹³⁷Cs вегетативной массой в период первого укоса — 1677 Бк/кг, в период второго укоса — 1647 Бк/кг (табл. 1).

В период исследований норматив по допустимому накоплению ¹³⁷Cs зеленой массой трав менялся. Так, до 2017 г. действовали «Ветеринарные правила и нормы», по которым допустимый уровень (ДУ) был 100 Бк/кг, после 2017 г., по Инструкции о радиологическом контроле качества кормов, допускается накопление ¹³⁷Cs в зеленой

массе трав — 370 Бк/кг. В настоящее время утверждён Технический регламент таможенного союза «О безопасности кормов и кормовых добавок», по которому допустимый уровень (ДУ) содержания ¹³⁷Cs в зеленой массе трав — 100 Бк/кг. Установили, что без использования специальных мероприятий заливной луг с уровнем загрязнения ¹³⁷Cs свыше 555 кБк/м² нельзя использовать в качестве пастбища в условиях запада Брянской области, ДУ содержания ¹³⁷Cs в продукции кормопроизводства превышает норматив более 16 раз, как в период первого, так и второго укосов.

Несмотря на то, что в 2016 г. произошел первый период полураспада ¹³⁷Cs, значительного снижения накопления ¹³⁷Cs растительностью заливного луга не выявили, что показывает расчет коэффициента вариации (V, %), который установил незначительную изменчивость величины накопления ¹³⁷Cs в сравнении со средней величиной. По-видимому, уровень начального загрязнения территории радионуклидом был высоким, поэтому остаточное количество ¹³⁷Cs в почве все еще достаточно велико.

Обнаружили, что максимальное накопление ¹³⁷Cs вегетативной массой растительности заливного луга происходило в годы с коротким поемным процессом и минимальным выпадением осадков, а минимальное накопление ¹³⁷Cs — в годы с продолжительным поемным процессом и выпадением осадков в пределах нормы или выше нее.

Применение фосфорно-калийного удобрения под первый укос и калийного удобрения под второй укос существенно снижает накопление ¹³⁷Cs растительностью заливного луга соответственно до 160 и 116 Бк/кг, зеленые корма не соответствуют нормативу по содержанию ¹³⁷Cs (табл. 1).

Применение полного минерального и азотно-калийного удобрения, с соотношением азота к калию как 1 к 1, достоверно увеличивает накопление ¹³⁷Cs растительностью заливного луга до 330 и 285 Бк/кг соответственно в период первого и второго укосов, в сравнении фосфорно-калийным и калийным удобрением, полученный зеленый корм не соответствует нормативу по содержанию ¹³⁷Cs. В работе исследовали применение азотного удобрения только совместно с калийным удобрением. В кормопроизводстве запада Брянской области, особенно в личных подсобных или мелких фермерских хозяйствах, в зоне радиоактивного загрязнения для повышения продуктивности пастбищ и экономии средств используют только азотные удобрения, что ведет к получению кормов с накоплением радионуклидов выше допустимого уровня [8].

Применения калийного удобрения ведет к снижению накопления цезия [9], однако в конкретных природно-климатических условиях и при различных уровнях загрязнения необходимы уточненные дозы применения калия в сочетании с азотом для получения гарантированного урожая нормативно «чистой» продукции кормопроизводства и повышения продуктивности кормовых угодий.

Установили, что с повышением отношения калия к азоту в минеральном удобрении достоверно снижается накопление ¹³⁷Cs зеленой массой естественного травостоя, как в период первого, так и второго укосов.

Для определения тесноты связи между элементом питания и накоплением ¹³⁷Cs зеленой

Таблица 1. Накопление ¹³⁷Cs зеленой массой заливного луга, Бк/кг
Table 1. Accumulation of ¹³⁷Cs with green mass of filling meadow, Bq/kg

| Вариант | Среднее | V, % | Минимум | Максимум | Интервал |
|---|---------|------|---------|----------|----------|
| <i>Период первого укоса</i> | | | | | |
| Контроль | 1677 | 5,1 | 1541 | 1796 | 255 |
| P ₆₀ K ₄₅ | 214 | 3,1 | 205 | 222 | 17 |
| N ₄₅ P ₆₀ K ₄₅ | 330 | 3,0 | 315 | 348 | 33 |
| N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀ | 278 | 5,3 | 256 | 297 | 41 |
| N ₄₅ P ₆₀ K ₇₅ | 197 | 3,4 | 189 | 206 | 17 |
| P ₆₀ K ₆₀ | 160 | 2,4 | 156 | 168 | 12 |
| N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ | 194 | 1,6 | 189 | 198 | 9 |
| N ₆₀ P ₆₀ K ₇₅ | 115 | 9,6 | 97 | 129 | 32 |
| N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ | 99 | 9,0 | 86 | 114 | 28 |
| НСП ₀₅ | 27,3 | – | – | – | – |
| <i>Период второго укоса</i> | | | | | |
| Контроль | 1647 | 3,5 | 1581 | 1726 | 145 |
| K ₄₅ | 189 | 3,8 | 182 | 199 | 17 |
| N ₄₅ K ₄₅ | 285 | 2,4 | 274 | 293 | 19 |
| N ₄₅ K ₆₀ | 271 | 2,6 | 262 | 283 | 21 |
| N ₄₅ K ₇₅ | 184 | 3,5 | 176 | 192 | 16 |
| K ₆₀ | 116 | 4,0 | 110 | 123 | 13 |
| N ₆₀ K ₆₀ | 185 | 3,4 | 175 | 191 | 16 |
| N ₆₀ K ₇₅ | 97 | 8,1 | 87 | 109 | 22 |
| N ₆₀ K ₉₀ | 88 | 5,3 | 81 | 94 | 13 |
| НСП ₀₅ | 17,9 | – | – | – | – |

массой травостоя провели корреляционный анализ (рис.).

Установили прямую зависимость между азотным удобрением и накоплением ¹³⁷Cs растительностью заливного луга, когда с возрастанием доз азотного удобрения повышается накопление ¹³⁷Cs вегетативной массой травостоя, определили, что зависимость — средняя, коэффициент корреляции (r) был равен 0,53-0,65.

Выявили обратную зависимость между калийным удобрением и накоплением ¹³⁷Cs растительностью заливного луга, когда с возрастанием доз калийного удобрения уменьшается накопление ¹³⁷Cs вегетативной массой травостоя, определили, что зависимость — сильная, коэффициент корреляции (r) был равен 0,89-0,97.

При ведении кормопроизводства в условиях радиоактивного загрязнения необходимо понимать, что повышение продуктивности заливного луга посредством применения азотного удобрения ведет к повышению накопления ¹³⁷Cs в продукции кормопроизводства, калийное удобрения нивелирует данный отрицательный эффект.

В Брянской области отрасль животноводства постоянно развивается, увеличивается поголовье скота, его продуктивность. Однако в какой-то момент развитие животноводства «упрется» в нехватку площадей кормовых угодий, как основной кормовой базы животноводства, главным резервом для ведения кормопроизводства в Брянской области являются естественные кормовые угодья, загрязненные ¹³⁷Cs [10]. Площадь кормовых угодий в Брянской области с уровнем радиоактивного загрязнения выше 37 кБк/м² составляет 118733 га или 29% от всей площади кормовых угодий, а с загрязнением выше 555 кБк/м² — 17134 га, которые находятся на территории юго-западных районов области [11].



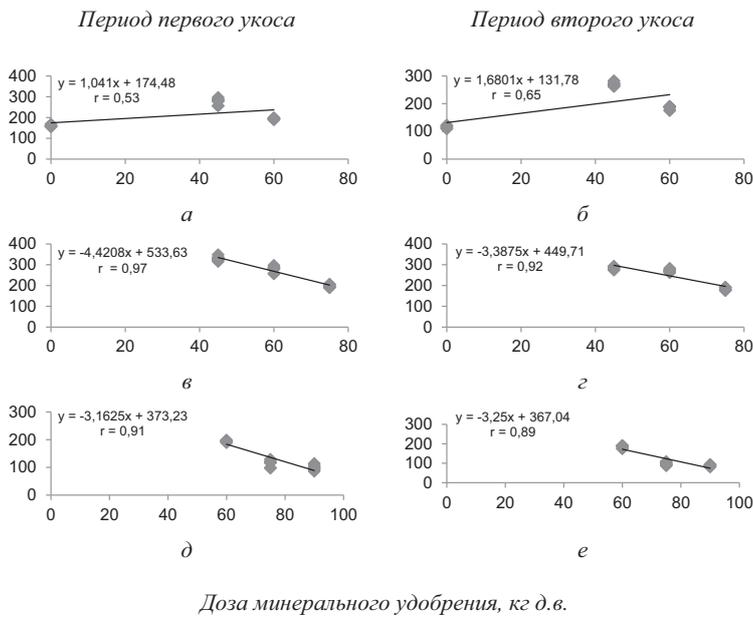


Рисунок. Зависимость между накоплением ¹³⁷Cs зеленой массой заливного луга и дозами минерального удобрения
 Figure. Relationship between accumulation ¹³⁷Cs green mass of filling meadow and doses of mineral fertilizer

Адаптация радиоактивно загрязненных пастбищ с целью получения зеленых кормов с допустимым уровнем содержания ¹³⁷Cs невозможна без применения высоких доз калийного удобрения. Показатель агроэкологической пригодности (ПАП) зависит как от содержания ¹³⁷Cs в зеленом корме, так и от норматива содержания ¹³⁷Cs в корме, поэтому адаптацию радиоактивно загрязненных пастбищ можно регулировать как посредством применения минерального удобрения, так и смягчения нормативов содержания ¹³⁷Cs в корме.

В условиях проведения эксперимента наибольший показатель ПАП — 16,77 и 16,47 соответственно в период первого и второго укосов выявили на контрольном варианте, установили, что с ростом доз калийного удобрения ПАП снижался. При действующем нормативе (100 Бк/кг) содержания ¹³⁷Cs в зеленых кормах использовать радиоактивно загрязненные заливные луга в условиях эксперимента в качестве пастбищ возможно только при применении в период первого укоса минерального удобрения в дозе N₆₀P₆₀K₉₀, а в период второго укоса — N₆₀K₇₅ (табл. 2).

Установили, что кратность снижения ¹³⁷Cs в зеленом корме зависела от доз калийного удобрения, так с ростом доз калийного удобрения росла и кратность снижения, наибольшую кратность снижения — 16,9 и 18,8 соответственно в период первого и второго укосов обнаружили при применении калийного удобрения в дозе 90 кг д.в.

Вынос ¹³⁷Cs с урожаем зависел как от содержания ¹³⁷Cs в зеленом корме, так и от продуктивности заливного луга, отсюда наибольший вынос ¹³⁷Cs — 6539 кБк/га выявили в период первого укоса на контрольном варианте.

Коэффициент накопления зависел как от содержания ¹³⁷Cs в зеленом корме, так и от содержания ¹³⁷Cs в почве, установили, что без применения калийного удобрения коэффициент накопления был около 1 ед., применение калийного удобрения в десятки раз снижало данный

Таблица 3. Модель миграции ¹³⁷Cs по пищевой цепи в системе «растение-животное-человек»
 Table 3. Migration model ¹³⁷Cs by food chain in “plant-animal-human” system

| Вариант | Уа | Уа | Уа | Уа | Уа | Уа | Доза внутреннего облучения за счет молока и мяса, мкЗв/год | |
|---|--------|------|--------|------|--------|------|--|-------|
| | молока | мяса | молока | мяса | молока | мяса | ЗМ-50 | ЗМ-25 |
| <i>Период первого укоса</i> | | | | | | | | |
| Контроль | 838 | 3353 | 419 | 1677 | 168 | 671 | 3557 | 1779 |
| P ₆₀ K ₄₅ | 107 | 427 | 53 | 214 | 21 | 85 | 453 | 227 |
| N ₄₅ P ₆₀ K ₄₅ | 165 | 660 | 82 | 330 | 33 | 132 | 700 | 350 |
| N ₄₅ P ₆₀ K ₆₀ | 139 | 557 | 70 | 278 | 28 | 111 | 590 | 295 |
| N ₄₅ P ₆₀ K ₇₅ | 99 | 394 | 49 | 197 | 20 | 79 | 418 | 209 |
| P ₆₀ K ₆₀ | 80 | 321 | 40 | 160 | 16 | 64 | 340 | 170 |
| N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ | 97 | 389 | 49 | 194 | 19 | 78 | 412 | 206 |
| N ₆₀ P ₆₀ K ₇₅ | 57 | 229 | 29 | 115 | 11 | 46 | 243 | 121 |
| N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀ | 50 | 199 | 25 | 99 | 10 | 40 | 211 | 105 |
| <i>Период второго укоса</i> | | | | | | | | |
| Контроль | 824 | 3295 | 412 | 1647 | 165 | 659 | 3495 | 1747 |
| K ₄₅ | 95 | 378 | 47 | 189 | 19 | 76 | 401 | 201 |
| N ₄₅ K ₄₅ | 143 | 571 | 71 | 285 | 29 | 114 | 605 | 303 |
| N ₄₅ K ₆₀ | 135 | 541 | 68 | 271 | 27 | 108 | 574 | 287 |
| N ₄₅ K ₇₅ | 92 | 367 | 46 | 184 | 18 | 73 | 390 | 195 |
| K ₆₀ | 58 | 232 | 29 | 116 | 12 | 46 | 246 | 123 |
| N ₆₀ K ₆₀ | 93 | 371 | 46 | 185 | 19 | 74 | 393 | 197 |
| N ₆₀ K ₇₅ | 48 | 194 | 24 | 97 | 10 | 39 | 206 | 103 |
| N ₆₀ K ₉₀ | 44 | 176 | 22 | 88 | 9 | 35 | 186 | 93 |

Примечание: Уа — удельная активность ¹³⁷Cs продукта питания, Бк/л(кг); ЗМ — зеленая масса заливного луга, пошедшая на корм скоту, кг.

показатель, что подтверждает роль калийного удобрения как барьера перехода ¹³⁷Cs из почвы в растительность (табл. 2)

Для определения роли минерального удобрения в возможности использования радиоактивно загрязненных заливных лугов в производстве зеленых кормов построили модель прогноза миграции ¹³⁷Cs по трофической цепи (растение-животное-человек) (табл. 3).

Установили, что снижать поступление ¹³⁷Cs в продукцию животноводства возможно как за счет ограничения перехода ¹³⁷Cs из почвы в корм, так и за счет контроля поедания радиоактивно загрязненного корма.

Использование заливных лугов с плотностью загрязнения ¹³⁷Cs свыше 555 кБк/м² в условиях запада Брянской области в качестве пастбища недопустимо без применения высоких доз



калийного удобрения. Содержание ¹³⁷Cs в молочных молоке и мясе КРС превышает уровни, регламентированные Техническим регламентом таможенного союза «О безопасности пищевой продукции», соответственно 100 и 200 Бк/л(кг).

Согласно нормам радиационной безопасности (НРБ-99/2009), суммарная доза внешнего и внутреннего (за счет поступления радионуклидов в организм) облучения населения не должна превышать 1000 мкЗв/год. В ситуациях, когда уровни облучения превышают допустимые, очень важно дать оценку структуры дозовой нагрузки, то есть оценить вклад в общую нагрузку отдельных составляющих. В работе оценивали вклад молока и мяса при пастбищном выращивании скота.

Определили, что использование минерального удобрения в дозах, предусмотренных схемой эксперимента, позволяет снизить дозу внутреннего облучения человека.

Полученные результаты настоящего исследования необходимо применять в сельском хозяйстве в условиях производства кормов на радиоактивно загрязненных заливных лугах, а также в учебном процессе для формирования у студентов понимания возможности кормопроизводства даже в условиях высокого уровня радиоактивного загрязнения.

Выводы. Территорию заливных лугов запада Брянской области, с плотностью загрязнения более 555 кБк/м², даже по прошествии 35 лет с момента Чернобыльской аварии без применения защитных мероприятий нельзя использовать в кормопроизводстве.

Азотные удобрения повышают продуктивность заливных лугов, но являются фактором повышения накопления ¹³⁷Cs зеленой массой естественного травостоя.

Калийные удобрения достоверно снижают накопление ¹³⁷Cs вегетативной массой естественного травостоя и нивелируют негативное действие азотного удобрения.

Возврат радиоактивно загрязненных кормовых угодий в сельскохозяйственный оборот возможен только при применении повышенных доз калийных удобрений, которые служат барьером в миграции ¹³⁷Cs в системе «почва-растение-животное-человек».

Список источников

1. Косолапов В.М. Современное кормопроизводство — основа успешного развития АПК и продовольственной безопасности России // Земледелие. 2009. № 6. С. 3-5.

Информация об авторах:

- Силаев Андрей Леонидович**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой агрохимии, почвоведения и экологии, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7837-4254>, kafeap@bgsha.com
Белоус Николай Максимович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры агрохимии, почвоведения и экологии, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5793-6454>, belous_nm@mail.ru
Смольский Евгений Владимирович, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, профессор кафедры агрохимии, почвоведения и экологии, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7534-5893>, sev_84@mail.ru
Малышко Галина Петровна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, проректор по научной работе и инновациям, профессор кафедры агрохимии, почвоведения и экологии, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2844-3324>, malyavkogp@bgsha.com

Information about the authors:

- Andrey L. Silaev**, candidate of agricultural sciences, associate professor, head of the department of agrochemistry, soil science and ecology, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7837-4254>, kafeap@bgsha.com
Nikolay M. Belous, doctor of agricultural sciences, professor, professor of the department of agrochemistry, soil science and ecology, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5793-6454>, belous_nm@mail.ru
Evgeny V. Smolsky, doctor of agricultural sciences, associate professor, professor of the department of agrochemistry, soil science and ecology, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7534-5893>, sev_84@mail.ru
Galina P. Malyavko, doctor of agricultural sciences, professor, vice-rector for research and innovation, professor of the department of agrochemistry, soil science and ecology, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2844-3324>, malyavkogp@bgsha.com

2. Фесенко С.В., Санжарова Н.И., Исамов Н.Н., Шубина О.А. Авария на Чернобыльской АЭС: защитные и реабилитационные мероприятия в сельском хозяйстве // Радиационная биология. Радиоэкология. 2021. Т. 61. № 3. С. 261-276.
 3. Белоус Н.М. Развитие радиоактивно загрязненных территорий Брянской области в отдаленный период после аварии на Чернобыльской АЭС // Вестник Брянской ГСХА. 2018. № 1. С. 3-11.
 4. Аверин В.С., Подоляк А.Г. Роль защитных мероприятий для снижения доз облучения населения и получения нормативно чистой сельскохозяйственной продукции // Белорусское сельское хозяйство. 2010. № 4. С. 18-22.
 5. Алексахин Р.М., Лунев М.И. Техногенное загрязнение сельскохозяйственных угодий (исследования, контроль и реабилитация территорий) // Плодородие. 2011. № 3. С. 32-35.
 6. Prosyannikov, E.V., Silaev, A.L., Koshelev, I.A. (2000). Specific ecological features of ¹³⁷Cs behavior in river floodplains. *Russian Journal of Ecology*, vol. 31, no. 2, pp. 132-135.
 7. Фокин А.Д., Лурье А.А., Трошин С.П. Сельскохозяйственная радиология. СПб.: Лань, 2011. 416 с.
 8. Панов А.В., Исамов Н.Н., Санжарова Н.И., Рыбалко Ю.А. Радиологический контроль продукции животноводства и кормопроизводства юго-западных районов Брянской области, подвергшихся воздействию аварии на ЧАЭС // Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. 2015. № 4. С. 91-99.
 9. Пакшина С.М., Шаповалов В.Ф., Чесалин С.Ф., Смольский Е.В., Корнев В.Б. Биовынос ¹³⁷Cs из почвы многолетними мятликовыми травами в связи с минеральным питанием и доступностью почвенной влаги // Сельскохозяйственная биология. 2019. Т. 54. № 4. С. 832-841.
 10. Гамко Л.Н., Подольников В.Е., Малышко И.В., Нуриев Г.Г., Мысык А.Т. Качественные корма — путь к получению высокой продуктивности животных и птицы и экологически чистой продукции // Зоотехния. 2016. № 5. С. 6-7.
 11. Панов А.В. Возвращение радиоактивно загрязненных территорий к нормальной жизнедеятельности: современные проблемы и пути решения (к 35-летию аварии на Чернобыльской АЭС) // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2021. № 1. С. 5-13.

References

1. Kosolapov, V.M. (2009). Sovremennoe kormoproizvodstvo — osnova uspehnogo razvitiya APK i prodovol'stvennoy bezopasnosti Rossii [Modern feed production is the basis for the successful development of the agro-industrial complex and food security of Russia]. *Zemledelie*, no. 6, pp. 3-5.
 2. Fesenko, S.V., Sanzharova, N.I., Isamov, N.N., Shubina, O.A. (2021). Avariya na Chernobyl'skoi AEHS: zashchitnye i rehabilitatsionnye meropriyatiya v sel'skom khozyaistve [Chernobyl accident: protective and rehabilitation measures in agriculture]. *Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya* [Radiation biology. Radioecology], vol. 61, no. 3, pp. 261-276.

3. Belous, N.M. (2018). Razvitiye radioaktivno zagryaznennykh territorii Bryanskoi oblasti v otdalennyy period posle avarii na Chernobyl'skoi AEHS [The development of radioactive contaminated territories of the Bryansk region in the distant period after the accident at the Chernobyl nuclear power plant]. *Vestnik Bryanskoi GSKHA* [Bulletin of the Bryansk State Agricultural Academy], no. 1, pp. 3-11.
 4. Averin, V.S., Podolyak, A.G. (2010). Rol' zashchitnykh meropriyatii dlya snizheniya doz oblucheniya naseleniya i polucheniya normativno chistoi sel'skokhozyaystvennoi produktsii [The role of protective measures to reduce doses of exposure to the population and obtain normative clean agricultural products]. *Belorusskoe sel'skoe khozyaistvo* [Belarusian agriculture], no. 4, pp. 18-22.
 5. Aleksakhin, R.M., Lunev, M.I. (2011). Tekhnogennoe zagryaznenie sel'skokhozyaystvennykh ugodiy (issledovaniya, kontrol' i rehabilitatsiya territorii) [Technogenic pollution of agricultural land (research, control and rehabilitation of territories)]. *Ploodorodie* [Fertility], no. 3, pp. 32-35.
 6. Prosyannikov, E.V., Silaev, A.L., Koshelev, I.A. (2000). Specific ecological features of ¹³⁷Cs behavior in river floodplains. *Russian Journal of Ecology*, vol. 31, no. 2, pp. 132-135.
 7. Fokin, A.D., Lur'e, A.A., Troshin, S.P. (2011). *Sel'skokhozyaystvennaya radiologiya* [Agricultural radiology]. Saint-Petersburg, Lan' Publ., 416 p.
 8. Panov, A.V., Isamov, N.N., Sanzharova, N.I., Rybalko, Yu.A. (2015). Radiologicheskii kontrol' produktsii zhivotnovodstva i kormoproizvodstva yugo-zapadnykh raionov Bryanskoi oblasti, podvergnushisya vozdeystviyu avarii na CHAEHS [Radiological control of animal products and fodder production in south-west districts of Bryansk region, affected by the Chernobyl accident]. *Problemy veterinarnoi sanitarii, gigieny i ehkologii* [Problems on veterinary sanitation, hygiene and ecology], no. 4, pp. 91-99.
 9. Pakshina, S.M., Shapovalov, V.F., Chesalin, S.F., Smol'skii, E.V., Korenev, V.B. (2019). Biovynos ¹³⁷Cs iz pochvy mnogoletnimi myatlikovymi travami v svyazi s mineral'nyum pitaniem i dostupnost'yu pochvennoi vlagi [Biografting ¹³⁷Cs perennial bluegrass from the soil due to mineral nutrition and availability of soil moisture]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya* [Agricultural biology], vol. 54, no. 4, pp. 832-841.
 10. Gamko, L.N., Podol'nikov, V.E., Malyavko, I.V., Nuriyev, G.G., Mysik, A.T. (2016). Kachestvennyye korma — put' k polucheniyu vysokoi produktivnosti zhivotnykh i ptitsy i ehkologicheski chistoi produktsii [High-quality feed — a way to obtain high productivity of animals and poultry and environmentally friendly products]. *Zootekhnika*, no. 5, pp. 6-7.
 11. Panov, A.V. (2021). Vozvrashchenie radioaktivno zagryaznennykh territorii k normal'noi zhiznedeyatel'nosti: sovremennye problemy i puti resheniya (k 35-letiyu avarii na Chernobyl'skoi AEHS) [Return of radioactive contaminated areas to normal life: modern problems and solutions (to the 35th anniversary of the Chernobyl accident)]. *Mediko-biologicheskie i sotsial'no-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychaynykh situatsiyakh* [Mediko-biological and socio-psychological problems of safety in emergency situations], no. 1, pp. 5-13.





Научная статья

УДК 631.872

doi: 10.55186/25876740_2024_67_3_268

РАЗРАБОТКА БИОПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЗАЩИТЫ КАРТОФЕЛЯ ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ

И.В. Бойкова, И.И. Новикова, А.К. Лысов, Н.И. Наумова

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений, Санкт-Петербург, Пушкин, Россия

Аннотация. В статье приведены результаты исследований биологической эффективности 2-х биологических препаратов в Ленинградской области. Это биопрепарат Ириард, Ж на основе *Streptomyces loidenis* штамм P-56 — против проволочника и препарат на основе штамма — *Streptomyces sp.* 0952 (далее 0952). Штаммы для новых биопрепаратов были отобраны сотрудниками в результате многоступенчатого скрининга по признаку энтомоцидной и антифидантной активности. Были выделены моноклоновые изоляты, на основе которых получали лабораторные образцы культуральной жидкости. Сотрудниками ФГБНУ ВИЗР проведены лабораторные и мелкоделяночные полевые опыты в 2022-2023 годах по оценке эффективности лабораторных образцов новых биопрепаратов на основе актиномицетов рода *Streptomyces*. Опыты проводились с целью расширения недостаточного ассортимента новых биопрепаратов для защиты картофеля от наиболее опасных для этой культуры вредителей: проволочника и колорадского жука. Препарат Ириард, Ж применяли для обработки клубней сорта картофеля «Невский» перед посадкой. По результатам полевой оценки установлено, что биопрепарат Ириард, Ж снижает численность проволочника, так как количество неповреждённых клубней было в два раза больше, чем в контроле. Другой препарат на основе штамма 0952, показал так же высокую биологическую эффективность против личинок младших возрастов колорадского жука. В результате обработки этим биопрепаратом вариантов опыта через 5 суток погибло 80% — 92% личинок 1-2 возраста. Установлена зависимость энтомоцидной и антифидантной активности от концентрации препарата. Опытным путем доказаны перспективы использования исследованных препаратов в защите картофеля от этих вредителей.

Ключевые слова: картофель, биопрепарат, стрептомицеты, штамм, микроорганизм, скрининг, проволочник, колорадский жук, интегрированная защита, биологическая эффективность

Original article

DEVELOPMENT OF BIOLOGICAL PRODUCTS FOR INTEGRATED PROTECTION OF POTATOES FROM PESTS

I.V. Boikova, I.I. Novikova, A.K. Lysov, N.I. Naumova

All-Russian Research Institute of Plant Protection, St. Petersburg-Pushkin, Russia

Abstract. The article presents the results of a study of the biological effectiveness of 2 biological drugs in the Leningrad region. This is a biological product Iriard, L. based on *Streptomyces loidenis* strain P-56 — against wireworms and a drug based on the strain — *Streptomyces sp.* 0952 (hereinafter referred to as 0952). Strains for new biological products were discovered by colleagues as a result of multi-stage screening based on entomocidal and antifeedant activity. Monoclonal isolates were isolated, based on of which samples of the cultural liquid were formed. In 2022-2023, employees of the FGBI VIZR conducted laboratory and finely differentiated field experiments on the effectiveness of laboratory new samples of biological products based on actinomycetes of the *Streptomyces* type. The experiments are aimed at expanding the insufficient range of new biological products for protection against the most dangerous pests for this crop: wireworms and the Colorado potato beetle. Application of the drug of Iriard, L. was presented for processing the tubers of the «Nevsky» tubers before planting. Based on the field assessment, it was established that the biological product Iriard, L. reduces the number of wireworms increased, since the number of intact tubers was twice as large as in the control. Another drug based on strain 0952 demonstrated the same biological effectiveness against younger Colorado potato beetle larvae. As a result of treatment of these variants with a biological preparation, 80% — 92% of larvae of 1-2 instars died after 5 days. The dependence of entomocidal and antifidant activity on the concentration of the drug has been established. The use of research drugs to protect against these harmful factors has been experimentally proven.

Keywords: potato, biologic, *Streptomyces* strain, microorganism, screening, wireworm, Colorado potato beetle, integrated protection, biological efficacy

Введение. Существенный вред картофелеводству наносят такие опасные вредители как проволочник *Agriotes* spp. и колорадский жук *Leptinotarsa decemlineata* Say, для борьбы с которыми в зонально-сортовых системах защиты в настоящее время недостаточен ассортимент эффективных биологических препаратов.

Вредоносность проволочника на посадках картофеля ощутима уже при численности 3-6 личинок/м². При численности вредителей, превышающей этот экономический порог вредоносности (ЭПВ), потери урожая на пропашных культурах могут составлять 30 — 60%. При высокой численности вредителя повреждается до 60% клубней, что отрицательно сказывается на их качестве, а также облегчается проникновение

патогенной бактериальной и грибной микрофлоры внутрь клубней, способствуя формированию очагов смешанных (сухой и мягкой) гнилей в период хранения картофеля. За рубежом ведутся работы по созданию биопрепаратов против проволочника. Так, Samuel Pallis с соавторами для получения биопрепарата использовали энтомопатогенный гриб *Metarhizium brunneum* (Hypocreales: Clavicipitaceae) [1]. Показано, что энтомопатогенные грибы (EPF) весьма перспективны для борьбы с проволочником, но результаты полевых экспериментов зачастую очень нестабильны. Было отмечено, что физиологическое состояние целевого насекомого имеет решающее значение для его способности противостоять грибной инфекции.

Большие потери урожая картофеля связаны с вредоносностью колорадского жука — *L. decemlineata* Say. (Coleoptera, Chrysomelidae), личинки и имаго которого могут за короткий срок полностью уничтожить растения, причём, наибольший вред наносят личинки 3-4 возраста [2].

В настоящее время в нашей стране и за рубежом для борьбы с вредными насекомыми, в том числе с колорадским жуком, широко используется химический метод борьбы, благодаря высокой производительности и быстрому получению защитного эффекта. Однако широкое и систематическое применение инсектицидов приводит к нарушению естественной регуляции всех видов насекомых, в том числе и к формированию генетически устойчивых популяций вредителя



к этим инсектицидам [3]. В настоящее время резистентность вредных организмов к пестицидам носит глобальный характер [4]. Значительная часть используемых пестицидов при массированном их применении представляет угрозу для теплокровных животных и человека.

Для снижения негативных последствий масштабного применения химических средств защиты растений необходимо использовать интегрированную систему защиты картофеля, которая базируется на обязательном проведении комплекса профилактических и защитных мероприятий, включающих использование оптимального сорта с учетом агроклиматических и фитосанитарных рисков возделывания, высокий уровень агротехники, повышение плодородия почвы, использование для защиты, прежде всего биологических и малоопасных химических средств подавления вредных организмов.

Применение биопрепаратов по сравнению с химическими средствами защиты имеет ряд существенных преимуществ. Это, прежде всего, экологическая безопасность для окружающей среды, теплокровных животных и человека, а также возможность их применения на протяжении всего вегетационного периода развития растений, в том числе и во время цветения и плодоношения. В связи с тем, что биопрепараты содержат комплекс биологически активных соединений, формирование резистентности к ним у вредных организмов наблюдается в очень редких случаях. Хорошие результаты показывает совместное применение химических и биологических препаратов в системе защиты, что позволяет до 50% снизить норму расхода химических препаратов. Следует отметить, что химические фирмы США и Западной Европы для увеличения производства биопрепаратов активно покупают компании, специализирующиеся на производстве биологических средств защиты растений. Недавно Госсоветом КНР принята программа, направленная на развитие биологической отрасли промышленности Китая [5]. Таким образом, исследования по созданию новых биопрепаратов для защиты растений являются актуальной задачей.

В результате многолетнего скрининга в ВИЗР сформирована коллекция, включающая более 200 активных штаммов разной таксономической принадлежности, перспективных для создания биопрепаратов для защиты растений от вредителей и болезней [6]. Особый интерес вызывает группа стрептомицетов. Широкое распространение в природе, богатое функциональное разнообразие, высокая биосинтетическая активность и простота культивирования делают их ценными продуцентами новых высокоэффективных биологических средств защиты растений. Стрептомицеты продуцируют огромное разнообразие биологически активных метаболитов: антибиотиков, ингибиторов ферментов, инсектицидов, гербицидов и др., перспективных для разработки на их основе новых биопрепаратов для защиты растений и стимуляции их роста и развития. Так в результате исследования *S. sp. P-56* ВИЗР показано, что штамм продуцирует нонактин, обладающий инсектицидными, акарцицидными, антимикробными и фиторегуляторными свойствами, что делает его перспективным для использования в качестве полифункционального препарата в сельском хозяйстве [7].

В результате поиска штаммов с антифидантной активностью против колорадского жука актиномицеты рода *Streptomyces* были выделены из свежих образцов почв, собранных в различ-

ных географических регионах: Вьетнаме, Индии, Египте, Китае, Сибири, Крыму, Молдавии, Казахстане, Волгоградской области, Коми, Ростовской области, а также изолированы из почвенных образцов, собранных в Болгарии и на Украине в районе г. Луганска и хранившихся в лаборатории при 12–25 °С в течение 25 лет. Штамм *S. sp. 0952*, проявивший высокую антифидантную и энтомоцидную активность исследовали в данной работе.

Цель настоящей работы — оценка эффективности перспективных штаммов рода *Streptomyces* для разработки на их основе инсектицидных биопрепаратов против проволочника и колорадского жука.

Материалы и методы, условия эксперимента. Исследования по определению эффективности биопрепаратов проводились в 2022–2023 годах в лаборатории ФГБНУ ВИЗР, в полевых условиях Ленинградской области и в Предгорном районе Ставропольского края.

В работе использовали отобранный штамм *S. sp. P-56* ВИЗР — продуцент препарата Ириард и штамм *S. sp. 0952* ВИЗР, выделенный из почвы и отобранный в результате многоэтапного скрининга по признаку энтомоцидной и антифидантной активности. Для получения изолированных культур использовали методы последовательных разведений, центрифугирования взвеси и посева поверхностной пленки. Чистые культуры сохраняли при 4 — 6 °С на агаризованных питательных средах — 19/6 и Чапека с крахмалом. Штаммы хранятся в «Государственной коллекции микроорганизмов, патогенных для растений и их вредителей» ВИЗР. Тест-объектами служили проволочники *Agriotes spp.* и личинки и имаго колорадского жука *L. decemlineata* Say, собранные в естественных условиях.

Культивирование микроорганизмов и получение лабораторных образцов. Нарработку лабораторных образцов препаратов Ириарда, Ж и 0952 осуществляли в лаборатории микробиологической защиты растений ФГБНУ ВИЗР. Штаммы-продуценты *S. sp. P-56* ВИЗР и *S. sp. 0952* ВИЗР выращивали в пробирках на скошенном агаре 19/6 при температуре 28±2 °С в течение 7–10 суток, а затем хранили при температуре 4 — 6 °С [8]. Культивирование штаммов в глубинных условиях проводили в колбах Эрленмейера объемом 750 мл со 150 мл среды, на роторной качалке (230 об/мин), в течение 72 часов, на питательной среде № 5, при температуре 28±2 °С, в течение 4–х суток. Состав среды № 5: соевая мука (1%), глюкоза (1%), NaCl (0,5%), мел (0,3%), pH до стерилизации — 7,2. Ежедневно оценивали рост и развитие культур с помощью световой микроскопии (Axio Imager, Karl Zeiss, Германия). Препараты культур окрашивали фуксином. Лабораторные образцы препаратов получали в виде культуральной жидкости, содержащей мицелий и споры, стабилизированной 0,2% сорбатом калия. Титр готового биопрепарата Ириард, Ж составлял $(7,2-6,8) \times 10^9$ КОЕ/мл, *S. sp. 0952* — $4,6 \times 10^9$ КОЕ/мл. Лабораторный образец 0952 испытывали в виде культуральной жидкости, высушенной культуральной жидкости, метанольного (в 2022 г.) и этанольного (в 2023 г.) экстракта мицелия. Культуральную жидкость сушили методом лиофилизации на лабораторной распылительной сушилке УС-015. Для получения лабораторного образца 0952 в виде экстракта мицелий отделяли от нативного раствора с помощью центрифуги Liston C2203 при комнатной температуре в течение 15 мин (5000 об/мин),

экстрагировали метиловым или этиловым спиртом (1 : 5) в течение 30 мин при постоянном перемешивании (1500 об/ мин), отделяли органический экстракт от мицелия и концентрировали его на лабораторной вакуумно-выпарной установке RE200-Pro DLAB при t=45–55 °С и давлении 0,03 — 0,005 МПа. Перед упариванием в колбу с экстрактом добавляли 10 весовых % дистиллированной воды от объема экстракта. После удаления органической фазы водный остаток лиофильно сушили. В результате получали гигроскопичный порошок желтого цвета. Статистическую обработку результатов экспериментов проводили с использованием стандартных методов.

Метод контроля проволочника. Для учета исходной численности проволочника отбирали 8 проб почвы, массой 3,0 кг каждая, с учетных площадок размером 0,25 м² (50 x 50 см) и глубиной 30 см, расположенных на участке поля в шахматном порядке. Всех обнаруженных личинок собирали в сосуд, на котором отмечали номер пробы. В лабораторных условиях определяли видовую принадлежность личинок щелкунов по определителю Долина В.Г. (1978) [9]. Биологическую эффективность Ириарда, Ж определяли при уборке урожая по пораженности клубней проволочником в контроле и вариантах после обработки исследуемым биопрепаратом.

Определение энтомоцидной и антифидантной активности 0952 проводили в лабораторных опытах с использованием в качестве тест-объектов имаго и личинок колорадского жука *L. decemlineata* 1–4 возраста [10]. Личинок 1–4 возраста мягкой кисточкой снимали с ботвы, на которой они подкармливались, и подсаживали на листья картофеля по 20 особей на одну повторность. Энтомоцидную активность изолятов в отношении личинок колорадского жука и имаго определяли, используя свежие листья картофеля, которые вместе с вредителем опрыскивали культуральной жидкостью в разном разведении или водной суспензией упаренного спиртового экстракта мицелия в соответствующей концентрации. Через 1–5 суток учитывали гибель или прекращение развития личинок (энтомоцидные свойства) и процент съеденной поверхности листьев — поедаемость, характеризующую антифидантные свойства штамма. В случае имаго учитывали гибель жуков и поедаемость листьев. Опыты ставили в трёх повторностях. Статистическую обработку результатов проводили с использованием компьютерной программы пробит-анализа с учетом гибели личинок насекомых в контроле.

В исследованиях 2023 г. для оценки биологической активности препарата использовали следующую методику. Трёхлистные веточки картофеля обрабатывали препаратом, помещали в пенициллиновые флакончики с водой. Личинки мягкой кисточкой снимали с ботвы, на которой они подкармливались и помещали на обработанные веточки картофеля. Систему накрывали сверху марлей. Испытания образца препарата проводили в трёх повторностях. Контролем служили личинки того же распада, помещённые на ветки картофеля без обработки их препаратом. Результаты учитывали описанным выше способом. Аналогично оценивали активность образцов препарата против имаго.

Мелкоделяночные опыты проводили летом 2022 г. на полях «Меньковского филиала АФИ» Ленинградской области согласно методикам Б.А. Доспехова [11] и «Методических указаний по регистрационным испытаниям



инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и родентицидов в сельском хозяйстве» [12]. Перед посадкой клубни картофеля сорта «Невский» обработали с помощью ручного опрыскивателя «SOLO-456» (объем резервуара 5 л) препаратом Ириард, Ж из расчета 6 л препарата на 1 тону клубней. Для обработки 140 клубней использовали 50 мл препарата, 40 контрольных клубней препаратом не обрабатывали.

Полевые опыты в 2023 году по оценке антифидантной и энтомоцидной активности препарата 0952 против колорадского жука проводили в Предгорном районе Ставропольского края на растениях картофеля сорта «Коломба» на площади 0,14 га. Обработку растений культуральной жидкостью, разбавленной в 10 раз водопроводной водой, проводили 14.07.2023 г. при температуре воздуха +26°C, после захода солнца, в сухую безветренную погоду, путём однократного опрыскивания заселённых колорадским жуком растений, с помощью ранцевого опрыскивателя Gigant 16 л GS-07, при норме расхода рабочей жидкости 200 л на 1 га. Эталон служил участок, обработанный Битоксибациллином при норме расхода 2,0 кг на 1 га и расходе рабочей жидкости 200 л на 1 га. Контрольный участок поля не обрабатывали биопрепаратами. Учёт снижения численности вела на 3-и и 5-е сутки после обработки.

Результаты и обсуждение.

Испытания лабораторных образцов препарата Ириард, Ж против проволочника. На опытном поле «Меньковского филиала АФИ» Ленинградской области перед посадкой картофеля 30 мая 2022 г. отобрали 8 проб почв с целью учёта и определения вида личинок щелкуна. Всего обнаружили 12 личинок первого года развития. Расчётная заселённость участка составила в среднем 6 личинок на 1 м², что превысило ЭПВ — 5 экз./м². Определили видовой состав жука-щелкуна: темный (*Agriotes obscurus* L.) — 83%, полосатый (*A. lineatus* L.) — 17% от общего количества личинок. Уборку картофеля проводили 20 августа. Клубневой анализ полученного урожая показал, что картофель во всех вариантах был повреждён проволочником. Тем не менее, отмечено, что Ириард, Ж проявил защитное действие против вредителя (табл. 1).

Анализ полученных результатов показал, что в двух вариантах опыта количество неповреждённых клубней (39,6% и 41,6%) было в два раза больше, чем в контроле (20,0%). В третьем варианте количество неповреждённых клубней было на уровне контроля (18,6% и 20,0%). В весовом соотношении (кг) во всех трех вариантах обработки урожай (12,6%, 23,6%, 30,0%) превышал контроль (6,8%) в 2 — 4 раза.

Испытания лабораторных образцов препарата 0952 против колорадского жука.

Результаты исследований биологической активности культуральной жидкости штамма *S. sp. 0952* приведены в табл. 2.

Полученные результаты эксперимента свидетельствуют о высокой энтомоцидной и антифидантной активности культуральной жидкости штамма *S. sp. 0952* против личинок колорадского жука 1-2 возраста.

Сразу после обработки препаратом личинки стали менее подвижны, неохотно питались, медленно бродили по листу, в то время как в контроле скорость поедания листьев была значительно выше, личинки мало передвигались.

Через 5 суток после обработки листьев неразведённой культуральной жидкостью, разведённой в 2 и в 4 раза, личинки съели соответ-

ственно 5%, 15%, 25% поверхности листьев, в то время как в контроле были полностью съедены все листья. При этом наблюдали высокий энтомоцидный эффект (ЭА), в результате обработки через 5 суток погибло 80% — 92% личинок 1-2 возраста.

Результаты исследования биологической активности высушенной культуральной жидкости штамма *S. sp. 0952* приведены в табл. 3. Личинок 1-2 возраста, высаженных по 20 штук на лист, опрыскивали водной суспензией высушенной культуральной жидкости в концентрации 5,0% — 0,05%.

Таблица 1. Биологическая эффективность Ириарда, Ж против проволочника, Ленинградская область, 2022 год
Table 1. Biological effectiveness of Iriard, W against wireworm, Leningrad Region, 2022

| № | Вариант опыта | Процент клубней в количественном соотношении | | Сохраненных клубней, % | Процент клубней в весовом соотношении | | Сохраненных клубней, % |
|---|---------------|--|----------------|------------------------|---------------------------------------|----------------|------------------------|
| | | Поврежденных | Неповрежденных | | Поврежденных | Неповрежденных | |
| 1 | Ириарт-1, ж | 29,8 | 70,8 | 41,6 | 35,0 | 65,0 | 30,0 |
| 2 | Ириарт-2, ж | 30,2 | 69,8 | 39,6 | 38,2 | 61,8 | 23,6 |
| 3 | Ириарт-3, ж | 40,7 | 59,3 | 18,6 | 43,7 | 56,3 | 12,6 |
| 4 | Контроль | 40,0 | 60,0 | 20,0 | 46,6 | 53,4 | 6,8 |

Таблица 2. Энтомоцидная и антифидантная активность культуральной жидкости штамма *S. sp. 0952* в отношении личинок колорадского жука 1-2 возраста, ВИЗР, 2022 год

Table 2. Entomocidal and antifidant activity of culture fluid of strain *S. sp. 0952* concerning the larvae of the Colorado potato beetle of 1-2 ages, VISR, 2022

| № | Образец | Разведение культуральной жидкости | Биологическая активность | | | | | |
|---|-------------------------|-----------------------------------|--------------------------|---------------|-------|----------------|---------------|-------|
| | | | Через 3 суток | | | Через 5 суток | | |
| | | | поедаемость, % | живые/мертвые | ЭА, % | поедаемость, % | живые/мертвые | ЭА, % |
| 1 | <i>S. sp. 0952</i> , кж | б/р | 5 | 23/37 | 62 | 5 | 5/55 | 92 |
| 2 | <i>S. sp. 0952</i> , кж | х 2 | 10 | 45/15 | 25 | 15 | 8/52 | 87 |
| 3 | <i>S. sp. 0952</i> , кж | х 4 | 25 | 50/10 | 17 | 25 | 12/48 | 80 |
| 4 | Контроль | | 60 | 60 | - | 100 | 60 | - |

Таблица 3. Энтомоцидная и антифидантная активность высушенной культуральной жидкости штамма *S.sp. 0952* против личинок колорадского жука 1-2 возраста, ВИЗР, 2022 год

Table 3. Entomocidal and antifidant activity of dried culture fluid of *S.sp. 0952* strain against larvae of Colorado beetle 1-2 age, VISR, 2022

| № | Образец | Концентрация, % | Биологическая активность | | | | | |
|---|------------------|-----------------|--------------------------|---------------|-------|----------------|---------------|-------|
| | | | Через 3 суток | | | Через 5 суток | | |
| | | | поедаемость, % | живые/мертвые | ЭА, % | поедаемость, % | живые/мертвые | ЭА, % |
| 1 | <i>S.sp.0952</i> | 5,0 | 0 | 8/12 | 60 | 0 | 2/18 | 90 |
| 2 | <i>S.sp.0952</i> | 2,5 | 2 | 16/4 | 20 | 4 | 4/16 | 80 |
| 3 | <i>S.sp.0952</i> | 1,0 | 20 | 20/0 | 0 | 40 | 8/12 | 60 |
| 4 | <i>S.sp.0952</i> | 0,5 | 35 | 20/0 | 0 | 70 | 10/10 | 50 |
| 5 | <i>S.sp.0952</i> | 0,1 | 40 | 20/0 | 0 | 80 | 18/2 | 10 |
| 6 | <i>S.sp.0952</i> | 0,05 | 50 | 20/0 | 0 | 80 | 20/0 | 0 |
| 8 | Контроль | - | 60 | 20/0 | - | 100 | 20/0 | - |

Таблица 4. Энтомоцидная и антифидантная активность метанольного экстракта мицелия *S. sp. 0952* в отношении личинок колорадского жука 1-2 возраста, ВИЗР, 2022 год

Table 4. Entomocidal and antifidant activity of methanol extract of mycelium *S. sp. 0952* against larvae of Colorado beetle 1-2 age, VISR, 2022 year

| № п/п | Штамм | Концентрация, % | Биологическая активность | | | | | |
|-------|--------------------|-----------------|--------------------------|---------------|-------|----------------|---------------|-------|
| | | | Через 3 суток | | | Через 5 суток | | |
| | | | поедаемость, % | живые/мертвые | ЭА, % | поедаемость, % | живые/мертвые | ЭА, % |
| 1 | <i>S. sp. 0952</i> | 1,0 | 5 | 0/60 | 100 | - | - | - |
| 2 | <i>S. sp. 0952</i> | 0,5 | 15 | 0/60 | 100 | - | - | - |
| 3 | <i>S. sp. 0952</i> | 0,1 | 20 | 41/19 | 50 | 30 | 0/60 | 100 |
| 4 | <i>S. sp. 0952</i> | 0,01 | 20 | 60/0 | 0 | 40 | 19/41 | 68 |
| 5 | Контроль | - | 40 | 60/0 | 0 | 100 | 60/0 | - |



1-2 возраста, при концентрации 0,1% гибель личинок составила только 10%.

Экстракцией метанолом выделили из мицелия штамма *S. sp. 0952* комплекс продуцируемых им метаболитов. Рабочую суспензию готовили путем разведения высушенного метанольного экстракта в водопроводной воде до концентрации 1,0% — 0,01%. Результаты исследования биологической активности водной суспензии высушенного метанольного экстракта представлены в табл. 4.

Полученные данные свидетельствуют о высокой антифидантной и энтомоцидной активности метанольного экстракта штамма *S. sp. 0952*.

Сразу после обработки препаратом во всех концентрациях личинки потеряли подвижность и перестали питаться. Через 2-3 часа личинки продолжили питаться, но вяло, с длительными перерывами. Из таблицы 5 видно, что обработка листьев с личинками 1,0% и 0,5% суспензией препарата уже на 3-и сутки вызвала 100-ную гибель личинок.

Сразу после обработки препаратом во всех концентрациях личинки потеряли подвижность и перестали питаться. Через 2-3 часа личинки продолжили питаться, но вяло, с длительными перерывами. Из табл. 5 видно, что обработка листьев с личинками 1,0% и 0,5% суспензией препарата уже на 3-и сутки вызвала 100-ную гибель личинок. На 5-е сутки наблюдали высокий энтомоцидный эффект (100% гибель личинок при концентрации препарата 0,1%) и существенное антифидантное действие: при концентрации 0,01% поедаемость была в 2,5 ниже, чем в контроле.

В 2023 г. продолжили исследование биологической активности штамма *S. sp. 0952* в лабораторных и полевых условиях. В процессе стабилизирующего отбора штамма выделяли моноклоновые изоляты, на основе которых получали лабораторные образцы культуральной жидкости. Их биологическая активность приведена в табл. 5.

Из данных табл. 5 видно, что высокой антифидантной и энтомоцидной активностью обладает клон 28-8.

Через 1 сутки личинками было съедено 2-5% поверхности листьев, через 3 суток этот показатель увеличился незначительно (5-8%), в то время как в контроле листья были съедены полностью (100%).

Обращает на себя внимание высокая энтомоцидная активность клона 28-8. Через 3 суток

смертность личинок 1-2 возраста составляла 50% — 90% в зависимости от разведения культуральной жидкости.

С целью исследования биологической активности вторичных метаболитов, продуцируемых штаммом *S. sp. 0952*, провели экстракцию этанолом из мицелия. В табл. 6 приведена биологическая активность лабораторных образцов препарата, полученных на основе отобранных клонов штамма против личинок колорадского жука

3-4 возраста. Образцы *S. sp. 0952-1,2,4,5,6* получены на основе клона № 5, *S. sp. 0952-3* — клона № 28-8, *S. sp. 0952-7* — клона 26. Приведенные данные подтверждают высокую антифидантную и энтомоцидную активность отобранного клона № 28-8 штамма *S. sp. 0952*. Через 3 суток личинки уничтожили всего 2% листовой поверхности, смертность их составляла 85%. Причём личинки переставали питаться через 2-3 часа после обработки и не росли.

Таблица 5. Антифидантная и энтомоцидная активность образцов культуральной жидкости штамма *S. sp. 0952*, Ставропольский край, 2023 год

Table 5. Antifidant and entomocidal activity of culture fluid samples of strain *S. sp. 0952*, Stavropol Territory, 2023

| № | Образец | Разведение культуральной жидкости | Биологическая активность | | | |
|----|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------|
| | | | Поедаемость через 1 сутки, % | Поедаемость через 2 суток, % | Поедаемость через 3 суток, % | ЭА, % |
| 1 | | б/р | 2 | 5 | 5 | 90 |
| 2 | <i>S. sp. 0952-1</i> клон 28-8 | 3 | 5 | 5 | 5 | 90 |
| 3 | | 10 | 5 | 8 | 8 | 50 |
| | | 20 | 5 | 5 | 8 | 50 |
| 4 | | б/р | 10 | 30 | 40 | 20 |
| 5 | <i>S. sp. 0952-2</i> клон 26 | 3 | 20 | 50 | 50 | 16 |
| 6 | | 10 | 20 | 70 | 70 | 0 |
| | | 20 | 50 | 60 | 60 | 0 |
| 7 | | б/р | 40 | 40 | 50 | 0 |
| 8 | <i>S. sp. 0952-3</i> клон 5 | 3 | 40 | 50 | 50 | 0 |
| 9 | | 10 | 40 | 60 | 70 | 0 |
| | | 20 | 40 | 70 | 70 | 0 |
| 10 | Контроль | - | 40 | 90 | 100 | - |

Таблица 6. Антифидантная и энтомоцидная активность 0,1% водных суспензий сухих этанольных экстрактов мицелия штамма *S. sp. 0952* в отношении личинок колорадского жука 3-4 возраста, Ставропольский край, 2023 год

Table 6. Antifidant and entomocidal activity of 0.1% aqueous suspensions of dry ethanol extracts of mycelium strain *S. sp. 0952* concerning the larvae of the Colorado beetle of 3-4 ages, Stavropol Territory, 2023

| № | Образец | Биологическая активность через 3 суток | | Примечание |
|---|----------------------|--|-------|---|
| | | Поедаемость, % | ЭА, % | |
| 1 | <i>S. sp. 0952-1</i> | 20 | 40 | Личинки перестали питаться через 2-3 часа после обработки, не растут. Мёртвые личинки почернели |
| 2 | <i>S. sp. 0952-2</i> | 30 | 25 | |
| 3 | <i>S. sp. 0952-3</i> | 2 | 85 | |
| 4 | <i>S. sp. 0952-4</i> | 20 | 0 | Личинки живы, но не питаются |
| 5 | <i>S. sp. 0952-5</i> | 10 | 0 | |
| 6 | <i>S. sp. 0952-6</i> | 20 | 0 | |
| 7 | <i>S. sp. 0952-7</i> | 95 | 0 | |
| 8 | Контроль | 100 | - | Листья полностью съедены к концу 2-х суток |



Рисунок 1. Оценка биологической активности клона 28-8 штамма *S. sp. 0952* против имаго колорадского жука
Figure 1. Assessment of the biological activity of clone 28-8 strain *S. sp. 0952* against Colorado potato beetle imago

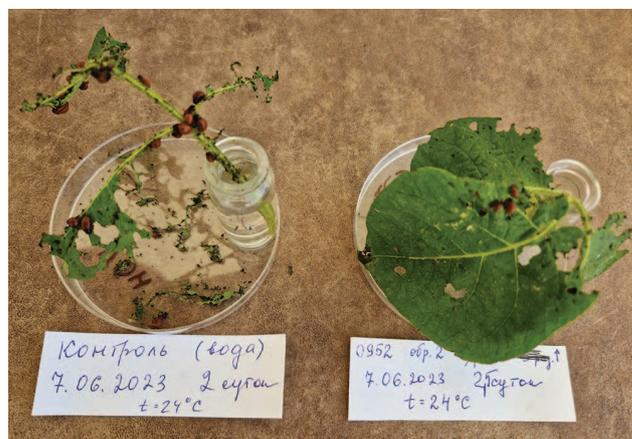


Рисунок 2. Оценка биологической активности штамма *S. sp. 0952* против личинок колорадского жука 1-2 возраста
Figure 2. Assessment of biological activity of the *S. sp.* strain. 0952 against Colorado potato beetle larvae of 1-2 instars





Отмечено, что на обработанных растениях личинки пробовали отдельные участки листа и повреждения выглядели точечными. Личинки переползали с одного листа на другой, в то время как, на необработанных растениях они питались на одном листе, съедая его полностью.

В лабораторных условиях института испытывали образец на основе клона 28-8 против имаго колорадского жука. На рис. 1 ясно видно, что поедаемость листа имаго колорадского жука значительно ниже данного показателя в контроле. Листья картофеля в контроле жуком были съедены полностью. Так же в лабораторных условиях определяли биологическую активность штамма *S. sp. 0952* против личинок 1 и 2 возраста вредителя. Где также, на 2 сутки контрольные необработанные листья культуры были съедены полностью личинками (рис.2).

В то время как, листья обработанные штамом 0952 были повреждены в незначительной степени.

Через 24 часа после обработки, при $T=26^{\circ}\text{C}$ контрольный лист был съеден полностью, в то время как в опыте показатель поедаемости составлял всего 5-6%.

Исследования, проведенные в полевых условиях, подтвердили результаты лабораторных опытов. Перед началом полевого опыта заселенность растений картофеля колорадским жуком была средней, неравномерной. В популяции присутствовали имаго и личинки 1-4 возраста. На отдельных кустах в средней части участка их численность составляла 30-50 особей на куст, часть кустов не были заселены вредителем. Норма расхода препарата (неразбавленная культуральная жидкость) составляла 450 л на 1 га. Через 3 и 5 суток после обработки растений имаго и личинки колорадского жука на опытном участке не обнаружены.

На участке, обработанном эталонным препаратом — Битоксибациллином, присутствовали единичные имаго и личинки 3-4 возраста.

На контрольном участке к этому времени численность вредителя существенно возросла.

Выводы. В результате проведенных исследований было установлено, что препарат Ириард в жидкой препаративной форме эффективен против проволочника, в опытных вариантах численность вредителя снижалась по сравнению с контролем, а урожай превышал контроль в 2-4 раза.

Установлено, что штамм *S. sp. 0952* образует в процессе роста и развития вторичные метаболиты с энтомоцидной и антифидантной активностью. На 3-и сутки после обработки 1,0% и 0,5% суспензией препарата гибель личинок 1-2 возраста составляла концентрации 0,1%. При концентрации 0,01% поедаемость была в 2,5 ниже,

чем в контроле, что говорит об антифидантной активности препарата.

В процессе стабилизирующего отбора выделяли активный клон штамма, эффективный против имаго и личинок колорадского жука 1-4 возраста.

Таким образом, показано, что штамм *S. sp. 0952* перспективен для разработки на его основе нового биопрепарата для борьбы с колорадским жуком.

Список источников

- Samuel Pallis, Andrei Alyokhin, Brian Manley, Thais Rodrigues, Ethann Barnes, Kenneth Narva Effects of Low Doses of a Novel dsRNA-based Biopesticide (Calantha) on the Colorado Potato Beetle Journal of Economic Entomology, volume 116, issue 2, april 2023, pages 456-461, <http://doi.org/10.1093/jee/toad034>.
- Lara Reinbacher, Eva Praprotnik, Jaka Razinger, Sven Bacher, Giselher Grabenweger Influence of Wireworm Diet on its Susceptibility to and Control With the Entomopathogenic Fungus *Metarhizium brunneum* (Hypocreales: Clavicipitaceae) in Laboratory and Field Settings). // Journal of Economic Entomology. 2023 10 февраля;116(1):108-118. DOI: 10.1093/jee/toac198.
- Сухорученко Г.И., Белякова Н.А., Иванова Г.П., Козлова Е.Г., Пазюк И.М. Методы оценки токсичности пестицидов для членистоногих, применяемых в борьбе с вредителями культур защищённого грунта // Энтомологическое обозрение. 2018. Т. 97. № 4. С. 649-657.
- Захаренко В.А. Проблема резистентности вредных организмов к пестицидам — мировая проблема // Вестник защиты растений. 2001. № 1. С.3-17.
- Захаренко В.А. Особенности развития технологий защиты растений в агроэко системах в условиях рыночной экономики России // Агрехимия. 2023. № 8. С. 43-57. DOI:10.31857/S0002188123080112.
- Павлюшин В.А., Новикова И.И., Бойкова И.В. Микробиологическая защита растений в технологиях фитосанитарной оптимизации агроэко систем: теория и практика. (обзор) // Сельскохозяйственная биология. 2020. Том 55. № 3. С. 421-438.
- Boykova I., Yuzikhin O., Novikova I., Ulianich P., Eliseev I., Shaposhnikov A., Yakimov A. and Belimov A. Strain Streptomyces sp. P-56 Produces Nonactin and Possesses Insecticidal, Acaricidal, Antimicrobial and Plant Growth-Promoting Traits // Microorganisms. 2023. 11. 764. <http://doi.org/10.3390/microorganisms11030764>
- Пименова М.Н., Гречушкина Н.Н., Азова Л.Г., Нетрусов А.И., Семенова Е.В., Захарчук Л.М., Зинченко В.В., Колотилова Н.Н., Мильникова С.И., Нефелова М.В., Ботвинко И.В. Руководство к практическим занятиям по микробиологии. М.: Изд-во МГУ. 1995. 224 с.
- Долин В.Г. Определитель личинок жуков-щелкунов фауны СССР. Киев: Урожай. 1978. 124 с.
- Бойкова И.В., Новикова И.И., Фасулати С.Р., Павлюшин В.А. 2012. Биологическая эффективность новых препаративных форм биоинсектицида на основе *Bacillus thuringiensis* против колорадского жука // Вестник защиты растений. № 4. С.57-60.
- Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Колос, 1985. С. 351.
- Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов

и родентицидов в растениеводстве, М, ФГБНУ «Росинформагротек». 2022. 508 с.

References

- Pallis, S., Alyokhin, A., Manley, B., Rodrigues, T., Barnes, E. & Narva, K. (2023) Effects of Low Doses of a Novel dsRNA-based Biopesticide (Calantha) on the Colorado Potato Beetle. Journal of Economic Entomology, vol. 116, no. 2, pp. 456-461, <http://doi.org/10.1093/jee/toad034>.
- Reinbacher, L., Praprotnik, E., Razinger, J., Bacher, S., Grabenweger, G. (2023). Influence of Wireworm Diet on its Susceptibility to and Control With the Entomopathogenic Fungus *Metarhizium brunneum* (Hypocreales: Clavicipitaceae) in Laboratory and Field Settings), Journal of Economic Entomology, no. 10, 116(1), pp. 108-118. DOI: 10.1093/jee/toac198.
- Sukhoruchenko G.I., Belyakova N.A., Ivanova G.P., Kozlova E.G. & Pazyuk I.M. (2018). *Metody otsenki toksichnosti pestitsidov dlya chlenistonogikh, primenyayemykh v borbe s vreditelyami kul'tur zashchishchennogo grunta* [Methods for assessing the toxicity of pesticides for arthropods used under conditions of harmful effects of protected soil crops]. *Entomologicheskoe obozrenie*, vol. 97, no. 4, pp. 649-657.
- Zakharenko V.A. (2001). *Problema rezistentnosti vreditelnykh organizmov k pestitsidam — mirovaya problema* [The problem of pest resistance to pesticides is a global problem]. *Vestnik zashchity rastenii*, no.1, pp. 3-17.
- Zakharenko V.A. (2023). *Osobennosti razvitiya tekhnologii zashchity rastenii v agroekosistemakh v usloviyakh rynochnoi ehkonomiki Rossii* [Features of the development of plant protection technologies in agroecosystems in the conditions of the Russian market economy]. *Agrokhimiya*, no. 8, pp. 43-57. DOI:10.31857/S0002188123080112.
- Pavlyushin V.A., Novikova I.I. & Boikova I.V. (2020). *Mikrobiologicheskaya zashchita rastenii v tekhnologiyakh fitosanitarnoi optimizatsii agroekosistem: teoriya i praktika. (obzor)* [Microbiological plant protection in technologies for phytosanitary optimization of agroecosystems: theory and practice]. *Selskokhozyaystvennaya biologiya*, vol.55, no. 3, pp. 421-438.
- Boykova, I., Yuzikhin, O., Novikova, I., Ulianich, P., Eliseev, I., Shaposhnikov, A., Yakimov, A. & Belimov, A. (2023). Strain *Streptomyces sp. P-56* Produces Nonactin and Possesses Insecticidal, Acaricidal, Antimicrobial and Plant Growth-Promoting Traits. *Microorganisms*, no. 11, pp. 764. <http://doi.org/10.3390/microorganisms11030764>
- Pimenova, M., Grechushkina, N., Azova, L., Netrusov, A., Semenova, E., Zakharchuk, L., Zinchenko, V., Kolotilova, N., Myl'nikova, S., Nefelova M., Botvinko, I., (1995). *Rukovodstvo k prakticheskim zanyatiyam po mikrobiologii*, Moscow, MGU, 224 p.
- Dolin V.G. (1978). *Opredelitel' lichinok zhukov-shchelkunov fauny SSSR*, Kiev, Urozhai. Kiev, 124p.
- Boikova, I., Novikova, I., Fasulati, S. & Pavlyushin, V. (2012). *Biologicheskaya ehffektivnost' novykh preparativnykh form bioinsektitsida na osnove Bacillus thuringiensis protiv koloradskogo zhuka* [Biological efficacy of new preparative forms of bioinsecticides based on *Bacillus thuringiensis* against the Colorado potato beetle]. *Vestnik zashchity rastenii*, no. 4, pp. 57-60.
- Dospikhov B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta*, Moscow, Kolos, 351p.
- Metodicheskoe ukazaniya po registratsionnym ispytaniyam insektitsidov, akaritsidov, mollyuskotsidov i rodentitsidov v rastenievodstve*, Moscow, Rosinformagrotec, 2022, 508 p.

Информация об авторах:

Бойкова Ирина Васильевна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории микробиологической защиты растений, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6268-7301>, irina_boikova@mail.ru

Новикова Ирина Игоревна, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории микробиологической защиты растений, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2816-2151>, irina_novikova@inbox.ru

Лысов Анатолий Константинович, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории интегрированной защиты растений, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5920-3342>, lysov4949@yandex.ru

Наумова Надежда Ивановна, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории интегрированной защиты растений, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2799-168X>, nadya.naumova.58@inbox.ru

Information about the authors:

Irina V. Boykova, candidate of biological sciences, leading researcher of the laboratory of microbiological, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6268-7301>, irina_boikova@mail.ru

Irina I. Novikova, doctor of biological sciences, leading researcher of the laboratory of microbiological, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2816-2151>, irina_novikova@inbox.ru

Anatoly K. Lysov, candidate of technical sciences, leading researcher at the laboratory of integrated, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5920-3342>, lysov4949@yandex.ru

Nadezhda I. Naumova, candidate of biological sciences, researcher at the laboratory of integrated, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2799-168X>, nadya.naumova.58@inbox.ru

✉ irina_boikova@mail.ru



Научная статья

УДК 58.084.1+631.86+631.81.095.337

doi: 10.55186/25876740_2024_67_3_273

ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА ЦИНКА НА ВСХОЖЕСТЬ И БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА

Н.А. Любимова, Г.Ю. Рабинович

Федеральный исследовательский центр «Почвенный институт имени В.В. Докучаева», Москва, Россия

Аннотация. Использование наночастиц ZnO и биопрепаратов считаются экономически выгодными и экологически безопасными способами повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Данная работа посвящена исследованию влияния совместного применения биопрепарата ЖФБ (жидкофазный биопрепарат) и наночастиц ZnO, синтезированных с использованием экстракта зеленого чая и раствора $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ концентрацией 0,5 моль/л, на энергию прорастания, всхожесть и биометрию проростков льна-долгунца сорта Тверской. Результаты микробиологического анализа биопрепарата ЖФБ-Zn показали, что при введении в ЖФБ наночастиц ZnO количество аммонифицирующих и амилитических микроорганизмов снизилось в 4,5 и 13,7 раза по сравнению с ЖФБ. В работе изучались два способа применения биопрепаратов: полив и инокуляция. Так, при поливе ЖФБ и ЖФБ-Zn энергия прорастания была 76-89,5 и 77-87% соответственно, тогда как всхожесть в обоих вариантах варьировалась от 82 до 90,5%. Наиболее выраженное положительное влияние совместного использования ЖФБ и наночастиц ZnO для полива было отмечено при исследовании средней длины одного проростка: в варианте ЖФБ-Zn была получена максимальная средняя длина 14-15 см, тогда как при использовании для полива ЖФБ и наночастиц ZnO средняя длина одного проростка была 12-14 см. Инокуляция семян в биопрепарате ЖФБ-Zn, наоборот, больше повлияла на энергию прорастания и всхожесть семян, которые увеличились по сравнению не только с контролем, но и с вариантом ЖФБ. При этом инокуляция семян в исследуемых препаратах не повлияла ни на среднюю длину, ни на среднюю массу одного проростка. Таким образом, совместное использование биопрепарата ЖФБ и наночастиц ZnO является весьма перспективным. Однако оно требует дополнительных исследований по выяснению максимальной концентрации наночастиц ZnO в ЖФБ, при которой теряются его полезные свойства.

Ключевые слова: лен сорта Тверской, биопрепарат ЖФБ, оксид цинка, биосинтез наночастиц, энергия прорастания, всхожесть, длина и масса проростка

Благодарности: исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда в рамках научного проекта № 22-76-00016.

Original article

INFLUENCE OF ZINC OXIDE NANOPARTICLES ON GERMINATION AND BIOMETRIC PARAMETERS OF FLAX

N.A. Lyubimova, G.Yu. Rabinovich

Federal Research Centre Dokuchaev Soil Science Institute, Moscow, Russia

Abstract. The use of ZnO nanoparticles and biological products are considered cost-effective and environmentally friendly ways to increase crop yields. This work is devoted to the study of the effect of the combined use of a biological product LPB (liquid-phase biological product) and ZnO nanoparticles, synthesized using green tea extract and a $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ solution with a concentration of 0.5 mol/l, on the germination energy, germination and biometry of fiber flax seedlings of the Tverskoy variety. The results of microbiological analysis of the biological product LPB-Zn showed that when ZnO nanoparticles were introduced into LPB, the number of ammonifying and amylolytic microorganisms decreased by 4.5 and 13.7 times compared to ZnO nanoparticles. The work studied two methods of using biological products: watering and inoculation. Thus, when irrigated with LPB and LPB-Zn, the germination energy was 76-89.5 and 77-87%, respectively, while germination in both options varied from 82 to 90.5%. The most pronounced positive effect of the combined use of LPB and ZnO nanoparticles for irrigation was noted when studying the average length of one seedling: in the LPB-Zn variant, a maximum average length of 14-15 cm was obtained, while when using LPB and ZnO nanoparticles for irrigation, the average length of one seedling was 12-14 cm. Inoculation of seeds in the biological preparation LPB-Zn, on the contrary, had a greater effect on the germination energy and germination of seeds, which increased compared not only to the control, but also to the variant LPB. At the same time, inoculation of seeds in the studied preparations did not affect either the average length or the average weight of one seedling. Thus, the combined use of the biological product LPB and ZnO nanoparticles is very promising. However, it requires additional research to determine the maximum concentration of ZnO nanoparticles in LPB at which its beneficial properties are lost.

Keywords: flax variety Tverskoy, biological product LPB, zinc oxide, biosynthesis of nanoparticles, germination energy, germination, length and weight of the seedling

Acknowledgments: the research was carried out with the support of the Russian Science Foundation within the framework of scientific project No. 22-76-00016.

Введение. В почвах цинк находится в виде ионов свободного цинка (Zn^{2+}), в комплексе с гидроксигруппой ($ZnOH^+$) или с органическими веществами, чаще в виде хелатов, а также в гуминовых соединениях в коллоидной форме. Растения поглощают цинк в виде катиона Zn^{2+} или его комплексов с органическими лигандами. При этом из корней в ткани побегов ионы Zn^{2+} поступают через ксилему, но высокая концентрация цинка обнаруживается и во флоэме, что свидетельствует о его подвижности в растительном организме. Несмотря на то, что цинк относится к тяжелым металлам, он влияет на синтез, стабилизацию и функционирование ДНК и РНК, так как, участвуя в формировании генетического материала, образует так называемые «цинковые

пальцы», связанные с белками-гистонами, взаимодействующими с молекулой ДНК. Кроме того, цинк участвует в выработке клетками энергии, синтезе белков, метаболизме углеводов и липидов. Также цинк включен в состав простетических групп внутриклеточных ферментов: дегидрогеназы, альдолазы, изомеразы, трансфосфорилазы, РНК- и ДНК-полимеразы, карбоангидразы. Помимо этого, цинк определяет скорость поступления ионов калия в растительные клетки через устьица, а также влияет на объем поглощаемой воды и ее транспорт и снижает отрицательные эффекты незначительного теплового воздействия и солевого стресса. Еще цинк необходим для синтеза триптофана, являющегося предшественником ауксина — гормона роста

растений. Ионы цинка помогают поддерживать целостность клеточных мембран за счет сохранения пространственной ориентации макромолекул, важных для транспорта других ионов, а также благодаря их взаимодействию с фосфолипидами и сульфгидрильными группами мембранных белков [1].

Дефицит цинка в почве приводит к снижению скорости фотосинтеза у растений, связанной с уменьшением устьичной проводимости, а в итоге — к появлению характерных хлорозных полос на листовой пластинке. Как следствие этого, уменьшается размер листьев и длина побегов растений по сравнению с данными, полученными для образцов, получающих цинк в полном объеме. Кроме того, снижается содержание



цинка в самих растениях, что приводит к снижению продуктивности сельскохозяйственных культур и качества получаемой из них пищи [2].

Недостаточное содержание цинка в почве, на которой возделывается та или иная культура, можно компенсировать применением различных видов цинксодержащих препаратов. Например, при опрыскивании листьев кукурузы сульфатом цинка концентрацией 0,2, 1,5 и 3 ppm в растениях увеличивалось относительное содержание воды, а также скорость фотосинтеза и содержание хлорофилла. Кроме того, в экспериментальных вариантах возросла урожайность кукурузы относительно контроля. При этом некорневая обработка сульфатом цинка не повлияла ни на высоту растений, ни на количество листьев [3].

Наряду с традиционными формами цинка в сельском хозяйстве также могут применяться и наночастицы ZnO, которые также оказались эффективными с точки зрения их положительного влияния на энергию прорастания и всхожесть семян, а также на рост растений. Кроме того, по сравнению с обычными нанодобрыми можно использовать в небольших количествах, что позволяет сократить их расход в несколько раз [4]. При этом наночастицы оксида цинка могут оказаться более эффективными по сравнению с обычными солями цинка, благодаря повышенной проницаемости наночастиц ZnO в растительные ткани. Например, некорневая обработка растений кофе (*Coffea arabica* L.) наночастицами ZnO концентрацией 10 мг/л положительно повлияла на сырую массу корней и листьев, которые увеличились на 37 и 95% соответственно по сравнению с контролем. При этом увеличение сухой массы корней, стеблей и листьев составило 28, 85 и 20% соответственно. Тогда как использование в этом исследовании моногидрата сульфата цинка ($ZnSO_4 \cdot H_2O$) негативно сказалось как на сырой, так и на сухой биомассе корней стеблей и листьев, которые снизились на 15, 26 и 8% и на 28, 85 и 20% соответственно по сравнению с контролем. Более того, листья, обработанные наночастицами ZnO, содержали значительно большее количество Zn (1267,1±367,2 мг/кг сухой массы) по сравнению с растениями, обработанными $ZnSO_4$ (344,1±106,2 мг/кг сухой массы), в то время как контрольные растения имели самое низкое содержание Zn в ткани листа (53,6±18,9 мг/кг сухой массы) [5]. Также положительное влияние наночастиц ZnO, в количестве эквивалентном 50-75% от общей массы вносимого цинка, было отмечено при выращивании растений салата: при некорневой обработке биомасса растений увеличилась на 14-52%, а содержание хлорофилла — на 32-69% по сравнению с контрольным вариантом (пропитка семян раствором, содержащим ионы Zn^{2+}) [6]. Некорневое применение наночастиц ZnO на растениях кукурузы позволило увеличить сырую и сухую биомассу побегов на 31 и 53% соответственно по сравнению с контролем, тогда как некорневая обработка раствором $ZnSO_4$ привела к увеличению сырой и сухой биомассы на 22 и 38%. При этом соотношение корень:побег в обоих вариантах уменьшилось на 3,7% по сравнению с контролем [7]. За счет листового применения наночастиц ZnO на 37,7% по сравнению с контролем увеличилась урожайность проса жемчужного (*Pennisetum americanum* L.). Кроме того, при применении цинксодержащего нанодобрыя

отмечается увеличение длины побега на 15,1%, длины и площади корня — на 4,2 и 24,2% соответственно, а также сухой биомассы растений — на 12,5% по сравнению с контролем (без каких-либо обработок) [8].

Использование микробных биопрепаратов — это еще один экономически выгодный и экологически безопасный способ повышения урожайности сельскохозяйственных культур [9]. В состав таких биопрепаратов могут быть включены симбиотические, ассоциативные и ризосферные микроорганизмы в количестве 1-5 млрд клеток в 1 мл или 1 г препарата, что позволяет им успешно конкурировать с аборигенной микрофлорой, повышая биологическую активность почвы и, следовательно, почвенное плодородие [10]. Эффективность различных биопрепаратов была проверена на яровой и озимой пшенице, озимой ржи, ячмене, горохе, гречихе, картофеле, льне-долгунце, подсолнечнике и хлопчатнике. Результаты многолетних опытов показали, что при применении различных биопрепаратов урожайность зерновых увеличилась в среднем на 15-20%, а овощных культур — на 20-30%. Кроме того, применение биопрепаратов положительно сказалось на качестве продукции, которое выразилось в повышении протеина, крахмала, сахаров и витаминов в зависимости от культуры [11].

Исходя из всего вышеизложенного, использование наночастиц ZnO и применение биопрепаратов являются перспективными способами повышения продуктивности сельскохозяйственных растений. В связи с этим хотелось бы изучить эффективность их совместного применения, так как в литературе информации об этом очень мало. Например, в работе [12] было показано, что при одновременной обработке тритикале биопрепаратом, содержащим микоризу и ризобактерии, стимулирующие рост растений, и наночастицами ZnO концентрацией 0,9 г/л в условиях сильной засухи относительное содержание воды увеличилось на 22,5, 32,5 и 40,6% на стадиях цветения, колошения и налива зерна соответственно по сравнению с контролем (без обработки биопрепаратом и наночастицами). При этом урожайность зерна в данном варианте была ниже, чем в контроле [12].

Цель представленной работы заключается в изучении совместного влияния на произрастание семян льна-долгунца сорта Тверской биопрепарата ЖФБ (жидкофазный биопрепарат) и наночастиц оксида цинка в условиях лабораторного эксперимента.

ЖФБ (жидкофазный биопрепарат) был получен ферментацией торфонавозной смеси с последующей экстракцией и представляет собой жидкость коричневого цвета с pH=7,5-8,5, содержащую агрономически полезные микроорганизмы (аммонифицирующие, амилитические, фосфатмобилизующие и др.), макро- и микроэлементы и биологически активные вещества. Ранее ЖФБ был апробирован на различных сельскохозяйственных культурах, в том числе на овощных: огурцах, перце сладком и свекле столовой. Во всех случаях при использовании биопрепарата наблюдалось повышение продуктивности культур на 10-30% по сравнению с контрольными вариантами [13].

Объектом исследований был выбран лен-долгунец, так как его энергия прорастания и всхожесть напрямую зависят от количества микроэлементов (в том числе и цинка) в почве.

Также в полевых экспериментах было обнаружено, что предпосевная обработка семян льна наночастицами ZnO положительно влияет на энергию прорастания и всхожесть семян льна-долгунца, а также на некоторые биометрические параметры [14, 15].

Экспериментальная часть. Работа была выполнена во Всероссийском научно-исследовательском институте мелиорированных земель (ВНИИМЗ) — филиале ФИЦ «Почвенный институт имени В.В. Докучаева» в 2022 г.

Получение экстракта и биосинтез наночастиц ZnO. Наночастицы ZnO были синтезированы методом зеленого синтеза с использованием экстракта коммерчески доступного зеленого чая торговой марки «Принцесса Ява, Традиционный», производства ООО «НЭП» и раствора $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ концентрацией 0,5 моль/л. Для получения экстракта зеленый чай (100 г) был высушен в кипящую дистиллированную воду (объем 2 л) и прокипячен в течение 30 минут. После охлаждения экстракт был отфильтрован через воронку Бюхнера. После этого для получения наночастиц ZnO экстракт был смешан с раствором сульфата цинка в объемном соотношении 1:4 (раствор соли:экстракт) и нагрет на кипящей водяной бане в течение 20 минут. В результате нагревания цвет раствора поменялся со светло-зеленого на желтый, и появился хлопьевидный осадок.

Получение биопрепарата ЖФБ-Zn. Зеленый чай, содержащий наночастицы ZnO, смешивали с готовым ЖФБ для усиления присущего ему полифункциональных свойств в объемном соотношении 1:50 (2 мл чая и 100 мл ЖФБ). Полученный ЖФБ-Zn, а также исходный ЖФБ были исследованы микробиологическим (методом предельных разведений) и биохимическим (определение каталазы и дегидрогеназной активности) методами.

Лабораторное исследование полученного биопрепарата на семенах льна сорта Тверской. Для сравнительного изучения влияния полученного биопрепарата ЖФБ-Zn, а также исходного ЖФБ и наночастиц ZnO по отдельности на растительный организм был заложен модельный эксперимент с семенами льна сорта Тверской. Согласно данным Госреестра, данный сорт относится к среднеспелым. Растение средней высоты, стебель средней длины. Венчик цветка маленький. Точечность чашелистика отсутствует или очень слабая. Лепесток в стадии бутона сине-фиолетовый, при полном развитии синий. Продольная складчатость лепестка отсутствует. Нить тычинки у вершины синяя. Пыльник синеватый. Лепесток у основания синий. Время начала цветения среднее. Коробочка маленькая, бахромчатость ложной перегородки отсутствует. Масса 1000 семян малая. Семена коричневые. В Северо-Западном регионе средняя урожайность льносолемы — 30,3 ц/га, семян — 4,1 ц/га. Содержание волокна — 27,8%, выход длинного волокна — 21,4%, относительная разрывная нагрузка расчетная — 15 гс/текст. Вегетационный период 72 дня. Устойчивость к полеганию — 4,7, осыпанию — 4,4, засухе — 3,2 балла. Бактериозом и фузариозом увяданием поражен от слабой до средней степени, антракнозом — выше среднего (<https://gossortrf.ru/registry/gosudarstvennyy-reestr-selektionsnykh-dostizheniy-dopushchennykh-ispolzovaniyu-tom-1-sorta-rasteni/tverskoy-len-dolgunets/>).



В опыте использовали семена четвертой репродукции, II категории по сортовой чистоте. Фитопатологическая оценка семян не проводилась, оценка качества определялась путем тщательного осмотра на предмет зараженности болезнями, с последующей калибровкой по размеру и массе. Перед непосредственным использованием семена льна дезинфицировали 1%-м раствором марганцовокислого калия в течение 5 минут.

Проращивание семян льна осуществлялось согласно ГОСТ 12038-84 в течение 7 суток в стеклянных чашках Петри на фильтровальной бумаге при температуре $22 \pm 1^\circ\text{C}$ в темноте. В данном эксперименте было использовано 2 способа применения биопрепаратов: семена либо поливали готовыми биопрепаратами объемом 5 мл, либо предварительно замачивали перед посевом на 3 часа в растворах биопрепаратов. Концентрация препаратов варьировалась от 0,05 до 1,0%. В каждом варианте было предусмотрено 4 повторности (по 35 семян в каждой). Оценка эффективности биопрепаратов проводилась путем определения энергии прорастания семян, их всхожести, а также определения средней длины и средней массы одного проростка. В качестве контроля использовалась дистиллированная вода.

Статистическую обработку результатов осуществляли с использованием программы Microsoft Office Excel 2007. Данные в таблицах представлены в виде среднеарифметического значения плюс-минус доверительный интервал (объем выборки $n=140$).

Результаты и обсуждение. Изменение в процессе нагревания цвета раствора со светло-зеленого на желтый, а также выпадение хлопьевидного осадка свидетельствовали о формировании наночастиц ZnO. Подобные изменения наблюдались и в других работах. Например, в работе M. Nilavukkarasi с соавт. [16] в процессе синтеза наночастиц ZnO с использованием экстракта листьев растения *Capparis zeylanica* и раствора ацетата цинка концентрацией 0,2 моль/л наблюдали образование осадка светло-желтого цвета. В другой работе наночастицы ZnO были получены с использованием экстракта из листьев молочая (*Euphorbia hirta*) и нитрата цинка. При этом в процессе синтеза цвет раствора изменился с прозрачного на желтый, что свидетельствовало о формировании наночастиц [17].

Полученный биопрепарат ЖФБ-Zn и исходный ЖФБ были охарактеризованы микробиологическим и биохимическим методами. Результаты исследования обоих биопрепаратов показали (табл. 1), что добавление наночастиц ZnO не влияет на кислотность ЖФБ, которая остается на уровне 8,5-8,6. Также наночастицы ZnO не влияли на активность фермента каталазы, тогда как активность дегидрогеназы в ЖФБ-Zn снизилась в 1,4 раза по сравнению с исходным ЖФБ. Вероятно, это может быть связано с тем, что в дегидрогеназах цинк присутствует в качестве простетической группы в физиологически обусловленном количестве, поэтому перенасыщение этим металлом среды (ЖФБ) приводит к ингибированию его активности.

Наиболее существенно наночастицы ZnO повлияли на микрофлору ЖФБ. Так, в биопрепарате ЖФБ-Zn количество аммонифицирующих и амилотических микроорганизмов снизилось в 4,5 и 13,7 раза соответственно по сравнению с ЖФБ. Такое снижение азототрансформирующих

микроорганизмов связано с антибактериальной активностью наночастиц ZnO, механизм которой до сих пор остается спорным. С одной стороны, антибактериальная активность наночастиц ZnO может быть связана с их прямым взаимодействием с клеточными стенками, провоцирующим нарушение целостности бактериальной клетки, а также проникновение наночастиц внутрь клетки, что вызывает дисфункцию мембран. С другой стороны, причиной снижения количества микроорганизмов может быть высвобождение антимикробных ионов Zn^{2+} , а также образование активных форм кислорода, которые также могут повредить бактериальную клетку [18].

Результаты исследования влияния биопрепаратов ЖФБ и ЖФБ-Zn, а также наночастиц ZnO (ZnO НЧ) на энергию прорастания, всхожесть и биометрические параметры проростков льна-долгунца представлены в таблицах 2 и 3. Важно отметить, что для получения рабочего раствора наночастиц ZnO экстракт чая, содержащий наночастицы ZnO, был разбавлен дистиллированной водой в объемном соотношении 1:50. Таким образом, концентрация наночастиц в вариантах ЖФБ-Zn и ZnO НЧ была одинаковой.

При поливе семян льна ЖФБ энергия прорастания не зависела от концентрации исследуемых биопрепаратов (табл. 2). Так, при использовании для полива семян льна исходного ЖФБ энергия их прорастания варьировалась от 76 до 89,5%, что было на 1-14% больше, чем при поливе водой (контроль). Значения энергии прорастания при использовании ЖФБ-Zn практически были равны данным в варианте с ЖФБ и составили 77-87%. Однако при использовании для полива семян наночастиц ZnO энергия их прорастания была практически равна, а в некоторых случаях ниже энергии прорастания в контрольном варианте и составила 69-80%.

Как и в случае с энергией прорастания, всхожесть семян при поливе не зависела от концентрации биопрепаратов (табл. 2). Так, при использовании исходного ЖФБ, а также ЖФБ-Zn всхожесть была на 1-8% больше, чем в контроле. Тогда как при поливе семян раствором, содержащим ZnO НЧ, всхожесть была либо ниже, либо практически равна контрольному значению.

Наиболее выраженное влияние совместно-го использования биопрепарата ЖФБ и наночастиц ZnO для полива было отмечено при исследовании средней длины одного проростка (табл. 2). Так, при использовании исходного ЖФБ средняя длина одного проростка составила 13-14 см, что было на 2-3 см больше, чем при поливе водой, тогда как в варианте ZnO НЧ средняя длина одного проростка была больше, чем на контроле на 1,5-3 см. Максимальные значения средней длины одного проростка 14-15 см были получены при поливе семян биопрепаратом ЖФБ-Zn в диапазоне концентраций от 0,05 до 0,7%. Однако при использовании 1%-го ЖФБ-Zn средняя длина одного проростка уменьшилась до 13 см, что, вероятно, связано с ингибированием роста растений, связанным с высокой концентрацией биопрепарата и наночастиц ZnO в нем. Таким образом, исходя из полученных данных можно говорить о синергетическом эффекте, возникающем между биопрепаратом ЖФБ и наночастицами ZnO, который проявляется в увеличении средней длины одного проростка при использовании ЖФБ-Zn по сравнению не только с контролем, но и с вариантами отдельного

применения каждого компонента. Однако ни один из исследуемых препаратов не повлиял на среднюю массу одного сырого проростка, которая в основном варьировалась от 52 до 61 мг. Несмотря на тот факт, что при использовании ЖФБ-Zn средняя длина одного проростка оказалась больше, чем в прочих вариантах, проростки в этом случае были довольно тонкие, за счет чего их средняя масса практически сравнялась с массой проростков в вариантах ЖФБ и ZnO НЧ.

При инокуляции семян льна исследуемыми биопрепаратами энергия прорастания и всхожесть (табл. 3) были ниже на 2%, чем при поливе. При этом, как и при поливе семян, оба этих параметра не зависели от концентрации биопрепаратов.

Так, при инокуляции семян ЖФБ концентрацией 0,1-1,0% энергия прорастания в основном была больше, чем на контроле на 6-8%. В то же время при замачивании семян в биопрепарате ЖФБ-Zn в диапазоне концентраций от 0,1 до 1% энергия прорастания была больше по сравнению с контрольным вариантом на 4-12%. В варианте с применением ZnO НЧ энергия прорастания была практически равна контролю за исключением максимальной концентрации 1%, при которой данный параметр был больше, чем на контроле на 6%.

Всхожесть семян льна при инокуляции (табл. 3) биопрепаратами ЖФБ и ЖФБ-Zn концентрацией 0,1-1% была выше, чем на контроле на 2-7% и на 2-9% соответственно, тогда как при использовании для замачивания только наночастиц ZnO значения всхожести семян оказались равны контролю. В отличие от полива инокуляция семян исследуемыми биопрепаратами практически не повлияла на среднюю длину одного проростка, которая во всех экспериментальных вариантах была больше, чем на контроле на 1-3 см (табл. 3). Кроме того, инокуляция биопрепаратами не повлияла на среднюю массу одного сырого проростка, которая практически во всех случаях была либо равна, либо на 3-8 мг была больше массы в контроле (табл. 3).

В целом, можно констатировать, что совместное использование биопрепарата ЖФБ и наночастиц ZnO положительно влияет на энергию прорастания и всхожесть семян льна как при их поливе, так и при инокуляции биопрепаратами различной концентрации. Кроме того, полив биопрепаратом ЖФБ-Zn положительно повлиял и на среднюю длину одного проростка. Также положительное влияние наночастиц ZnO концентрацией 1000 ppm на всхожесть арахиса, а также длину стебля и корня было отмечено в работе T.N. V. K.V. Prasad с соавт. Так, всхожесть семян увеличилась на 9 и 14% по сравнению с данными, полученными при использовании ZnSO_4 такой же концентрации и контролем. При этом максимальная длина побега (8,7 см) и корня (11,7 см) также были зафиксированы при использовании наноразмерного ZnO, тогда как в контроле длина побега и корня составили 3,1 и 5,0 см соответственно [19].

Однако не всегда наночастицы ZnO положительно влияют на всхожесть семян. Например, в работе [20] сравнили влияние наночастиц ZnO на всхожесть семян люцерны (*Medicago sativa*), огурца (*Cucumis sativus*) и томата (*Solanum lycopersicum*). В результате было обнаружено, что при концентрации наночастиц 1600 мг/л всхожесть огурцов увеличилась на 10%, а всхожесть люцерны и томатов снижалась



Таблица 1. Характеристика биопрепаратов ЖФБ и ЖФБ-Zn
Table 1. Characteristics of biological products LPB and LPB-Zn

| Био-препарат | рН | Численность микроорганизмов, *10 ¹⁰ КОЕ/мл | | Активность каталазы, смЗО ₂ /г/мин | Активность дегидрогеназы, мг ТФФ/г/24 ч |
|--------------|-----|---|-----------------|---|---|
| | | аммонифицирующих | амилолитических | | |
| ЖФБ | 8,6 | 172,6 | 79,4 | 0,20 | 0,74 |
| ЖФБ-Zn | 8,5 | 38,1 | 5,8 | 0,22 | 0,54 |

Таблица 2. Результаты исследования при поливе семян льна биопрепаратами
Table 2. Results of the study when watering flax seeds with biological products

| Вариант | Концентрация биопрепарата, % | | | | | |
|------------------------------------|------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 0,05 | 0,1 | 0,3 | 0,5 | 0,7 | 1,0 |
| Энергия прорастания семян, % | | | | | | |
| Вода | 75,0 ± 2,2 | | | | | |
| ЖФБ | 86,7 ± 2,1 | 76,4 ± 2,7 | 81,9 ± 1,9 | 82,1 ± 1,5 | 80,0 ± 0,8 | 89,5 ± 2,2 |
| ЖФБ-Zn | 77,1 ± 2,8 | 82,9 ± 5,6 | 84,3 ± 4,7 | 84,8 ± 3,2 | 87,1 ± 2,0 | 81,0 ± 3,2 |
| ZnO НЧ | 72,4 ± 4,3 | 70,5 ± 1,6 | 74,3 ± 1,9 | 69,5 ± 1,6 | 74,3 ± 2,8 | 80,0 ± 2,7 |
| Всхожесть семян, % | | | | | | |
| Вода | 82,3 ± 1,4 | | | | | |
| ЖФБ | 90,5 ± 3,2 | 82,9 ± 4,0 | 88,6 ± 4,8 | 84,8 ± 1,6 | 84,3 ± 1,8 | 90,0 ± 0,4 |
| ЖФБ-Zn | 81,0 ± 4,3 | 85,0 ± 1,5 | 90,5 ± 0,3 | 89,5 ± 5,8 | 88,6 ± 0,6 | 83,8 ± 3,2 |
| ZnO НЧ | 80,7 ± 5,8 | 74,3 ± 2,8 | 80,0 ± 3,2 | 78,6 ± 2,0 | 81,9 ± 4,3 | 83,8 ± 2,2 |
| Средняя длина одного проростка, см | | | | | | |
| Вода | 11,1 ± 0,2 | | | | | |
| ЖФБ | 13,2 ± 0,7 | 13,7 ± 0,9 | 13,5 ± 0,7 | 13,8 ± 0,8 | 13,5 ± 0,8 | 13,0 ± 0,7 |
| ЖФБ-Zn | 14,6 ± 0,6 | 14,9 ± 0,8 | 15,3 ± 1,2 | 14,3 ± 0,7 | 14,2 ± 0,6 | 13,2 ± 0,8 |
| ZnO НЧ | 14,0 ± 0,7 | 12,6 ± 0,7 | 12,9 ± 0,7 | 13,8 ± 0,7 | 13,8 ± 0,8 | 13,7 ± 0,7 |
| Средняя масса одного проростка, мг | | | | | | |
| Вода | 51,6 ± 0,2 | | | | | |
| ЖФБ | 57,6 ± 0,7 | 55,8 ± 1,7 | 52,5 ± 2,4 | 61,1 ± 3,0 | 59,2 ± 2,2 | 60,2 ± 5,4 |
| ЖФБ-Zn | 56,5 ± 1,3 | 53,3 ± 4,4 | 55,9 ± 1,6 | 53,4 ± 2,0 | 55,6 ± 3,8 | 58,2 ± 5,2 |
| ZnO НЧ | 46,3 ± 2,7 | 52,8 ± 2,6 | 56,8 ± 1,7 | 59,5 ± 3,4 | 58,9 ± 4,0 | 55,4 ± 1,3 |

Таблица 3. Результаты исследования при инокуляции семян льна различными биопрепаратами
Table 3. Results of the study when inoculating flax seeds with various biological products

| Вариант | Концентрация биопрепарата, % | | | | | |
|------------------------------------|------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 0,05 | 0,1 | 0,3 | 0,5 | 0,7 | 1,0 |
| Энергия прорастания семян, % | | | | | | |
| Вода | 73,7 ± 2,1 | | | | | |
| ЖФБ | 71,4 ± 2,8 | 81,9 ± 1,8 | 79,3 ± 1,6 | 80,7 ± 2,7 | 80,0 ± 3,2 | 81,9 ± 1,6 |
| ЖФБ-Zn | 72,9 ± 2,0 | 77,1 ± 2,8 | 84,3 ± 2,8 | 85,7 ± 2,8 | 79,1 ± 0,8 | 80,0 ± 7,4 |
| ZnO НЧ | 73,4 ± 2,7 | 72,0 ± 2,8 | 74,3 ± 2,8 | 73,3 ± 3,2 | 73,5 ± 2,2 | 79,0 ± 1,6 |
| Всхожесть семян, % | | | | | | |
| Вода | 79,3 ± 2,1 | | | | | |
| ЖФБ | 77,1 ± 4,8 | 81,9 ± 1,8 | 86,2 ± 1,6 | 83,6 ± 1,2 | 85,7 ± 2,8 | 86,7 ± 3,2 |
| ЖФБ-Zn | 74,3 ± 2,8 | 81,4 ± 2,0 | 88,6 ± 2,3 | 87,6 ± 3,2 | 81,9 ± 1,4 | 82,9 ± 1,4 |
| ZnO НЧ | 80,7 ± 2,7 | 75,7 ± 2,0 | 77,1 ± 0,2 | 78,1 ± 1,8 | 75,7 ± 1,8 | 80,7 ± 2,6 |
| Средняя длина одного проростка, см | | | | | | |
| Вода | 12,2 ± 0,3 | | | | | |
| ЖФБ | 13,4 ± 0,8 | 13,7 ± 0,9 | 13,6 ± 0,6 | 14,4 ± 0,6 | 13,9 ± 0,7 | 14,8 ± 0,8 |
| ЖФБ-Zn | 14,0 ± 0,8 | 14,7 ± 1,6 | 13,9 ± 0,7 | 13,5 ± 0,7 | 13,1 ± 0,7 | 15,1 ± 0,6 |
| ZnO НЧ | 13,3 ± 0,8 | 13,0 ± 0,8 | 14,9 ± 0,7 | 15,5 ± 0,7 | 14,4 ± 0,8 | 13,4 ± 0,7 |
| Средняя масса одного проростка, мг | | | | | | |
| Вода | 53,5 ± 1,6 | | | | | |
| ЖФБ | 54,6 ± 3,5 | 57,7 ± 4,7 | 60,1 ± 3,5 | 61,6 ± 3,0 | 59,7 ± 3,9 | 55,8 ± 5,0 |
| ЖФБ-Zn | 53,6 ± 2,3 | 56,3 ± 2,0 | 56,7 ± 1,5 | 57,5 ± 3,4 | 57,1 ± 2,4 | 55,6 ± 4,3 |
| ZnO НЧ | 54,1 ± 1,0 | 49,4 ± 4,6 | 53,2 ± 3,0 | 56,3 ± 1,6 | 55,1 ± 1,2 | 56,3 ± 4,4 |

на 40 и 20% соответственно по сравнению с контролем, тогда как при использовании Zn²⁺ концентрацией 250 г/л по сравнению с контролем снижалась только всхожесть томатов [20]. С другой стороны, обработка семян жемчужного проса наночастицами ZnO (концентрация 200 ppm) повысила не только всхожесть семян на 17%, но и устойчивость растений к заболеваемости ложной мучнистой росой на 35% по сравнению с необработанным контролем. Кроме того, при использовании наноразмерного ZnO достоверно увеличилась высота растений, а также масса сухих и сухих проростков [21].

Заключение. В целом можно сказать, что совместное использование биопрепарата ЖФБ и наночастиц ZnO положительно влияет на энергию прорастания, всхожесть семян льна сорта Тверской, а также на среднюю длину одного проростка. Так, при поливе семян биопрепаратами ЖФБ и ЖФБ-Zn энергия прорастания и всхожесть семян были практически одинаковыми, но больше, чем в контроле на 1-14 и на 1-8%. Тогда как полив раствором, содержащим только наночастицы ZnO, никак не повлиял на оба этих параметра. При этом максимальная средняя длина одного проростка (14-15 см) была получена в варианте ЖФБ-Zn, что свидетельствовало о возникновении синергетического эффекта между двумя компонентами. Отсутствие различий в значениях энергии прорастания и всхожести семян между вариантами ЖФБ и ЖФБ-Zn можно объяснить снижением количества микроорганизмов в биопрепарате ЖФБ после введения в него наночастиц ZnO. Вероятно, что в данном случае наночастицы компенсируют недостаток микроорганизмов, стимулирующих прорастание семян, тем самым выравнивая значения энергии прорастания и всхожести семян.

При инокуляции семян льна в исследуемых биопрепаратах синергетический эффект при использовании ЖФБ-Zn, наоборот, был наиболее выражен при изучении энергии прорастания и всхожести семян, которые были больше не только контрольных значений на 4-12 и 2-9% соответственно, но и на 2% больше, чем энергия прорастания и всхожести при замачивании в ЖФБ. При этом инокуляция семян в исследуемых препаратах не повлияла ни на среднюю длину, ни на среднюю массу одного проростка. Таким образом, с точки зрения энергии прорастания и всхожести семян, предпочтительнее использовать полив семян биопрепаратами. Однако необходимы дополнительные исследования по влиянию различных доз наночастиц ZnO на микробиологические свойства ЖФБ, а также по воздействию биопрепарата ЖФБ с различным количеством наночастиц ZnO на энергию прорастания, всхожесть и биометрические параметры льна-долгунца.

Список источников

- Иванищев В.В. Цинк в природе и его значение для растений // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2022. Вып. 2. С. 35-49.
- Mattiello, E.M., Neves, J.C. L., Ventrella, M.C., Araujo, W.L. (2015). Zinc deficiency affects physiological and anatomical characteristics in maize leaves. *Journal of Plant Physiology*, vol. 183, pp. 138-143.
- Munirah, N., Khairi, M., Nozulaidi, M., Jahan, M. (2015). The Effects of zinc application on physiology and production of corn plants. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, vol. 9 (2), pp. 362-367.



4. Sabir, S., Arshad, M., Chaudhari, S.K. (2014). Zinc oxide nanoparticles for revolutionizing agriculture: synthesis and applications. *The Scientific World Journal*, Article ID 925494.

5. Rossi, L., Fedenia, L.N., Sharifan, H. et al. (2019). Effects of foliar application of zinc sulfate and zinc nanoparticles in coffee (*Coffea arabica*L.) plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, vol. 135, pp. 160-166.

6. Garza-Alonso, C.A., Juarez-Maldonado, A., Gonzalez-Morales, S. et al. (2023). ZnO nanoparticles as potential fertilizer and biostimulant for lettuce. *Heliyon*, vol. 9, p. e12787.

7. Umar, W., Hameed, M.K., Aziz, T. et al. (2021). Synthesis, characterization and application of ZnO nanoparticles for improved growth and Zn biofortification in maize. *Archives of Agronomy and Soil Science*, vol. 67, pp. 1164-1176.

8. Tarafdar, J.C., Raliya, R., Mahawar, H. et al. (2014). Development of zinc nanofertilizer to enhance crop production in pearl millet (*Pennisetum americanum*). *Agric Res.*, vol. 3, pp. 257-262.

9. Кожемяков А.П., Лактионов Ю.В., Попова Т.А. и др. Агротехнологические основы создания усовершенствованных форм микробных биопрепаратов для земледелия // Сельскохозяйственная биология. 2015. Т. 50. № 3. С. 369-376.

10. Муродова С.С., Давранов К.Д. Комплексные микробные препараты. Применение в сельскохозяйственной практике // *Biotechnologia acta*. 2014. Т. 7. № 6. С. 92-101.

11. Петрова С.Н., Парахин Н.В. Микробные препараты как способ формирования эффективных растительно-микробных систем // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2013. № 2 (6). С. 86-91.

12. Arough, Y.K., Sharifi, R.S., Sharifi, R.S. (2016). Bio fertilizers and zinc effects on some physiological parameters of triticale under water-limitation condition. *Journal of Plant Interactions*, vol. 11:1, pp. 167-177.

13. Fomicheva, N., Rabinovich, G., Kashkova, A. (2023). The effect of the biopreparation of LPB on the yield of vegetable crops. *E3S Web of Conferences*, vol. 390, pp. 01016-01021.

14. Конова А.М., Прудникова А.Г., Гаврилова А.Ю. Управление продуктивностью льна-долгунца путем обработки семян микроэлементами и нанопрепаратом // *Аграрный научный журнал*. 2021. № 12. С. 27-31.

15. Яблоков А.Г., Ольховская И.П., Крохмаль И.И. Отвечная реакция семян льна на воздействие наночастиц железа и цинка // *Современные тенденции развития технологий здоровьесбережения: сборник трудов Седьмой научной конференции с международным участием, Москва, 19 декабря 2019 г. М.: ФГБНУ ВИЛАР*, 2019. Т. 12. С. 133-138.

16. Nilavukkarasia, M., Vijayakumar, S., Prathipkumar, S. (2020). Capparid zeylanicamediated bio-synthesized ZnO nanoparticles as antimicrobial, photocatalytic and anticancer applications. *Materials Science for Energy Technologies*, vol. 3, pp. 335-343.

17. Ahmad, W., Kalra, D. (2020). Green synthesis, characterization and antimicrobial activities of ZnO nanoparticles using *Euphorbia hirta* leaf extract. *Journal of King Saud University — Science*, vol. 32, pp. 2358-2364.

18. Ali, A., Phull, A.-R., Zia, M. (2018). Elemental zinc to zinc nanoparticles: is ZnO NPs crucial for life? Synthesis, toxicological, and environmental concerns. *Nanotechnol Rev.*, vol. 7 (5), pp. 413-441.

19. Prasad, T.N. V.K.V., Sudhakar, P., Sreenivasulu, Y. et al. (2012). Effect of nanoscale zinc oxide particles on the germination, growth and yield of peanut. *Journal of Plant Nutrition*, vol. 35:6, pp. 905-927.

20. De la Rosa G., López-Moreno, M.L., de Haro, D. et al. (2013). Effects of ZnO nanoparticles in alfalfa, tomato, and cucumber at the germination stage: Root development and X-ray absorption spectroscopy studies. *Pure Appl. Chem.*, vol. 85, no. 12, pp. 2161-2174.

21. Nandhini, M., Rajini, S.B., Udayashankar, A.C. et al. (2019). Biofabricated zinc oxide nanoparticles as an eco-friendly alternative for growth promotion and management of downy mildew of pearl millet. *Crop Protection*, vol. 121, pp. 103-112.

References

1. Ivanishchev, V.V. (2022). Tsink v prirode i ego znachenie dlya rastenii [Zinc in nature and its importance for plants]. *Izvestiya Tuls'kogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle* [News of the Tula State University. Sciences of Earth], issue 2, pp. 35-49.

2. Mattiello, E.M., Neves, J.C. L., Ventrella, M.C., Araujo, W.L. (2015). Zinc deficiency affects physiological and anatomical characteristics in maize leaves. *Journal of Plant Physiology*, vol. 183, pp. 138-143.

3. Munirah, N., Khairi, M., Nozulaidi, M., Jahan, M. (2015). The Effects of zinc application on physiology and production of corn plants. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, vol. 9 (2), pp. 362-367.

4. Sabir, S., Arshad, M., Chaudhari, S.K. (2014). Zinc oxide nanoparticles for revolutionizing agriculture: synthesis and applications. *The Scientific World Journal*, Article ID 925494.

5. Rossi, L., Fedenia, L.N., Sharifan, H. et al. (2019). Effects of foliar application of zinc sulfate and zinc nanoparticles in coffee (*Coffea arabica*L.) plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, vol. 135, pp. 160-166.

6. Garza-Alonso, C.A., Juarez-Maldonado, A., Gonzalez-Morales, S. et al. (2023). ZnO nanoparticles as potential fertilizer and biostimulant for lettuce. *Heliyon*, vol. 9, p. e12787.

7. Umar, W., Hameed, M.K., Aziz, T. et al. (2021). Synthesis, characterization and application of ZnO nanoparticles for improved growth and Zn biofortification in maize. *Archives of Agronomy and Soil Science*, vol. 67, pp. 1164-1176.

8. Tarafdar, J.C., Raliya, R., Mahawar, H. et al. (2014). Development of zinc nanofertilizer to enhance crop production in pearl millet (*Pennisetum americanum*). *Agric Res.*, vol. 3, pp. 257-262.

9. Кожемяков А.П., Лактионов Ю.В., Попова Т.А. и др. (2015). Агротехнологические основы создания усовершенствованных форм микробных биопрепаратов для земледелия [Agrotechnological bases for creating improved forms of microbial biological products for agriculture]. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya* [Agricultural biology], vol. 50, no. 3, pp. 369-376.

10. Муродова, С.С., Давранов, К.Д. (2014). Комплексные микробные препараты. Применение в сельском хозяйстве

практике [Complex microbial preparations. Application in agricultural practice]. *Biotechnologia acta.*, vol. 7, no. 6, pp. 92-101.

11. Petrova, S.N., Parakhin, N.V. (2013). Mikrobnye preparaty kak sposob formirovaniya effektivnykh rastitel'no-mikrobnykh sistem [Microbial preparations as a way to form effective plant-microbial systems]. *Zernobobovye i krupnyane kul'tury* [Legumes and great crops], no. 2 (6), pp. 86-91.

12. Arough, Y.K., Sharifi, R.S., Sharifi, R.S. (2016). Bio fertilizers and zinc effects on some physiological parameters of triticale under water-limitation condition. *Journal of Plant Interactions*, vol. 11:1, pp. 167-177.

13. Fomicheva, N., Rabinovich, G., Kashkova, A. (2023). The effect of the biopreparation of LPB on the yield of vegetable crops. *E3S Web of Conferences*, vol. 390, pp. 01016-01021.

14. Konova, A.M., Prudnikova, A.G., Gavrilova, A.Yu. (2021). Upravlenie produktivnost'yu l'na-dolguntsa putem obrabotki semyan mikroelementami i nanopreparatom [Controlling the productivity of fiber flax by treating seeds with microelements and nanopreparations]. *Agrarnyi nauchnyi zhurnal* [Agrarian scientific journal], no. 12, pp. 27-31.

15. Yablokov, A.G., Ol'khovskaya, I.P., Krokhmal', I.I. (2019). Otvetnaya reaktsiya semyan l'na na vozdeystvie nanochastits zheleza i tsinka [Response of flax seeds to the effects of iron and zinc nanoparticles]. *Sovremennye tendentsii razvitiya tekhnologii zdorov'esberezeniya: sbornik trudov Sed'moi nauchnoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, Moskva, 19 dekabrya 2019 g.* [Modern trends in the development of health-saving technologies: proceedings of the Seventh Scientific Conference with international participation, Moscow, December 19, 2019]. Moscow, vol. 12, pp. 133-138.

16. Nilavukkarasia, M., Vijayakumar, S., Prathipkumar, S. (2020). Capparid zeylanicamediated bio-synthesized ZnO nanoparticles as antimicrobial, photocatalytic and anticancer applications. *Materials Science for Energy Technologies*, vol. 3, pp. 335-343.

17. Ahmad, W., Kalra, D. (2020). Green synthesis, characterization and antimicrobial activities of ZnO nanoparticles using *Euphorbia hirta* leaf extract. *Journal of King Saud University — Science*, vol. 32, pp. 2358-2364.

18. Ali, A., Phull, A.-R., Zia, M. (2018). Elemental zinc to zinc nanoparticles: is ZnO NPs crucial for life? Synthesis, toxicological, and environmental concerns. *Nanotechnol Rev.*, vol. 7 (5), pp. 413-441.

19. Prasad, T.N. V.K.V., Sudhakar, P., Sreenivasulu, Y. et al. (2012). Effect of nanoscale zinc oxide particles on the germination, growth and yield of peanut. *Journal of Plant Nutrition*, vol. 35:6, pp. 905-927.

20. De la Rosa G., López-Moreno, M.L., de Haro, D. et al. (2013). Effects of ZnO nanoparticles in alfalfa, tomato, and cucumber at the germination stage: Root development and X-ray absorption spectroscopy studies. *Pure Appl. Chem.*, vol. 85, no. 12, pp. 2161-2174.

21. Nandhini, M., Rajini, S.B., Udayashankar, A.C. et al. (2019). Biofabricated zinc oxide nanoparticles as an eco-friendly alternative for growth promotion and management of downy mildew of pearl millet. *Crop Protection*, vol. 121, pp. 103-112.

Информация об авторах:

Любимова Надежда Андреевна, кандидат химических наук, научный сотрудник, ВНИИМЗ — филиал ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5831-5000>, n.nemygina@gmail.com

Рабинович Галина Юрьевна, доктор биологических наук, профессор, заведующий отделом биотехнологий, ВНИИМЗ — филиал ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5060-6241>, 2016vniimz-noo@list.ru

Information about the authors:

Nadezhda A. Lyubimova, candidate of chemical sciences, researcher, VNIIMZ — branch of Federal Research Centre Dokuchaev Soil Science Institute, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5831-5000>, n.nemygina@gmail.com

Galina Yu. Rabinovich, doctor of biological science, professor, head of the department of biotechnology, VNIIMZ — branch of Federal Research Centre Dokuchaev Soil Science Institute, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5060-6241>, 2016vniimz-noo@list.ru





Научная статья

УДК 633.313:631.5:631.53.02(470.40/43)

doi: 10.55186/25876740_2024_67_3_278

ФОРМИРОВАНИЕ АГРОЦЕНОЗА ЛЮЦЕРНЫ ИЗМЕНЧИВОЙ ДАРЬЯ В ПОКРОВНЫХ ПОСЕВАХ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

И.В. Епифанова

Федеральный научный центр лубяных культур, Тверь, Россия

Аннотация. Исследования проводили на опытном поле ФГБНУ ФНЦ ЛК — ОП «Пензенский НИИСХ». Научная новизна исследований состоит в определении лучших покровных культур, влиянии их норм высева на формирование агроценоза люцерны изменчивой Дарья в условиях лесостепи Среднего Поволжья. Цель исследований — разработать элементы технологии люцерны изменчивой сорта Дарья на корм, базирующиеся на подборе покровных культур и их норм высева, обеспечивающие оптимальные условия для формирования травостоя в условиях лесостепи Среднего Поволжья. В задачи исследований входило: изучить особенности формирования агроценоза люцерны изменчивой в подпокровных и беспокровных посевах; провести подбор покровных культур и их норм высева, способствующих оптимальному развитию густоты травостоя люцерны изменчивой. Исследования проводили в полевом севообороте в двухфакторном полевом опыте в двух закладках в 2020–2021 гг., были выявлены наиболее оптимальные приемы возделывания покровных культур. В вариантах опыта с льном масличным и ячменем при 60% норме высева сохранность растений была на уровне с контролем — 74 и 71 шт./м² (от -2,6 до -6,6%). В 1 год жизни в среднем по нормам высева в подпокровных посевах происходит достоверное снижение сохранности люцерны (от -19,3 до -36,1% к контролю). На 2 год зимостойкость растений существенно повышается при снижении нормы высева до 80% в вариантах с крамбе абиссинской, горчицей белой и льном масличным (от +8,1 до +8,8%) в сравнении со 100% нормой высева. При снижении нормы высева до 60% по всем покровным культурам отмечен достоверный рост сохранности растений люцерны (+9,3%). К концу вегетации 2 и 3 года жизни люцерны сохранность и зимостойкость растений по изучаемым факторам существенно не меняется и остается на уровне с контрольным вариантом.

Ключевые слова: покровная культура, норма высева, погодные условия, сорт, люцерна, кормовая продуктивность, формирование агроценоза

Благодарности: работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках Государственного задания (FGSS-2022-0008) ФГБНУ «Федеральный научный центр лубяных культур».

Original article

FORMATION OF THE AGROCENOSIS OF ALFALFA CHANGEABLE DARIA IN COVER CROPS IN THE CONDITIONS OF THE FOREST-STEPPE OF THE MIDDLE VOLGA REGION

I.V. Epifanova

Federal Research Center for Bast Fiber Crops, Tver, Russia

Abstract. The research was carried at the experimental field Federal Research Center for Bast Fiber Crops — Separate division “Penza Research Institute of Agriculture”. The scientific novelty of the research consists in determining the best cover crops, the influence of their seeding rates on the formation of the agroecocenosis of alfalfa changeable Daria in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region. The purpose of the research is to develop elements of the technology of alfalfa of the variable Darya variety for feed, based on the selection of cover crops and their seeding rates, providing optimal conditions for the formation of herbage in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region. The purpose of the research is to develop elements of the technology of alfalfa of the variable Darya variety for feed, based on the selection of cover crops and their seeding rates, providing optimal conditions for the formation of herbage in the conditions of the forest-steppe of the Middle Volga region. The objectives of the research included: to study the features of the formation of the agroecocenosis of alfalfa variable in subcover and non-cover crops; to select cover crops and their seeding rates that contribute to the optimal development of the density of alfalfa variable herbage. The research was carried out in field crop rotation in a two-factor field experiment in 2 bookmarks in 2020–2021, the most optimal cultivation techniques were identified: cover crops. In the variants of the experiment with oilseed flax and barley at 60% seeding rate, plant safety was at the level with the control — 74 and 71 pcs/m² (from -2.6 to -6.6%). In the 1st year of life, on average, according to seeding standards in subcover crops, there is a significant decrease in the safety of alfalfa (from -19.3 to -36.1% of the control). For 2 years, the winter hardiness of plants increases significantly with a decrease in the seeding rate to 80% in variants with Abyssinian crambe, white mustard and oilseed flax (from +8.1 to +8.8%) compared with 100% seeding rate. With a decrease in the seeding rate to 60%, a significant increase in the safety of alfalfa plants was noted for all cover crops (+9.3%). By the end of the growing season of 2 and 3 years of alfalfa life, the safety and winter hardiness of plants according to the studied factors does not change significantly and remains at the level with the control variant.

Keywords: cover crop, seeding rate, weather conditions, variety, alfalfa, feed productivity, agroecocenosis formation

Acknowledgments: the research 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 (FGSS-2022-0008) of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops.

Введение. Лидирующее положение среди возделываемых трав занимает люцерна. По сравнению с другими бобовыми культурами люцерна отличается высокой урожайностью зеленой массы, зимостойкостью, засухоустойчивостью, способностью к быстрому отрастанию после скашивания, отзывчивостью на орошение и удобрения [1, 2].

Согласно исследованиям ученых ВНИИК, широкорядные разреженные посевы люцерны имеют неоспоримое преимущество перед сплошными беспокровными [3].

В условиях Пензенской области при возделывании клевера панонского был получен наи-

больший коэффициент энергетической эффективности — 3,4 ед. под покровом льна и под покровом ячменя — 2,2–2,3 ед. [4].

Наибольшая урожайность и выход питательных веществ люцерны в условиях Волгоградской области получены под покровом горчицы [5].

В связи с интродукцией и расширением посевов новых сортов масличных культур, созданных селекционерами нашего института, возник интерес к их использованию в качестве покровной культуры [6].

Исходя из обзора источников литературы, содержащих информацию по изучению покровных культур, можно сделать вывод, что единого

мнения по данному вопросу не существует, требуется дополнительная разработка и изучение в нашей зоне.

Научная новизна исследований состоит в определении лучших покровных культур, влиянии их норм высева на формирование агроценоза люцерны изменчивой Дарья в условиях лесостепи Среднего Поволжья.

Цель исследований — разработать элементы технологии люцерны изменчивой сорта Дарья на корм, базирующиеся на подборе покровных культур и их норм высева, обеспечивающие оптимальные условия для формирования травостоя в условиях лесостепи Среднего Поволжья.



В задачи исследований входило:

- изучить особенности формирования агроценоза люцерны изменчивой в подпокровных и беспокровных посевах;
- провести подбор покровных культур и их норм высева, способствующих оптимальному развитию густоты травостоя люцерны изменчивой.

Методика исследований. Научную работу проводили на поле кормового севооборота ФГБНУ ФНЦ ЛК — ОП «Пензенский НИИСХ». Почва опытного участка — выщелоченный среднетяжелосуглинистый чернозем. Агробиохимические показатели пахотного слоя почвы: содержание гумуса — 6,2-6,3% по Тюрину и Симаковой (ГОСТ 26213-91); pH солевое — 5,3 потенциометрически (ГОСТ 26483-85); высокая емкость поглощения — 35,51-35,62 мг-экв./100 г почвы по Каппену (ГОСТ 27821-88), Н гидр. — 5,46 по Каппену (ГОСТ 26212-91); содержание легкогидролизуемого азота — 85-97 мг/кг по Корнфилду, содержание подвижного фосфора — 165 и обменного калия — 133 мг/кг почвы по Чирикову (ГОСТ 26204-91).

Объектом исследований являются люцерна изменчивая сорта Дарья (*Medicago x varia Martyn.*), ячмень яровой Пересвет (*Hordeum vulgare L.*), лен масличный Ермак (*Linum usitatissimum L.*), рыжик яровой Велес (*Camelina sativa L.*), горчица белая Люция (*Sinapis alba L.*), крэмбе абиссинская Полет (*Crambe abyssinica L.*).

Экспериментальная работа по изучению влияния покровных культур и их норм высева в технологии возделывания люцерны изменчивой на кормовые цели проводится в двухфакторном полевом опыте в двух закладках (2020-2021 гг.) на опытном поле лаборатории селекционных технологий. Сопутствующие наблюдения проводили на протяжении трех лет жизни (2020-2022 гг.) и (2021-2023 гг.)

Схема опыта:

Контроль — без покрова;

Фактор А — покровная культура: 1. ячмень; 2. лен масличный; 3. рыжик яровой; 4. крэмбе абиссинская; 5. горчица белая.

Фактор В — норма высева покровной культуры: 1. 100%; 2. 80%; 3. 60%.

Полная норма высева (100%): ячменя — 4,5 млн, льна масличного — 8 млн, рыжика ярового — 8 млн, крэмбе абиссинской — 2,5 млн, горчицы белой — 2 млн.

Площадь делянки 2-го порядка — 5 м², повторность 3-кратная.

Норма высева люцерны — 6 млн всхожих семян/га, посев рядовой.

Опыты проводили в соответствии с методическими указаниями Б.А. Доспехова (1985), ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса (1986), Россельхозакадемии (1993), ВИР (1985), Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур (1971) и других научных учреждений [7, 8, 9, 10, 11].

При проведении фенологических наблюдений за ростом и развитием отмечали фазы всходов (отрастания — на 2 год), стеблевания (кущения), ветвления, бутонизации, начала цветения, отрастания отавы, окончания вегетации.

Подсчет стеблей на каждом варианте на площадках 0,25 м².

Содержание абсолютно сухого вещества в зеленой массе определяли весовым методом, путем высушивания измельченных навесок до постоянного веса при температуре 105°C.

Учет зеленой массы проводили путем скашивания всей делянки.

Математическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа [7].

Результаты исследований. Сорт люцерны изменчивой Дарья с 2015 г. включен в Госреестр селекционных достижений по трем регионам — Средневолжскому, Волго-Вятскому и Центрально-Черноземному. На данный сорт получен патент № 8697 [12].

Проведенные исследования показали, что на густоту травостоя и сохранность растений люцерны Дарья в различной степени повлияли погодные условия, покровные культуры и их нормы высева.

В условиях **2020 г.** за май выпало 55,3 мм осадков — на 11,8 мм больше среднегогодового значения нормы, среднесуточная температура воздуха была меньше среднегогодового значения на 1,2°C (рис.).

В июне выпало 46,7 мм осадков — на 6,4 мм ниже нормы на фоне температуры воздуха выше среднегогодового значения на 0,7°C, ГТК за месяц составил 2,1 (период с обильным увлажнением).

В июле выпало 33,2 мм осадков — на 29,9 мм меньше нормы, среднесуточная температура воздуха выше среднегогодового значения на 2,2°C и ГТК за месяц составил 0,8 (засушливый период).

Сумма осадков за август составила 68,7 мм, что на 39,1% выше нормы, температура воздуха была ниже среднегогодовой на 0,9°C и ГТК за данный период составил 0,6 (очень засушливый период).

В сентябре среднесуточная температура была на 1,7°C выше среднегогодовой при незначительном выпадении осадков — 10,9 мм (норма 45,5 мм), ГТК=0,38 (очень засушливый период). В целом за период май-сентябрь 2020 г. ГТК был на уровне 0,8 (засушливые условия).

В условиях **2021 г.** за май выпало 39,1 мм осадков — на 4,4 мм меньше нормы, температура воздуха за месяц была выше среднегогодовой на 3,5°C.

В июне выпало 73,8 мм осадков (на 39,0% выше нормы), средняя температура воздуха превысила среднегогодовую на 3,4°C и ГТК=1,17 (увлажненный период).

В июле количество осадков выпало на 8,6 мм (на 13,6%) меньше среднегогодовых данных при температуре воздуха выше нормы на 3,6°C, ГТК=0,79 (засушливый период).

В августе сумма осадков составила 69,1 мм, что на 39,9% выше среднегогодового значения, температура воздуха была выше нормы на 4,3°C и ГТК=0,79 (засушливый период).

В целом за период май-сентябрь ГТК=1,00 (нормальное увлажнение).

В условиях **2022 г.** за май выпало 62,0 мм осадков при температуре воздуха 18,4°C (на 42,5% и 4,8°C выше нормы).

Количество осадков в июне было на уровне 56,4 мм при средней температуре воздуха выше среднегогодовой на 3,3°C и ГТК=1,1 (нормальное увлажнение).

В июле выпало 93,0 мм осадков (на 47,4%) больше среднегогодовых данных, температура воздуха за месяц выше нормы на 0,7°C при ГТК=1,6 (избыточное увлажнение).

Август характеризовался жаркой и засушливой погодой — 0,6 мм осадков при температуре воздуха выше нормы на 5,4°C.

В целом за период май-сентябрь ГТК=1,2, что характерно для достаточного увлажнения.

В условиях **2023 г.** в мае количество осадков составило 19,4 мм — на 24,1 мм (на 55,4%) меньше среднегогодовых данных при температуре воздуха на 0,7°C выше нормы.

В июне выпало 95,5 мм осадков при средней температуре воздуха ниже среднегогодовой на 2,3°C, ГТК за месяц составил 2,1 (избыточное увлажнение).

Количество осадков в июле было на уровне 49,5 мм (на 21,6%) меньше среднегогодовых данных при температуре воздуха на 1,0°C выше нормы и ГТК=0,8 (засушливый период).

В августе сумма осадков составила 22,0 мм, что на 55,5% ниже среднегогодового значения на фоне температуры воздуха выше нормы на 2,6°C, при ГТК=0,4 (очень засушливый период).

В целом за период май-сентябрь ГТК=1,2 (достаточное увлажнение).

В первый год жизни люцерны угнетающее влияние покровных культур сказалось на выживаемости растений. Анализируя их состояние в конце вегетации можно сказать, что наиболее развитыми были растения на беспокровном варианте, при посеве под покров льна масличного и ячменя.

Известно, что по мере роста покровных культур питание и освещенность подпокровных трав снижается, и важно проследить период наступления максимального затемнения. Всходы в данный период наиболее чувствительны к стрессовым условиям, что может привести к сильному изреживанию травостоя [4].

В проведенных нами исследованиях этот период наступает раньше под покровом горчицы белой, крэмбе абиссинской и рыжика ярового.

Согласно проведенным исследованиям густота посевов люцерны увеличивается по мере снижения нормы высева покровных культур. В 1 закладке в первый год жизни, независимо от нормы высева люцерны, при посеве под лен густота травостоя была наибольшей — 66 шт./м² (-3,0% к контролю) (табл. 1). Наименьшая сохранность растений отмечена при возделывании крэмбе абиссинской — 48 шт./м² (-29,4% к контролю).

При максимальной норме высева покровных культур сохранность растений колебалась в пределах от 24,7 до 31,5%. Независимо от покровной культуры существенное различие отмечено при снижении нормы высева от 100 до 60% — от 27,0 до 31,7-35,5% (от +17,4 до +31,5% к контролю).

На второй год жизни более высокая зимостойкость в варианте с ячменем (от 93,5 до 96,7%) и льном масличным (от 85,9 до 95,7%). На 2 год жизни существенно уступает по зимостойкости вариант с горчицей белой в сравнении с ячменем — 86,7% (-7,9% к контролю).

С уменьшением нормы высева до 60% отмечен достоверный рост зимостойкости растений — 94,5% (+9,1%) в сравнении со 100% нормой высева.

К третьему году жизни влияние покровных культур и норм высева снизилось — зимостойкость и сохранность растений по вариантам опыта менялась несущественно.

Во 2 закладке опыта в более благоприятных по увлажнению условиям 2021 г. сохранность растений была выше, чем в предыдущем 2020 г.

Перед уходом в зиму в первый год жизни люцерны лучший показатель сохранности густота травостоя был в контрольном варианте — 83 шт./м². Все подпокровные посевы существенно уступали контрольному варианту — от 67 до 53 шт./м² растений (от -19,3 до 36,1%).

Сохранность растений в 1 год жизни по покровным культурам при 100% норме высева колебалась от 26,4 до 36,6%. Наибольшее различие с уменьшением нормы высева до 60%



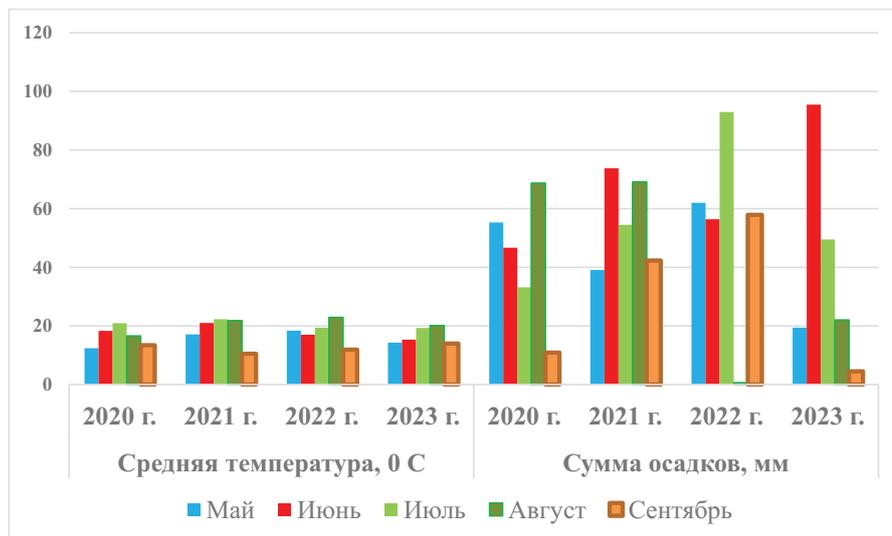


Рисунок. Характеристика вегетационных периодов (2020-2023 гг.)
Figure. Characteristics of growing seasons (2020-2023)

Таблица 1. Динамика формирования густоты стояния люцерны изменчивой Дарья при различных покровных культурах и их нормах высева по годам использования
Table 1. Dynamics of the formation of the density of standing alfalfa changeable Daria with different cover crops and their seeding rates by years of use

| Покровная культура (Фактор А) | Норма высева покровной культуры, % (Фактор В) | 1 год сохранность | | 2 год | | 3 год сохранность | |
|-------------------------------|---|--------------------|------|------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|
| | | шт./м ² | % | зимостойкость, % | сохранность к уборке, % | зимостойкость, % | сохранность к уборке, % |
| 2020-2022 гг. | | | | | | | |
| Контроль без покрова | | 68 | 38,2 | 87,9 | 93,2 | 87,5 | 98,0 |
| Ячмень | 100 | 56 | 31,5 | 93,5 | 92,0 | 86,8 | 97,4 |
| | 80 | 61 | 34,3 | 92,2 | 96,3 | 87,3 | 97,7 |
| | 60 | 70 | 39,3 | 96,7 | 97,4 | 87,2 | 98,0 |
| Лен масличный | 100 | 52 | 29,2 | 85,9 | 91,3 | 86,3 | 97,0 |
| | 80 | 67 | 37,6 | 94,7 | 96,8 | 86,7 | 96,9 |
| | 60 | 80 | 44,9 | 95,7 | 97,4 | 97,0 | 97,3 |
| Рыжик яровой | 100 | 44 | 24,7 | 88,2 | 90,3 | 84,5 | 97,0 |
| | 80 | 50 | 28,1 | 90,0 | 95,1 | 85,2 | 97,3 |
| | 60 | 55 | 30,9 | 95,6 | 95,5 | 84,8 | 97,6 |
| Крамбе абиссинская | 100 | 42 | 23,6 | 84,8 | 85,0 | 87,7 | 96,8 |
| | 80 | 49 | 27,5 | 92,3 | 89,2 | 85,1 | 96,9 |
| | 60 | 53 | 29,8 | 93,0 | 89,3 | 85,4 | 97,2 |
| Горчица белая | 100 | 46 | 25,8 | 80,6 | 85,9 | 80,1 | 96,7 |
| | 80 | 55 | 30,9 | 87,8 | 89,7 | 82,4 | 96,9 |
| | 60 | 58 | 32,6 | 91,7 | 90,1 | 82,0 | 97,0 |
| 2021-2023 гг. | | | | | | | |
| Контроль без покрова | | 83 | 46,6 | 88,4 | 94,9 | 88,1 | 99,0 |
| Ячмень | 100 | 58 | 32,6 | 87,6 | 94,9 | 87,7 | 99,1 |
| | 80 | 64 | 36,0 | 92,4 | 98,2 | 87,4 | 98,7 |
| | 60 | 71 | 39,9 | 93,7 | 98,5 | 86,9 | 99,0 |
| Лен масличный | 100 | 65 | 36,6 | 85,3 | 94,5 | 86,9 | 98,6 |
| | 80 | 67 | 37,7 | 91,5 | 99,1 | 88,5 | 99,0 |
| | 60 | 68 | 38,3 | 93,9 | 99,0 | 89,0 | 98,7 |
| Рыжик яровой | 100 | 51 | 28,7 | 85,3 | 94,1 | 86,1 | 98,1 |
| | 80 | 63 | 35,4 | 90,1 | 95,8 | 87,0 | 98,4 |
| | 60 | 68 | 38,3 | 93,9 | 96,0 | 87,7 | 99,0 |
| Крамбе абиссинская | 100 | 55 | 30,9 | 78,7 | 90,1 | 84,0 | 98,0 |
| | 80 | 60 | 33,8 | 84,4 | 94,7 | 86,1 | 98,0 |
| | 60 | 64 | 36,0 | 87,7 | 94,9 | 86,0 | 98,2 |
| Горчица белая | 100 | 47 | 26,4 | 78,5 | 89,9 | 83,5 | 97,4 |
| | 80 | 51 | 28,7 | 84,3 | 93,9 | 85,9 | 98,1 |
| | 60 | 62 | 34,9 | 85,0 | 94,2 | 86,1 | 98,5 |

в сравнении со 100% нормой высева у горчицы белой и рыжика ярового — от 26,4 до 34,9 шт./м² и от 28,7 до 38,3% (+24,4 до +25,1%). В варианте со льном масличным оно было наименьшим — от 36,6 до 38,3 шт./м². Независимо от покровной культуры по нормам высева происходит существенный рост сохранности растений — от 25,8 до 30,9-32,6% (от +16,5 до +20,8%).

На второй год жизни зимостойкость в варианте с ячменем и льном масличным была на уровне с контролем — 91,2 и 90,2% (от +3,2 до +2,0%). Существенное снижение зимостойкости отмечено при возделывании горчицы белой — 82,6% (-6,6% к контролю), по отношению к вариантам с ячменем и льном масличным показатель растет от +8,4 до +9,4%.

Независимо от покровной культуры при снижении нормы высева до 60% идет достоверный рост зимостойкости растений — от 83,1 до 88,5-90,8% (от +6,7 до +9,3%) в сравнении со 100% нормой высева.

Сохранность и зимостойкость растений к концу вегетации 2 и 3 лет жизни по культурам и нормам высева существенно не меняется и остается на уровне с контрольным вариантом (беспокровным посевом).

В среднем по 2 закладкам отмечено достоверное снижение сохранности люцерны в подпокровных посевах в среднем по нормам высева (от -11,8 до -30,2% к контролю).

В вариантах опыта с льном масличным и ячменем при 60% норме высева сохранность растений была 74 и 71 шт./м² — на уровне с контрольным вариантом (от -2,6 до -6,6%) (табл. 2, 3).

На 2 год зимостойкость растений существенно повышается при снижении нормы высева до 80% в вариантах опыта с крамбе абиссинской, горчицей белой и льном масличным (от +8,1 до +8,8%) в сравнении со 100% нормой высева. При снижении нормы высева до 60% по всем изучаемым культурам отмечен достоверный рост сохранности (+9,3%) в сравнении со 100% нормой высева.

Сохранность и зимостойкость растений к концу вегетации 2 и 3 годов жизни по культурам и нормам высева существенно не меняется и остается на уровне с контрольным вариантом (беспокровным посевом).

Выводы. Результаты исследований 2020-2023 гг. позволяют сделать выводы о влиянии покровных культур и их норм высева на формирование агроценоза люцерны изменчивой сорта Дарья.

1. В 1 год жизни в среднем по двум закладкам в вариантах с льном масличным и ячменем сохранность люцерны составила 74 и 71 шт./м² (от -2,6 до -6,6%) на уровне с контрольным вариантом.

2. Происходит достоверное снижение сохранности растений в 1 год жизни в среднем по нормам высева в подпокровных посевах (от -19,3 до -36,1% к контролю).

3. На 2 год зимостойкость растений существенно повышается при снижении нормы высева до 80% в вариантах опыта с крамбе абиссинской, горчицей белой и льном масличным (от +8,1 до +8,8%) в сравнении со 100% нормой высева. При снижении нормы высева до 60% по всем изучаемым культурам отмечен достоверный рост сохранности (+9,3%) в сравнении с 100% нормой высева.

4. Влияние изучаемых факторов к концу вегетации 2 года жизни снижается, сохранность растений к уборке и зимостойкость на 3 год жизни остается на уровне с контрольным вариантом (беспокровным посевом).



Таблица 2. Динамика формирования густоты стояния люцерны изменчивой Дарья при различных покровных культурах и их нормах высева по годам пользования, в среднем по 2 закладкам
Table 2. Dynamics of the formation of the density of standing alfalfa changeable Daria under various cover crops and their seeding rates by year of use, on average for 2 bookmarks

| Покровная культура (Фактор А) | Норма высева покровной культуры, % (Фактор В) | 1 год сохранность | | 2 год | | 3 год сохранность | |
|-------------------------------|---|--------------------|------|-----------------------|---------------------------------|-----------------------|---------------------------------|
| | | шт./м ² | % | зимостой- кость, % | сохран- ность к уборке, % | зимостой- кость, % | сохран- ность к уборке, % |
| 2020-2023 гг. | | | | | | | |
| Контроль без покрова | | 76 | 42,4 | 88,2 | 94,1 | 87,8 | 98,5 |
| Ячмень | 100 | 57 | 32,0 | 90,6 | 93,5 | 87,3 | 98,3 |
| | 80 | 63 | 35,1 | 92,3 | 97,3 | 87,4 | 98,2 |
| Лен масличный | 60 | 71 | 39,6 | 95,2 | 98,0 | 87,1 | 98,5 |
| | 100 | 59 | 32,9 | 85,6 | 92,9 | 86,6 | 97,8 |
| Рыжик яровой | 80 | 67 | 37,7 | 93,1 | 98,0 | 87,6 | 98,0 |
| | 60 | 74 | 41,6 | 94,8 | 98,2 | 88,0 | 98,0 |
| Крамбе абиссинская | 100 | 48 | 26,7 | 86,8 | 92,2 | 85,3 | 97,6 |
| | 80 | 57 | 31,8 | 90,1 | 95,5 | 86,1 | 97,9 |
| Горчица белая | 60 | 62 | 34,6 | 94,8 | 95,8 | 86,3 | 98,3 |
| | 100 | 49 | 27,3 | 81,8 | 87,6 | 85,9 | 97,4 |
| Горчица белая | 80 | 59 | 30,6 | 88,4 | 92,0 | 85,6 | 97,5 |
| | 60 | 54 | 32,9 | 90,4 | 92,1 | 85,7 | 97,6 |
| Горчица белая | 100 | 47 | 26,1 | 79,6 | 87,9 | 81,8 | 97,1 |
| | 80 | 53 | 29,8 | 86,1 | 91,8 | 84,2 | 97,5 |
| Горчица белая | 60 | 60 | 33,7 | 88,4 | 92,2 | 84,1 | 97,9 |

Таблица 3. Динамика формирования густоты стояния люцерны изменчивой Дарья при различных покровных культурах и их нормах высева, по 3 годам пользования, в среднем по факторам (2020-2023 гг.)
Table 3. Dynamics of the formation of the density of standing alfalfa changeable Daria with various cover crops and their seeding rates, in the 3 year of use, on average by factors (2020-2023)

| Фактор А — Покровная культура | 1 год сохранность | | 2 год | | 3 год | |
|---|--------------------|------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|----------------------------|
| | шт./м ² | % | зимостой- кость, % | сохранность к уборке, % | зимостой- кость, % | сохранность к уборке, % |
| Контроль | 76 | 42,4 | 88,2 | 94,1 | 87,8 | 98,5 |
| Ячмень | 63 | 35,6 | 92,7 | 96,2 | 87,2 | 98,3 |
| Лен масличный | 67 | 37,4 | 91,2 | 96,4 | 87,4 | 97,9 |
| Рыжик яровой | 55 | 31,0 | 90,5 | 94,5 | 85,9 | 97,5 |
| Крамбе абиссинская | 54 | 30,3 | 86,8 | 90,5 | 85,7 | 97,5 |
| Горчица белая | 53 | 29,9 | 84,7 | 90,6 | 83,3 | 97,6 |
| НСР ₀₅ | | 5,6 | | 6,0 | | 5,8 |
| Фактор В — Норма высева покровной культуры (от полной) | | | | | | |
| 100% | 52 | 29,0 | 84,8 | 90,8 | 85,4 | 97,6 |
| 80% | 59 | 33,0 | 90,0 | 94,9 | 86,2 | 97,8 |
| 60% | 65 | 36,5 | 92,7 | 95,2 | 86,2 | 98,1 |
| НСР ₀₅ | | 5,9 | | 6,2 | | 6,1 |

Список источников

1. Каримов Х.З., Гареев Р.Г., Шайтанов О.Л. Люцерна на семена в Татарстане. Казань: Центр оперативной печати, 2003. С. 20-24.
2. Canevari, W.M. (2000). Overseeding and companion cropping in alfalfa. *University of California. Division of Agriculture*, 31 p.
3. Михайличенко Б.П., Переpravо Н.И., Рябова В.Э. Семеноводство многолетних трав: практические рекомендации по освоению технологий производства семян основных видов многолетних трав / ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса. М., 1999. 143 с.

4. Игнатьев А.С. Влияние покровных культур на продуктивность клевера панонского (Trifolium pannonicum Jacq.): дис. ... канд. с.-х. наук. Пенза, 2012. 143 с.
5. Егорова Г.С., Петрунина Л.В. Влияние минеральных удобрений на кормовые достоинства травосмеси люцерны + эспарцет // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2008. № 1 (9). С. 66-70.
6. Прахова Т.Я., Кабунина И.В. Эффективность возделывания нетрадиционных маслических культур в зависимости от норм высева // Аграрный научный журнал. 2022. № 10. С. 62-66.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

Информация об авторе:

Епифанова Ирина Васильевна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории селекционных технологий,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0892-7153>, i.epifanova.pnz@fncl.ru

Information about the author:

Irina V. Epifanova, candidate of agricultural sciences, senior researcher of the laboratory of selection technologies,
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0892-7153>, i.epifanova.pnz@fncl.ru

8. Смургин М.А. и др. Методические указания по проведению исследований в семеноводстве многолетних трав. М.: ВНИИК, 1986. 135 с.

9. Методические указания по селекции и первичному семеноводству многолетних трав. М.: Россельхозакадемия, 1993. 112 с.

10. Методические указания по селекции многолетних трав. М.: ВИР, 1985. 188 с.

11. Бакшеева И.И. и др. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Зерновые и зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. М.: Колос, 1971. 239 с.

12. Епифанова И.В., Тимошкин О.А., Лапина М.Ш. Селекция люцерны для возделывания в одновидовых и смешанных посевах в лесостепи Среднего Поволжья // Кормопроизводство. 2015. № 9. С. 25-29.

References

1. Karimov, Kh.Z., Gareev, R.G., Shaitanov, O.L. (2003). *Lyutserna na semena v Tatarstane* [Alfalfa for seeds in Tatarstan]. Kazan, Center for operational printing, pp. 20-24.
2. Canevari, W.M. (2000). Overseeding and companion cropping in alfalfa. *University of California. Division of Agriculture*, 31 p.
3. Mikhailichenko, B.P., Perepravо, N.I., Ryabova, V.Eh. (1999). *Semenovodstvo mnogoletnikh trav: prakticheskie rekomendatsii po osvoeniyu tekhnologii proizvodstva semyan osnovnykh vidov mnogoletnikh trav* [Seed production of perennial grasses: practical recommendations on the development of seed production technologies for the main types of perennial grasses]. Moscow, 143 p.
4. Ignat'ev, A.S. (2012). *Vliyaniye pokrovnykh kul'tur na produktivnost' klevera panonskogo (Trifolium pannonicum Jacq.)* [The influence of cover crops on the productivity of Pannonian clover (Trifolium pannonicum Jacq.)]. Cand. agricultural sci. diss. Penza, 143 p.
5. Egorova, G.S., Petrunina, L.V. (2008). *Vliyaniye mineral'nykh udobreniy na kormovoye dostoinstva travosmesi lyutserna + ehspartset* [The effect of mineral fertilizers on the feed advantages of alfalfa + esparcet grass mixtures]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Proceedings of Nizhnevolzhskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education], no. 1 (9), pp. 66-70.
6. Prakhova, T.Ya., Kabunina, I.V. (2022). *Ehffektivnost' vozdeleyvaniya netraditsionnykh maslichnykh kul'tur v zavisimosti ot norm vyseva* [The effectiveness of the cultivation of non-traditional oilseeds depending on the seeding rates]. *Agrarny nauchny zhurnal* [Agrarian scientific journal], no. 10, pp. 62-66.
7. Dosp'ekhov, B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy* [The methodology of field experience technique with basics of statistical processing of research results]. Moscow, Agropromizdat Publ., 351 p.
8. Smurgin, M.A. i dr. (1986). *Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu issledovaniy v semenovodstve mnogoletnikh trav* [Methodological guidelines for conducting research in the seed production of perennial herbs]. Moscow, VNIK, 135 p.
9. Russian Agricultural Academy (1993). *Metodicheskie ukazaniya po seleksii i pervichnomu semenovodstvu mnogoletnikh trav* [Guidelines for the selection and primary seed production of perennial grasses]. Moscow, Russian Agricultural Academy, 112 p.
10. VIR (1985). *Metodicheskie ukazaniya po seleksii mnogoletnikh trav* [Guidelines for the selection of perennial grasses]. Moscow, VIR, 188 p.
11. Baksheeva, I.I. i dr. (1971). *Metodika Gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. Zernovye i zernobobovye, kukuruza i kormovye kul'tury* [Methodology of State variety testing of agricultural crops. Cereals and legumes, corn and fodder crops]. Moscow, Kolos Publ., 239 p.
12. Epifanova, I.V., Timoshkin, O.A., Lapina, M.Sh. (2015). *Selektsiya lyutserny dlya vozdeleyvaniya v odnovidovykh i smeshannykh posevakh v lesostepi Srednego Povolzh'ya* [Selection of alfalfa for cultivation in single-species and mixed crops in the forest-steppe of the Middle Volga region]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], no. 9, pp. 25-29.





Научная статья

УДК 631.82:631.821.1

doi: 10.55186/25876740_2024_67_3_282

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕТРАДИЦИОННЫХ ИЗВЕСТКОВЫХ МЕЛИОРАНТОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА КАРТОФЕЛЯ, ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ И ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Л.С. Федотова¹, Н.И. Аканова², Н.А. Тимошина¹,
Е.В. Князева¹, И.А. Арсентьев¹

¹Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха,
Московская область, Россия

²Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии
имени Д.Н. Прянишникова, Москва, Россия

Аннотация. Применение конверсионного карбоната кальция (ККК), образующегося при производстве азофоски, при равном эффекте с известняковой мукой по ГОСТу Р 50261-92 позволяет сократить затраты на известкование в среднем на 40%. ККК характеризуется высокой нейтрализующей способностью (90-95% в пересчете на CaCO₃), содержит азот (0,3-0,5%) и фосфор (0,5-0,6%). К нежелательным примесям в составе ККК относятся стабильный, нерадиоактивный стронций (до 1,7%) и фтор (0,3%). Представлены результаты влияния конверсионного карбоната кальция при интенсивном использовании пашни в картофельном севообороте. Выявлено воздействие нетрадиционного мелиоранта на изменение плодородия кислой дерново-подзолистой супесчаной почвы. Результаты исследований в полевом опыте с двумя сортами картофеля: Белоснежка и Ред Скарлетт в условиях Московской области показали, что ККК — высокоэффективное быстродействующее известковое удобрение, по своему действию на агрохимические показатели почв является одной из лучших форм химического мелиоранта. Продукция, выращенная на двух разностях дерново-подзолистой почвы (супесчаная/среднесуглинистая) с использованием средней дозы минеральных удобрений (N₉₀P₉₀K₉₀) на кислой почве и произвесткованной карбонатом кальция конверсионным в возрастающих дозах: 3-6 и 4-9 т/га, по соотношению Ca/Sr (184-453 и 170-369), как индикатора качества, находилась выше пороговой величины (140). Данные динамики кислотно-основных свойств почв показали, что потери обменных оснований в пахотном слое за период 2019-2023 гг. составили: CaO — 1,7-4,9 мг/100 г и MgO — 0,9-1,8 мг/100 г почвы или в пересчете на 1 га: CaO — 51-147 кг и MgO — 27-54 кг. ККК не содержит магния, что следует учитывать при его применении. В связи с этим проведение прикорневых подкормок магниесодержащим удобрением (АгроМаг, 60% MgO) в дозах Mg₁₀₀₋₂₀₀ обеспечило прибавки урожайности раннего сорта картофеля 2,6-4,5 т/га или 13,6-23,6% к минеральному фону, а содержание обменного магния в пахотном слое почвы повысилось на 2,8-3,4 мг/100 г почвы.

Ключевые слова: плодородие, почва, кислотность, известкование, картофель, урожайность, карбонат кальция конверсионный, кальцийсодержащий отход

Original article

EFFECTIVENESS OF NON-TRADITIONAL LIME AMELIORANTS ON THE FORMATION OF PRODUCTIVITY AND QUALITY OF POTATOES, SOIL FERTILITY AND ENVIRONMENTAL SAFETY

L.S. Fedotova¹, N.I. Akanova², N.A. Timoshina¹,
E.V. Knyazeva¹, I.A. Arsenyev¹

¹Federal Potato Research Center named after A.G. Lorch, Moscow region, Russia

²All-Russian Research Institute of Agrochemistry named after D.N. Pryanishnikov,
Moscow, Russia

Abstract. The use of conversion calcium carbonate (CCC) with the same effect as limestone flour according to GOST R 50261-92 can reduce the cost of liming by an average of 40%. CCC is characterized by high neutralizing capacity (90-95% in terms of CaCO₃), contains nitrogen (0.3-0.5%) and phosphorus (0.5-0.6%). Undesirable impurities in SSC include stable, non-radioactive strontium (up to 1.7%) and fluorine (0.3%). The results of the effect of conversion calcium carbonate under the intensive use of arable land in potato crop rotation are presented. The effect of non-traditional ameliorant on changes in the fertility of acidic sod-podzolic sandy loam soil has been revealed. The results of research in a field experiment with two varieties of potatoes: Snow White and Red Scarlett, in the conditions of the Moscow region showed that CCC is a highly effective fast-acting lime fertilizer, in terms of its effect on agrochemical indicators of soils, it is one of the best forms of chemical ameliorant. Products grown on two varieties of sod-podzolic soil (sandy loam/medium loamy) using an average dose of mineral fertilizers (N₉₀P₉₀K₉₀) on acidic soil and produced by calcium carbonate conversion in increasing doses: 3-6 and 4-9 t/ha, according to the Ca/Sr ratio (184-453 and 170-369), as an indicator of quality, were above the threshold value (140). The dynamics of acid-base properties of soils showed that the losses of exchangeable bases in the arable layer for the period 2019-2023 amounted to: CaO — 1.7-4.9 mg/100 g and MgO — 0.9-1.8 mg/100 g of soil, or in terms of per hectare: CaO — 51-147 kg and MgO — 27-54 kg. In connection with this, root feeding with magnesium-containing fertilizer (АгроМаг, 60% MgO) in doses of Mg₁₀₀₋₂₀₀ provided an increase in the yield of the early potato variety of 2.6-4.5 t/ha or 13.6-23.6% to the mineral background, and the content of exchangeable magnesium in the arable soil layer increased by 2.8-3.4 mg/100 g of soil.

Keywords: fertility, soil, acidity, liming, potatoes, yield, calcium carbonate conversion, calcium-containing waste

Введение. Интенсивная хозяйственная деятельность человека приводит к кардинальным изменениям состояния пахотных почв, а без проведения фундаментальных агрохимических мероприятий часто к деградации. Об этом свидетельствуют экспериментальные

данные длительного стационарного опыта ВНИИКХ (1977-2003 гг.) по влиянию известкования и минеральных удобрений в высоконасыщенном картофелем севообороте (Федотова, 2003). В 2000 г. в этом опыте изучали последствие применения известкования (через 23 года)

и удобрений (через 16 лет), для чего было выполнено два почвенных разреза — на абсолютном контроле (без удобрений и известкования) и варианте сочетания факторов в максимальных грациях (доломитовая мука 2,0 по г.к. (или 12,8 т/га) + N₁₅₀P₁₅₀K₁₈₀) (табл. 1).



Таблица 1. Характеристика горизонтов профиля дерново-подзолистой супесчаной почвы (2000 г.) на абсолютном контроле и варианте с сочетанием известкования 2,0 по г.к. и $N_{150}P_{150}K_{180}$

Table 1. Characteristics of the horizons of the profile of sod-podzolic sandy loam soil (2000) under absolute control and the variant with a combination of liming 2.0 by g.c. and $N_{150}P_{150}K_{180}$

| Вариант | Горизонт, мощность, см | pH _{KCl} | Hг | S | Нобм | Al | V, % | CaO | MgO | K ₂ O |
|---|------------------------|-------------------|--------------------|-----|------|------|------|-------------|-----|------------------|
| | | | мг-экв/100 г почвы | | | | | мг/кг почвы | | |
| Без известкования и удобрений | A _{тпак} 0-37 | 4,7 | 3,3 | 2,0 | 0,69 | 0,1 | 38 | 320 | 130 | 30 |
| | B ₁ 50-125 | 3,7 | 4,6 | 2,7 | 4,10 | 1,2 | 37 | 240 | 90 | 57 |
| | B ₂ 125-180 | 4,1 | 1,8 | 2,8 | 0,79 | 0,7 | 61 | 210 | 120 | 35 |
| | C>190 | 4,5 | 0,4 | 2,5 | 0,20 | 0,2 | 86 | 60 | 80 | 20 |
| Доломитовая мука 2,0 г.к. + $N_{150}P_{150}K_{180}$ | A _{тпак} 0-40 | 4,9 | 2,7 | 2,4 | 0,30 | 0,03 | 47 | 450 | 170 | 40 |
| | B ₁ 50-125 | 4,3 | 1,2 | 2,2 | 0,40 | 0,06 | 65 | 250 | 100 | 50 |
| | B ₂ 125-180 | 4,5 | 0,9 | 2,7 | 0,30 | 0,21 | 75 | 300 | 150 | 35 |
| | C>190 | 4,5 | 0,4 | 2,5 | 0,20 | 0,12 | 86 | 90 | 50 | 30 |
| НСР ₀₅ | | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,23 | 0,05 | 5 | 12 | 9 | 7 |

За период с 1984 по 2000 гг. на абсолютном контроле процессы интенсивного подкисления почвенной среды развивались в подпахотном горизонте (B₁), в результате чего существенно повысились все виды почвенной кислотности (актуальная, гидролитическая и обменная), а также содержание подвижного алюминия; содержание обменных оснований снизилось по всему почвенному профилю абсолютного контроля: CaO — в 1,9-3,7 раза, MgO — в 1,7-2,5 раза. Среднегодовые потери за период 1984-2000 гг. составили: в пахотном горизонте CaO — 1,75 мг и MgO — 0,56 мг (53 и 17 кг/га), в подпахотном — 2,2 и 0,56 мг, в иллювиальном — 4,75 и 1,06 мг/100 г почвы соответственно. В то же время влияние последействия двойной дозы доломитовой муки ощутимо проявлялось во всех горизонтах профиля почвы: A_{тпак}, B₂ и даже C (иллювиальный).

В последнее время затраты на удобрения, ГСМ и пестициды значительно увеличивают себестоимость производимой продукции, ставя под сомнение целесообразность само выращивания, что является основанием поиска путей повышения эффективности удобрений, в первую очередь, путем известкования пашни, в том числе отходами промышленности, некоторые из которых можно использовать в качестве мелиорантов.

Принято считать, что выращивание картофеля не требует проведения известкования, однако, на кислых почвах снижается рентабельность сельскохозяйственного производства в целом и эффективность минеральных удобрений. Аграрии США придерживаются следующего принципа: «Первый доллар из затраченных на улучшение почвенного плодородия должен быть вложен в известкование» [1]. Применение отходов промышленности позволяет решать важные актуальные задачи: обеспечение сельскохозяйственных предприятий дешевыми известковыми материалами, территориально расположенными вблизи от потребителя, и снизить затраты при равном или более высоком эффекте по сравнению с известняковой мукой в среднем на 30-40%; реутилизацию и вторичное использование отходов, что также сократит площади земель, используемых для их складирования [2].

Конверсионный карбонат кальция (ККК) по влиянию на урожай и качество сельскохозяйственных культур не отличается от стандартной, пылевидной известняковой муки (по ГОСТу Р

50261-92). В связи с наличием в ККК азота и фосфора в первый год после его внесения азотные и фосфорные удобрения не применяют. Однако наличие токсичных примесей (стронций, фтор) сдерживает широкое применение ККК. Известно, что стронций в организме животных и человека вместе с кальцием, фосфором и другими элементами может оказывать существенное влияние на обмен веществ костной ткани. Выявлены биогеохимические провинции, где почвы обогащены Sr при недостатке кальция. В этих провинциях обнаружено эндемическое заболевание, так называемая урвовская болезнь (или стронциевый рахит), которая возникает вследствие нарушения минерального обмена и изменения соотношения Ca:Sr в организме и окружающей среде [5, 6]. Будучи токсичным сам по себе Sr обладает способностью косвенно вызывать отрицательный эффект: йод в присутствии стронция становится малодоступным для организма, вследствие чего наступает йодная недостаточность со всеми характерными для нее последствиями [5-7].

Предельная допустимая концентрация (ПДК) стронция в почве колеблется в широких пределах 600-1000 мг/кг [8]. Стронций, как и кальций, легко переходит в почвенный раствор и сорбируется почвенным поглощающим комплексом, откуда поступает в корни растений. Растения содержат от 0,0001 до 0,017% стабильного стронция [8-10]. Больше всего Sr в листьях и стеблях к концу вегетации, меньше всего — в репродуктивных органах.

На легких кислых почвах, содержащих небольшое количество обменного кальция, происходит относительно более высокое накопление стронция, чем на тяжелой суглинистой почве [10]. Результаты опытов показали, что зерновые культуры без особого вреда могут выносить замену стронцием значительной части обменного кальция в почвенном поглощающем комплексе, полная замена кальция приводит растения к гибели вследствие кальциевого истощения и токсичности стронциевых солей [11].

На поглощении стронция растениями большое влияние оказывает не только его содержание в почве, но и условия минерального питания [12]. Азотные удобрения усиливают поступление Sr в вегетативные части. Фосфорные удобрения способствуют небольшому увеличению содержания стронция в соломе и снижают его концентрацию в зерне. Калийные удобрения, в частности K₂SO₄, уменьшают поступление Sr в растения,

особенно на дерново-подзолистых супесчаных почвах, аналогичный эффект наблюдается при известковании и внесении органических удобрений [11, 13].

Цель исследований — обосновать возможности экологически безопасного использования в сельскохозяйственном производстве карбоната кальция конверсионного, выявить его влияние в возрастающих дозах на плодородие почвы, продуктивность и качество картофеля, а также экологическую безопасность окружающей среды, в том числе на содержание кальция и стронция в выращенной продукции.

Условия и методы исследований. В 2021 г. был проведен опыт по использованию в качестве мелиоранта карбоната кальция конверсионного (ККК), который является побочным продуктом производства минерального удобрения нитроаммофоски (азофоски). Исследования проводились в двух полевых опытах на двух почвенных разностях: (ЭБ «Коренево») на дерново-подзолистой супесчаной почве (пос. Коренево, Московская область) на среднераннем сорте картофеля Белоснежка (I репродукция) и (СПК «Агрофирма «Элитный картофель») на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве (с. Заворово, Московская область) на раннеспелом сорте картофеля Ред Скарлетт (I репродукция).

Уход за посадками картофеля общепринятый для зоны возделывания [3, 4]. Площадь делянок — 60 м², расположение рендомизированное, повторность 3-кратная. Сроки посадки картофеля — первая декада мая; сроки уборки — конец августа.

Формы удобрений: нитроаммофоска (N₁₆P₁₆K₁₆); ККК — марка А, сорт 1 — массовая доля суммы карбонатов кальция и магния (в пересчете на карбонат кальция) не менее 90%. ККК, кроме кальция содержит в своем составе также до 1,7% стронция.

Метеоусловия: засуха началась уже в мае 2021 г. (ГТК_{май}=0,38) и на протяжении последующих двух месяцев усугублялась (ГТК_{июнь}=0,61, ГТК_{июль}=0,50), нормальные условия увлажнения в августе не оказали существенного влияния на урожайность ранних сортов картофеля. В целом ГТК₂₀₁₁ составил 0,67, что является показателем средней засухи. Растения картофеля развивались следующим образом: фазы развития были не характерными, не было дружного цветения, наблюдалось раннее отмирание ботвы, что и определило общую картину накопления относительно низкой урожайности.



Методы исследований: закладка опыта, фенологические наблюдения, учеты роста и развития растений, урожая и его структуры были проведены согласно «Методике проведения агротехнических опытов, учетов, наблюдений и анализов на картофеле» [12]; агрохимические показатели почвы определялись по общепринятым ГОСТам. Достоверность различий между средними величинами вычисляли методом однофакторного дисперсионного анализа на 5% уровне значимости [14].

Результаты и обсуждение. Опыты с известкованием проводились во ВНИИКС вплоть до 2014 г. [15, 16], но на основной площади пашни экспериментальной базы «Коренево» (Московская область) ~ 30 га известкования не проводилось. При этом ежегодно в среднем на 1 га пашни картофельного севооборота экспериментальной базы «Коренево» вносится около 600-700 кг NPK-удобрений в физической массе. В пахотном слое пашни за последние 5 лет интенсивного ее использования наблюдается отчетливый тренд подкисления почвенной среды: увеличение актуальной и гидролитической кислотности (H_r), уменьшение степени насыщенности (V) и суммы обменных оснований (S), содержания обменных кальция и магния (табл. 2).

Потери обменных оснований в пахотном слое за период 2019-2023 гг. составили: CaO — 1,7-4,9 мг/100 г и MgO — 0,9-1,8 мг/100 г почвы или в пересчете на 1 га: CaO — 51-147 кг и MgO — 27-54 кг.

Большие потери питательных веществ в зоне дерново-подзолистых почв являются естественным природным явлением, которое усугубляется при распахке и интенсификации обработок, а также внесении минеральных удобрений [1]. Почва картофельного севооборота за время ее интенсивного использования (с 20-х годов 20 века) к периоду 2019-2023 гг. обладает низким содержанием обменного кальция — 356-374 мг/кг почвы, при том что оптимальное его содержание составляет 700-800 мг/кг. К тому же основная масса корней картофеля сосредотачивается в основном в подпахотном горизонте (B_r) дерново-подзолистых почв, который является переходным к иллювиальному и характеризуется низким плодородием (табл. 1).

Плодородие пахотных почв по основным агрохимическим показателям за последние 20 лет в большинстве субъектов Российской Федерации существенно ухудшилось [17]. Во многих регионах почвы характеризуются недостаточным содержанием подвижных форм магния, кальция, серы, микроэлементов и требуют для обеспечения сбалансированного питания растений внесения научно обоснованных доз и форм удобрений.

Примером эффективного внесения удобрений, с точки зрения плодородия дерново-подзолистой супесчаной почвы и продуктивности картофеля, являются данные по применению нового отечественного магнийсодержащего гранулированного удобрения АгроМаг (60% MgO) (табл. 3).

Прибавка урожайности сорта картофеля Жуковский ранний от проведения прикорневых подкормок магнийсодержащим удобрением в дозах $Mg_{100-200}$ составила 2,6-4,5 т/га или 13,6-23,6% к минеральному контролю, а содержание обменного магния в пахотном слое почвы повысилось на 2,8-3,4 мг/100 г почвы или до 137-143 мг/кг, что полностью покрывает ежегодные

потери этого элемента. Результаты этого опыта (табл. 3) и данные таблицы 2 свидетельствуют о том, что в первом минимуме в дерново-подзолистой почве в настоящее время оказались обменные кальций и магний, а не три основных элемента питания: N, P и K.

В связи с этим представляют несомненный интерес результаты полевых опытов по использованию в качестве мелиоранта ККК в 2021 г. (табл. 4). В полевых опытах с двумя сортами картофеля Белоснежка и Ред Скарлетт в условиях Московской области на дерново-подзолистой супесчаной/среднесуглинистой почве установлено, что применение ККК в дозах 3-6 и 4-9 т/га способствовало улучшению

кислотно-основных свойств почв, что обусловило повышение плодородия почвы и продуктивности картофеля.

Внесение ККК весной под культивацию зяби перед посадкой двух сортов картофеля на двух разностях дерново-подзолистой почвы способствовало повышению урожайности культуры. Прибавка урожайности за счет внесения ККК в 3-м (Фон + 3 и 4 т/га) и 4-м (Фон + 6 и 9 т/га) вариантах достигала: на сорте Белоснежка — 1,8-3,6 т/га (11,6-23,2%) и на сорте Ред Скарлетт — 0,4-1,5 т/га (1,7-6,5%). Применение ККК оказывало положительное влияние также на структуру урожая — наблюдалось увеличение товарности.

Таблица 2. Агрохимическая характеристика дерново-подзолистой супесчаной почвы опытного участка ЭБ «Коренево», Московская область

Table 2. Agrochemical characteristics of sod-podzolic sandy loam soil of the experimental site of the Korenevo EB, Moscow region

| Год | $pH_{ксл}$ | H_r | S | CaO | MgO | P_2O_5 | K_2O | V |
|---------|------------|---------------------|---------|-------------|-----|----------|---------|-----------|
| | | мг-экв /100 г почвы | | мг/кг почвы | | | | % |
| 2019 | 4,5-4,7 | 3,2-3,4 | 2,1-2,7 | 366 | 103 | 357-366 | 90-95 | 38,2-45,8 |
| 2020 | 4,4-4,7 | 3,3-3,6 | 2,0-2,6 | 398 | 112 | 350-368 | 107-130 | 37,7-41,9 |
| 2021 | 4,1-4,3 | 3,9-4,1 | 2,0-2,2 | 362 | 94 | 343-358 | 93-110 | 32,8-36,1 |
| 2022 | 4,4-4,5 | 4,0-4,1 | 1,9-2,1 | 361 | 101 | 378-395 | 70-80 | 31,7-34,4 |
| 2023 | 3,9-4,1 | 3,4-4,1 | 1,6-1,9 | 349 | 94 | 362-384 | 94-107 | 28,1-35,8 |
| Среднее | 4,3-4,5 | 3,6-3,9 | 1,9-2,3 | 358 | 101 | 356-374 | 91-104 | 33,7-38,8 |

Таблица 3. Урожайность картофеля и показатели плодородия почвы в зависимости от применения минеральных удобрений (2021 г.)

Table 3. Potato yield and soil fertility indicators depending on the use of mineral fertilizers (2021)

| № | Варианты | Урожайность, т/га | $pH_{ксл}$ | H_r | S | V, % | K_2O | Mg |
|---|---|-------------------|------------|--------------------|-----|------|-------------|-----|
| | | | | мг-экв/100 г почвы | | | мг/кг почвы | |
| 1 | Без удобрений | 16,9 | 4,5 | 3,27 | 2,3 | 41,3 | 149 | 94 |
| 2 | $N_{116}P_{116}K_{152}$ | 19,1 | 4,5 | 3,73 | 2,7 | 42,0 | 168 | 109 |
| 3 | $N_{116}P_{116}K_{152} + Mg_{100}$ (ArpoMar) | 21,7 | 4,7 | 3,46 | 3,0 | 46,4 | 168 | 131 |
| 4 | $N_{116}P_{116}K_{152} + Mg_{100}$ ($MgSO_4$) | 22,1 | 4,7 | 3,51 | 3,1 | 46,9 | 181 | 137 |
| 5 | $N_{116}P_{116}K_{152} + Mg_{200}$ (ArpoMar) | 23,6 | 4,9 | 3,32 | 3,2 | 49,1 | 183 | 143 |
| | HCP_{05} | 1,5 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 2,6 | 19 | 21 |

Таблица 4. Урожайность и товарность картофеля в зависимости от применения карбоната кальция конверсионного ($CaCO_3$) (2021 г.)

Table 4. Yield and marketability of potatoes depending on the use of conversion calcium carbonate ($CaCO_3$) (2021)

| Варианты | Валовой урожай, т/га | Товарность, % | Прибавка урожая к контролю | | Прибавка урожая к фону | |
|--|----------------------|---------------|----------------------------|------|------------------------|------|
| | | | т/га | % | т/га | % |
| Сорт Белоснежка, дерново-подзолистая супесчаная, ЭБ «Коренево» | | | | | | |
| 1. Без удобрений | 11,7 | 81,0 | - | - | - | - |
| 2. Фон $N_{90}P_{90}K_{90}$ | 15,5 | 89,4 | 3,8 | 32,5 | - | - |
| 3. Фон + 3 т/га $CaCO_3$ | 17,3 | 90,5 | 5,6 | 47,9 | 1,8 | 11,6 |
| 4. Фон + 6 т/га $CaCO_3$ | 19,1 | 89,0 | 7,4 | 63,2 | 3,6 | 23,2 |
| HCP_{05} | 1,4 | 1,3 | | | | |
| Сорт Ред Скарлетт, дерново-подзолистая среднесуглинистая, с. Заворово | | | | | | |
| 1. Без удобрений | 17,0 | 82,6 | - | - | - | - |
| 2. Фон $N_{90}P_{90}K_{90}$ | 23,1 | 98,3 | 6,1 | 35,9 | - | - |
| 3. Фон + 4 т/га $CaCO_3$ | 24,6 | 96,3 | 7,6 | 44,7 | 1,5 | 6,5 |
| 4. Фон + 9 т/га $CaCO_3$ | 23,5 | 92,8 | 6,5 | 38,2 | 0,4 | 1,7 |
| HCP_{05} | 1,1 | 2,1 | | | | |



Таблица 5. Показатели качества клубней картофеля в зависимости от применения карбоната кальция конверсионного (CaCO₃) (2021 г.)

Table 5. Quality indicators of potato tubers depending on the use of calcium carbonate conversion (CaCO₃) (2021)

| Варианты | Сухое вещество, % | Крахмал, % | Витамины С, мг% | Нитраты, мг/кг клубней |
|--|-------------------|------------|-----------------|------------------------|
| Сорт Белоснежка, ЭБ «Коренево» | | | | |
| 1. Без удобрений | 29,1 | 23,3 | 51,1 | 123 |
| 2. Фон — N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ | 27,1 | 21,3 | 46,2 | 409 |
| 3. Фон + 3 т/га CaCO ₃ | 26,6 | 20,9 | 49,5 | 424 |
| 4. Фон + 6 т/га CaCO ₃ | 26,9 | 21,2 | 46,5 | 518 |
| НСР ₀₅ | 0,7 | 0,5 | 3,7 | 114 |
| Сорт Ред Скарлетт, с. Заорово | | | | |
| 1. Без удобрений | 19,2 | 12,8 | 22,4 | 135 |
| 2. Фон — N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ | 18,0 | 12,2 | 25,1 | 234 |
| 3. Фон + 4 т/га CaCO ₃ | 18,0 | 12,2 | 25,4 | 258 |
| 4. Фон + 9 т/га CaCO ₃ | 18,1 | 12,4 | 24,5 | 269 |
| НСР ₀₅ | 0,5 | 0,4 | 1,6 | 91 |

Таблица 6. Физико-химические свойства почвы в зависимости от применения карбоната кальция конверсионного (CaCO₃) за вегетацию 2021 г.

Table 6. Physical and chemical properties of soil depending on the application of conversion calcium carbonate (CaCO₃) during the vegetation of 2021

| Варианты | pH _{KCl} | | Нг, мг-экв/100 г почвы | | S, мг-экв/100 г почвы | | V, % | |
|--|-------------------|-------|------------------------|-------|-----------------------|-------|-------------|------|
| | весна/осень | ±ΔрН | весна/осень | ±ΔНг | весна/осень | ±ΔS | весна/осень | ±ΔV |
| Дерново-подзолистая супесчаная, ЭБ «Коренево» | | | | | | | | |
| 1. Без удобрений | 4,93/4,64 | -0,29 | 2,86/3,16 | 0,30 | 2,43/2,03 | -0,40 | 44,2/38,7 | -5,5 |
| 2. Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀ | 4,98/4,67 | -0,31 | 2,98/3,38 | 0,40 | 2,63/2,17 | -0,46 | 46,9/39,1 | -7,8 |
| 3. Фон + 3 т/га CaCO ₃ | 4,95/5,89 | 0,94 | 3,14/1,49 | -1,65 | 2,73/5,03 | 2,30 | 46,5/71,2 | 24,7 |
| 4. Фон + 6 т/га CaCO ₃ | 4,99/6,70 | 1,71 | 2,94/0,69 | -2,25 | 2,70/6,90 | 4,20 | 47,8/90,9 | 43,1 |
| НСР ₀₅ | 0,11 | | 0,28 | | 0,30 | | 5,3 | |
| Дерново-подзолистая среднесуглинистая, с. Заорово | | | | | | | | |
| 1. Без удобрений | 5,05/5,03 | -0,02 | 3,91/3,93 | 0,02 | 12,9/13,0 | 0,01 | 76,7/76,7 | 0 |
| 2. Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀ | 5,00/5,19 | 0,19 | 3,96/3,75 | -0,21 | 12,7/14,9 | 2,2 | 76,2/78,4 | 2,2 |
| 3. Фон + 4 т/га CaCO ₃ | 5,00/6,57 | 1,57 | 3,96/0,80 | -3,16 | 12,7/31,1 | 18,4 | 76,2/97,4 | 21,2 |
| 4. Фон + 9 т/га CaCO ₃ | 4,95/6,85 | 1,90 | 3,89/0,53 | -3,36 | 12,1/44,4 | 32,3 | 75,7/98,8 | 23,1 |
| НСР ₀₅ | 0,12 | | 0,32 | | 0,90 | | 2,5 | |

Таблица 7. Влияние карбоната кальция конверсионного (ККК) на смещение агрохимических показателей дерново-подзолистой почвы

Table 7. Effect of conversion calcium carbonate (CCC) on the displacement of agrochemical parameters of podzolic soil

| Дозы конверсионного мела, т/га | Максимальный сдвиг показателей | | | | Сдвиг показателей от 1 т ККК | | | |
|--|--------------------------------|--------------|------|------|------------------------------|-------|------|------|
| | pH _{KCl} | Нг | | V, % | pH _{KCl} | Нг | | V, % |
| | | мг-экв/100 г | | | | S | | |
| Дерново-подзолистая супесчаная, ЭБ «Коренево» | | | | | | | | |
| 3,0 | 0,94 | -1,65 | 2,30 | 24,7 | 0,31 | -0,55 | 0,77 | 8,2 |
| 6,0 | 1,71 | -2,25 | 4,20 | 43,1 | 0,29 | -0,38 | 0,70 | 7,2 |
| Дерново-подзолистая среднесуглинистая, с. Заорово | | | | | | | | |
| 4,0 | 1,57 | -3,16 | 18,4 | 21,2 | 0,39 | -0,79 | 4,60 | 5,3 |
| 9,0 | 1,90 | -3,36 | 32,3 | 23,1 | 0,21 | -0,37 | 3,59 | 2,6 |

Применение минеральных удобрений приводило к существенному росту продуктивности и одновременно снижало содержание основных питательных компонентов в клубнях картофеля по сравнению с неудобренным вариантом (табл. 5), что является проявлением объективно закона природы — взаимосвязь количества и качества объекта. Несмотря на существенное повышение урожайности, качество продукции в вариантах с применением ККК (3-й и 4-й варианты) не было хуже, чем в фоновом варианте (изменения в пределах НСР₀₅).

Одной из отрицательных сторон химизации в интенсивных технологиях возделывания картофеля является повышенное содержание не утилизированного нитратного азота в продукции. В условиях 2021 г. (засуха) уровень нитратов в клубнях на вариантах с удобрениями и мелиорантом был высоким — 409-518 мг/кг и 234-269 мг/кг (ПДК=250 мг/кг сырых клубней), однако, различия в их концентрации по вариантам опыта (со 2-го по 4-й вариант) были математически не доказуемы (колебания в пределах НСР₀₅).

Агрохимическая и эколого-токсикологическая оценка применения карбоната кальция конверсионного. Применение ККК обеспечило снижение всех видов почвенной кислотности в первый же год известкования (2021 г.). В опытах на двух разностях дерново-подзолистой почвы успешной/среднесуглинистой в вариантах с применением конверсионного мела (Фон + 3-6/4-9 т/га CaCO₃) наблюдался сдвиг кислотности в сторону подщелачивания среды на 0,94-1,71/1,57-1,90 ед. рН и снижение гидролитической кислотности пропорционально внесенным дозам мелиоранта на 1,65-2,25/3,16-3,36 мг-экв/100 г почвы.

Внесение ККК способствовало обогащению дерново-подзолистой супесчаной/среднесуглинистой почвы обменными основаниями: сумма обменных оснований и степень насыщенности ими в вариантах с применением конверсионного мела (Фон + 3-6/4-9 т/га CaCO₃) повысились на 2,30-4,20/18,4-32,3 мг-экв/100 г почвы и на 24,7-43,1/21,2-23,1% по сравнению со значениями в весенних образцах почвы (табл. 6).

Сдвиги агрохимических показателей в нейтральную сторону закономерно увеличивались с увеличением доз мелиоранта (табл. 7). Однако при пересчете сдвигов реакции почвенной среды на 1 т мела отмечается снижение эффективности двойной дозы (6,0 и 9,0 т/га) по сравнению с полной (3,0 и 4,0 т/га) на обоих почвенных разностях.

В 2021 г. после уборки картофеля на двух разностях дерново-подзолистой почвы супесчаной/среднесуглинистой в варианте без удобрений отмечено достоверное снижение содержания обменного калия на 26-30 мг/кг по сравнению с соответствующим весенним значением, что объясняется низкой естественной обеспеченностью этим элементом, засухой и высоким биологическим и хозяйственным выносом калия картофелем (табл. 8).

В варианте с полной дозой НРК баланс калия несколько улучшился, однако, также был отрицательным — -18/-1 мг/кг, то есть доза калия 90 кг/га по д.в. была недостаточна для создания положительного баланса этого элемента даже на среднесуглинистой почве. Тенденция к положительному балансу калия отмечалась при внесении минеральных удобрений по известкованным фонам (N₉₀P₉₀K₉₀ + 3-6 т/га CaCO₃) на супесчаной разности и достоверно



положительный баланс +21-48 мг/кг в вариантах с ККК: $N_{90}P_{90}K_{90} + 4-9$ т/га $CaCO_3$, на среднесуглинистой почвенной разности.

Содержание обменного кальция и стронция увеличивалось пропорционально вносимым дозам мела: на 283-353/540-670 и 4,2-6,4/8,4-9,0 мг/кг соответственно по сравнению с содержанием этих элементов в почвенных разностях (супесчаная/среднесуглинистая) весной. Соотношение Ca:Sr в весенних образцах супесчаной/среднесуглинистой разностей почвы колебалось в интервалах 127-151/99-141, а в осенних — 95-137/89-119, причем минимальное значение интервалов соответствовало вариантам с максимальными дозами мела ($N_{90}P_{90}K_{90} + 6$ или 9 т/га $CaCO_3$), а максимальное — вариантам без удобрений при ориентировочном безопасном уровне Ca:Sr=140 [6, 7].

Прогноз возможного загрязнения почвы Sr можно произвести и расчетным способом. Известно, что утвержденных нормативов на ПДК стронция в почве нет. Среднее содержание стронция в почве составляет 0,03% или 300 мг/кг. Таким образом, чтобы довести содержание этого элемента до критического уровня его необходимо удвоить или внести дополнительно 300 мг/кг почвы стронция, что соответствует 900 кг/га или 62 т/га конверсионного мела. Учитывая периодичность внесения 1 раз в 6 лет, период времени, в течение которого поступит такое количество мела, составит 74 года.

Приведенные расчеты, хотя и имеют определенную условность, так как не учитывают отчуждение из почвы с урожаями и инфильтрационными водами, все же дают объективный научный прогноз использования отходов

промышленности, как источников загрязнения токсическими элементами.

В ботве двух сортов картофеля (Белоснежка/Ред Скарлетт) содержание кальция составляло 12203-15847/13797-18063 мг/кг, стронция — 43-102/64-107 мг/кг, причем наименьшие значения интервалов соответствовали вариантам без удобрений, а наибольшие — максимальным дозам мела (6 и 9 т/га) (табл. 9).

В вариантах с максимальными дозами ККК: 6 и 9 т/га $CaCO_3$ содержание кальция и стронция в ботве возрастало соответственно в 1,3/1,3 и в 2,4/1,7 раза по сравнению со значениями вариантов без удобрений. Эти данные указывают на то, что поступление стронция в ботву картофеля под влиянием ККК повышалось в больших масштабах, чем кальция, вследствие этого соотношение Ca:Sr сужалось с 284 (без удобрений) до 162 (Фон + 6 т/га $CaCO_3$) и с 215-222 до 170 (Фон + 9 т/га $CaCO_3$).

При этом следует обратить внимание, что в варианте с применением одних минеральных удобрений и в варианте совместного применения минеральных удобрений с низкой дозой мела ($N_{90}P_{90}K_{90} + 3$ т/га $CaCO_3$) на супесчаной почве соотношение Ca:Sr было одного порядка и составляло 185 и 182. Следовательно, при использовании минеральных удобрений (причем в средних дозах) мы можем столкнуться с поступлением стронция в продукты питания, особенно на легких почвах. В клубнях двух сортов картофеля (Белоснежка/Ред Скарлетт) содержание кальция находилось в интервалах 888-1313/908-1337 мг/кг, стронция — 2,0-7,2/2,5-7,9 мг/кг, при этом наименьшие значения интервалов, так же, как и в ботве, соответствовали вариантам без удобрений, а наибольшие — максимальным дозам мела (6 и 9 т/га).

Поступление стронция в клубни картофеля обоих сортов (Белоснежка/Ред Скарлетт) под влиянием ККК возрастало в больших масштабах, чем кальция, вследствие этого соотношение Ca:Sr сужалось с 453 до 184 (Фон + 6 т/га $CaCO_3$) и с 369 до 170 (Фон + 9 т/га $CaCO_3$). Однако нарушения экологических норм не выявлено. Полученные нами данные подтверждают гипотезу о том, что загрязнение растительной продукции стронцием и резкое нарушение соотношения Ca:Sr в случае применения ККК маловероятно.

Заключение. ККК может применяться в качестве известкового удобрения на всех почвах пашни и кормовых угодий, имеющих уровень реакции среды ниже оптимального. В севооборотах с картофелем известкование почв ККК рекомендуется проводить в сочетании с применением магниевых удобрений. Несмотря на сравнительно высокое накопление стронция в клубнях картофеля (4,7-7,2/6,5-7,9 мг/кг) обоих сортов (Белоснежка/Ред Скарлетт) отношение Ca:Sr во всех вариантах с ККК было на уровне 184-453 и 170-369, что выше порогового значения. Продукция, выращенная на двух разностях дерново-подзолистой почвы (супесчаная/среднесуглинистая) с использованием средней дозы минеральных удобрений ($N_{90}P_{90}K_{90}$) на кислой почве и произведенной карбонатом кальция конверсионным во всех дозах: 3-6 т/га и 4-9 т/га, по соотношению Ca:Sr находилась выше пороговой величины — 140 и характеризовалась как экологически безопасная.

ККК можно вносить непосредственно под картофель. Для широкого применения карбоната кальция конверсионного в качестве мелиоранта в практике картофелеводства следует

Таблица 8. Содержание калия, кальция и стронция почвы в зависимости от применения ККК ($CaCO_3$) за вегетацию 2021 г., мг/кг

Table 8. Potassium, calcium and strontium content of soil depending on SSC ($CaCO_3$) application for vegetation 2021, mg/kg

| Варианты | K ₂ O | | Ca | | Sr | | Ca:Sr | |
|---|------------------|---------------------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|----------|
| | весна/осень | ±Δ K ₂ O | весна/осень | ±Δ Ca | весна/осень | ±Δ Sr | весна/осень | ±Δ Ca:Sr |
| Дерново-подзолистая супесчаная, ЭБ «Коренево» | | | | | | | | |
| 1. Без удобрений | 122/92 | -30 | 717/616 | -101 | 5,1/4,5 | -0,6 | 151/137 | -14 |
| 2. Фон $N_{90}P_{90}K_{120}$ | 135/117 | -18 | 706/824 | 118 | 5,9/8,1 | 2,2 | 127/104 | -23 |
| 3. Фон + 3 т/га $CaCO_3$ | 127/122 | -5 | 668/951 | 283 | 5,2/9,4 | 4,2 | 138/107 | -31 |
| 4. Фон + 6 т/га $CaCO_3$ | 129/131 | 2 | 730/1083 | 353 | 5,2/11,6 | 6,4 | 145/95 | -50 |
| НСР ₀₅ | 15 | | 115 | | 0,9 | | - | |
| Дерново-подзолистая среднесуглинистая, с. Заворово | | | | | | | | |
| 1. Без удобрений | 177/151 | -26 | 1013/1140 | 127 | 9,0/9,6 | 0,6 | 113/119 | 6 |
| 2. Фон $N_{90}P_{90}K_{120}$ | 187/186 | -1 | 1073/1333 | 260 | 10,5/11,6 | 1,1 | 102/115 | 13 |
| 3. Фон + 4 т/га $CaCO_3$ | 197/245 | 48 | 1015/1555 | 540 | 7,2/15,6 | 8,4 | 141/100 | -41 |
| 4. Фон + 9 т/га $CaCO_3$ | 193/214 | 21 | 1118/1788 | 670 | 11,3/20,3 | 9,0 | 99/89 | -10 |
| НСР ₀₅ | 20 | | 130 | | 4,3 | | - | |

Таблица 9. Влияние карбоната кальция конверсионного на содержание и соотношение кальция и стронция в растениях картофеля (2021 г.)

Table 9. Effect of conversion calcium carbonate on the content and ratio of calcium and strontium in potato plants (2021)

| Варианты | Содержание в ботве (на сухое вещество) | | | Содержание в клубнях (на сухое вещество) | | |
|---|--|-----------|-------|--|-----------|-------|
| | Ca, мг/кг | Sr, мг/кг | Ca:Sr | Ca, мг/кг | Sr, мг/кг | Ca:Sr |
| Дерново-подзолистая супесчаная, сорт Белоснежка | | | | | | |
| 1. Без удобрений | 12203 | 43 | 284 | 888 | 2,0 | 453 |
| 2. Фон $N_{90}P_{90}K_{90}$ | 14023 | 76 | 185 | 1080 | 3,0 | 360 |
| 3. Фон + 3 т/га $CaCO_3$ | 15847 | 87 | 182 | 1157 | 4,7 | 248 |
| 4. Фон + 6 т/га $CaCO_3$ | 16520 | 102 | 162 | 1313 | 7,2 | 184 |
| Дерново-подзолистая среднесуглинистая, сорт Ред Скарлетт | | | | | | |
| 1. Без удобрений | 13797 | 64 | 215 | 908 | 2,5 | 369 |
| 2. Фон $N_{90}P_{90}K_{90}$ | 14963 | 69 | 222 | 1145 | 5,0 | 232 |
| 3. Фон + 4 т/га $CaCO_3$ | 16633 | 81 | 204 | 1223 | 6,5 | 191 |
| 4. Фон + 9 т/га $CaCO_3$ | 18063 | 107 | 170 | 1337 | 7,9 | 170 |



рекомендовать его малые дозы — 3 и 4 т/га, соответственно для дерново-подзолистой супесчаной и среднесуглинистой почвенных разностей, что в условиях 2021 г. обеспечило прибавку урожайности двух сортов картофеля Ред Скарлетт и Белоснежка 7-12% к минеральному фону. Мелиорация карбонатом кальция конверсионным в дозах 3 и 4 т/га способствовала снижению кислотности почвы, повышению суммы и степени насыщенности основаниями, обменного кальция, при этом соотношение Ca:Sr находилось выше пороговой величины, оказывающей токсическое действие.

Список источников

1. Шильников И.А., Сычев В.Г., Зеленев Н.А., Аканова Н.И., Федотова Л.С. Известкование как фактор урожайности и почвенного плодородия. М.: ВНИИА, 2008. С. 313.
2. Шильников И.А., Сычев В.Г., Шеуджен А.Х., Аканова Н.И. Потери питательных элементов растений: монография. Deutschland: Lambert Academic Publishing, OmniScriptum GmbH & Co. KG, 2015. 502 с.
3. Хлевной Б.Ф., Заикин Д.В., Замотаев А.И. и др. Возделывание картофеля по интенсивной технологии: агрономическая тетрадь / под общ. ред. Б.В. Хлевного. М.: Россельхозиздат, 1986. 96 с.
4. Симаков Е.А., Анисимов Б.В., Коршунов А.В. и др. Возделывание картофеля в сельскохозяйственных предприятиях и хозяйствах населения. Практическое руководство. М.: ВНИИХХ, Россельхозакадемия, 2005. 111 с.
5. Хоботьев В.Г. Некоторые материалы и характеристика уровских биогеохимических провинций // Труды Биогеохимической лаборатории Академии наук СССР. XI. 1960. С. 31-48.
6. Ковальский В.В., Засорина Е.Ф. К биогеохимии стронция // Агрохимия. 1965. № 4. С. 78-88.
7. Виноградов А.П. Закономерности распределения микроэлементов. В сб.: Микроэлементы в жизни растений и животных. М., 1952. С. 28-41.
8. Шеуджен А.Х., Аканова Н.И., Бондарева Т.Н. Агрохимия. Ч. 6. Экологическая агрохимия. Краснодар: КубГАУ, 2018. 575 с.
9. Bollard, E., Bulter, G., 1966. Mineral nutrition of plants. In: *Ann. Rev. plant Physiol*, vol. 17, Palo Alta Calif., pp. 15-21.
10. Кашин В.К. Стронций в растениях Забайкалья // Агрохимия. 2009. № 8. С. 65-71.
11. Ильина Т.В., Рыдкий С.Г., Яновская В.Г. Поступление стабильного стронция в растения в зависимости от некоторых элементов питания // Агрохимия. 1966. № 2. С. 18-26.

12. Пушкарева Н.Г., Маковский Р.Д. Влияние химелиорантов на поступление стронция в растения // Агрохимический вестник. 2008. № 3. С. 13-15.
13. Ширшова Р.А. Влияние стабильного стронция на рост растений // Агрохимия. 1968. № 8. С. 111-117.
14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 336 с.
15. Бацанов Н.С. Повышение продуктивности растения картофеля. М., 1969. С. 16-17.
16. Федотова Л.С. Условия минерального питания, продуктивность и качество картофеля // Агрохимия. 2003. № 2. С. 31-36.
17. Алиев А.М., Варламов В.А., Ваулина Г.И. и др. Комплексное применение агрохимических средств — основа высокой продуктивности и устойчивости // Плодородие. 2009. № 2 (47). С. 5-8.
18. Методика проведения агротехнических опытов, учетов, наблюдений и анализов на картофеле / ФГБНУ ВНИИХХ. М., 2019. 120 с.

References

1. Shil'nikov, I.A., Sychev, V.G., Zelenov, N.A., Akanova, N.I., Fedotova, L.S. (2008). *Izvestkovanie kak faktor urozhainosti i pochvennogo plodorodiya* [Liming as a factor of productivity and soil fertility]. Moscow, VNIIA Publ., p. 313.
2. Shil'nikov, I.A., Sychev, V.G., Sheudzhen, A.Kh., Akanova, N.I. (2015). *Poteri pitatel'nykh ehlementov rastenii: monografiya* [Losses of nutrient elements of plants: monograph]. Deutschland: Lambert Academic Publishing, OmniScriptum GmbH & Co. KG, 502 p.
3. Khlevnoi, B.F., Zaikin, D.V., Zamotaev, A.I. i dr. (1986). *Vozdelivanie kartofelya po intensivnoi tekhnologii: agronomicheskaya tetrad'* [Cultivation of potatoes according to intensive technology: agronomic notebook]. Moscow, Rossel'khozizdat Publ., 96 p.
4. Simakov, E.A., Anisimov, B.V., Korshunov, A.V. i dr. (2005). *Vozdelivanie kartofelya v sel'skokhozyaystvennykh predpriyatiyakh i khozyaystvakh naseleniya. Prakticheskoe rukovodstvo* [Cultivation of potatoes in agricultural enterprises and households of the population. Practical guide]. Moscow, VNIKH, Russian Agricultural Academy, 111 p.
5. Khotob'ev, V.G. (1960). *Nekotorye materialy i kharakteristika urovskikh biogeokhimicheskikh provintsiy* [Some materials and characteristics of the Urovsk biogeochemical provinces]. *Trudy Biogeokhimicheskoi laboratorii Akademii nauk SSSR* [Proceedings of the Biogeochemical laboratory of the Academy of Sciences of the USSR], vol. XI, pp. 31-48.
6. Koval'skii, V.V., Zasorina, E.F. (1965). *K biogeokhimii strontsiya* [On strontium biogeochemistry]. *Agrokhimiya* [Agricultural chemistry], no. 4, pp. 78-88.

7. Vinogradov, A.P. (1952). *Zakonomernosti raspredeleniya mikroehlementov* [Regularities of the distribution of microelements]. In: *Mikroehlementy v zhizni rastenii i zhivotnykh* [Microelements in the life of plants and animals]. Moscow, pp. 28-41.
8. Sheudzhen, A.Kh., Akanova, N.I., Bondareva, T.N. (2018). *Agrokhimiya. Ch. 6. Ekhologicheskaya agrokhimiya* [Agrokhimiya. Part 6. Ecological agrochemistry]. Krasnodar, Kuban State Agrarian University, 575 p.
9. Bollard, E., Bulter, G., 1966. Mineral nutrition of plants. In: *Ann. Rev. plant Physiol*, vol. 17, Palo Alta Calif., pp. 15-21.
10. Kashin, V.K. (2009). *Strontsii v rasteniyakh Zabaikal'ya* [Strontium in plants of Transbaikalia]. *Agrokhimiya* [Agricultural chemistry], no. 8, pp. 65-71.
11. Il'ina T.V., Rydkii S.G., Yanovskaya V.G. (1966). *Postuplenie stabil'nogo strontsiya v rasteniya v zavisimosti ot nekotorykh ehlementov pitaniya* [Entry of stable strontium into plants depending on some elements of nutrition]. *Agrokhimiya* [Agricultural chemistry], no. 2, pp. 18-26.
12. Pushkareva, N.G., Makovskii, R.D. (2008). *Vliyanie khimmeliiorantov na postuplenie strontsiya v rasteniya* [Influence of chimmeliiorants on the supply of strontium in plants]. *Agrokhimicheskii vestnik* [Agrochemical herald], no. 3, pp. 13-15.
13. Shirshova, R.A. (1968). *Vliyanie stabil'nogo strontsiya na rost rastenii* [Influence of stable strontium on plant growth]. *Agrokhimiya* [Agricultural chemistry], no. 8, pp. 111-117.
14. Dospekhov, B.A. (1985). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Methods of field experience (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow, Agropromizdat Publ., 336 p.
15. Batsanov, N.S. (1969). *Povyshenie produktivnosti rasteniya kartofelya* [Increasing the productivity of potato plants]. Moscow, pp. 16-17.
16. Fedotova, L.S. (2003). *Usloviya mineral'nogo pitaniya, produktivnost' i kachestvo kartofelya* [Conditions of mineral nutrition, productivity and quality of potatoes]. *Agrokhimiya* [Agricultural chemistry], no. 2, pp. 31-36.
17. Aliev, A.M., Varlamov, V.A., Vaulina, G.I. i dr. (2009). *Kompleksnoe primenenie agrokhimicheskikh sredstv — osnova vysokoi produktivnosti i ustoiчивosti* [Integrated use of agrochemicals is the basis for high productivity and sustainability]. *Plodorodie* [Fertility], no. 2 (47), pp. 5-8.
18. FSBI VNIKH (2019). *Metodika provedeniya agrotekhnicheskikh opytov, uchotov, nablyudeni i analizov na kartofele* [Methodology for conducting agro-technical experiments, records, observations and analyses on potatoes]. Moscow, 120 p.

Информация об авторах:

Федотова Людмила Сергеевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник, Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5358-4992>, Researcher ID: D-3338-2018, ldfedotova@gmail.com
Аканова Наталья Ивановна, доктор биологических наук, профессор, заведующая лабораторией агрохимии органических, известковых удобрений и химической мелиорации, Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3153-6740>, n_akanova@mail.ru
Тимошина Наталья Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией агрохимии и биохимии, Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5204-7922>, n-timoshina-1@yandex.ru
Князева Елена Валерьевна, старший научный сотрудник, Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7336-222X>, elenak-73@rambler.ru
Арсентьев Илья Алексеевич, младший научный сотрудник, Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха, ORCID: <http://orcid.org/0009-0002-3243-253X>, ilya.arsentev29@gmail.com

Information about the authors:

Ludmila S. Fedotova, doctor of agricultural sciences, professor, chief researcher, Federal Potato Research Center named after A.G. Lorch, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5358-4992>, Researcher ID: D-3338-2018, ldfedotova@gmail.com
Natalia I. Akanova, doctor of biological sciences, professor, head of the laboratory of agrochemistry of organic, lime fertilizers and chemical reclamation, All-Russian Research Institute of Agrochemistry named after D.N. Pryanishnikov, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3153-6740>, n_akanova@mail.ru
Natalya A. Timoshina, candidate of agricultural sciences, head of the laboratory of agrochemistry and biochemistry, Federal Potato Research Center named after A.G. Lorch, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5204-7922>, n-timoshina-1@yandex.ru
Elena V. Knyazeva, senior researcher, Federal Potato Research Center named after A.G. Lorch, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7336-222X>, elenak-73@rambler.ru
Ilya A. Arsentev, junior researcher, Federal Potato Research Center named after A.G. Lorch, ORCID: <http://orcid.org/0009-0002-3243-253X>, ilya.arsentev29@gmail.com





Научная статья

УДК 633.85:631:526.32

doi: 10.55186/25876740_2024_67_3_288

СЕЛЕКЦИОННАЯ ЦЕННОСТЬ КОЛЛЕКЦИОННЫХ СОРТООБРАЗЦОВ РЫЖИКА ПОСЕВНОГО (*CAMELINA SATIVA*)

Т.Я. Прахова, Е.А. Шепелева

Федеральный научный центр лубяных культур, Тверь, Россия

Аннотация. В статье представлены результаты изучения коллекционных образцов рыжика ярового по урожайности и параметрам адаптивности в условиях Среднего Поволжья. Исследования проводили в 2019-2023 гг., которые отличались по степени увлажнения и по температурному режиму. Основным критерием, характеризующим достоинство сортообразцов, является урожайность, количественные значения которой показали их достаточно высокую стабильность и пластичность. Изменчивость урожайности по годам была незначительной и составила всего 3,11-10,31%. Диапазон ее варьирования находился в пределах от 1,47 т/га у сортообразца к-4144 до 1,72 т/га у образца к-4178. Наиболее высокая семенная продуктивность (1,71 и 1,72 т/га) отмечена у номеров к-4164 (Швеция) и к-4178 (Армения), прибавка относительно стандартного сорта Юбилей составила 0,09 и 0,10 т/га. Экологическая устойчивость образцов варьировала в широком диапазоне от -0,12 до -0,36. Наибольшим значением уровня экологической устойчивости (-0,12), генетической гибкости (1,72 т/га) и индекса стабильности (0,55) отличался образец из Швеции к-4164. Высокая степень адаптивности характерна для образцов к-1357, к-4164 и к-4178, коэффициент адаптивности которых равнялся 1,04-1,07. Показатель уровня стабильности сортообразцов изменялся от 14,4% (к-4172) до 58,1% (к-4164). По величине этого показателя отличались коллекционные номера к-4178, к-4164 и к-1553, значения ПУСС (показателя уровня стабильности сорта) составили 42,5-58,1%. По гомеостатичности выделены образцы к-4164 (Hom=34,2), к-4178 (Hom=28,7), к-4155 (Hom=26,7) и к-1553 (Hom=27,3). Кроме того, данные генотипы обладают наиболее высокой селекционной ценностью ($Sc=1,49-1,59$). Соотношение исследуемого генотипа с лучшим в данных условиях среды показывает мера превосходства сорта. Наилучший показатель данного критерия отмечен у номера к-1357 (0,73). Минимальными значениями меры превосходства отличались образцы к-4144 (5,03), к-4172 (3,79) и к-4063 (3,62). Ранжированная оценка по комплексу показателей устойчивости, стабильности и пластичности показала, что наибольшую селекционную ценность представляют образцы к-4164, к-4178, к-1553, к-1357 и к-4175. Они обладают высокой степенью адаптивного и продуктивного потенциала и способны сводить к минимуму последствия неблагоприятных условий среды.

Ключевые слова: рыжик яровой, коллекционные образцы, урожайность, экологическая устойчивость, адаптивность, индекс стабильности, селекционная ценность

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). Авторы благодарят рецензентов за экспертную оценку статьи.

Original article

BREEDING VALUE OF COLLECTION VARIETIES OF THE *CAMELINA SATIVA* (*CAMELINA SATIVA*)

Т.Я. Prakhova, E.A. Shepeleva

Federal Research Center for Bast Fiber Crops, Tver, Russia

Abstract. The article presents the results of studying collection samples of spring camelina in terms of yield and adaptability parameters in the conditions of the Middle Volga region. The studies were carried out in 2019-2023, which differed in the degree of moisture and temperature conditions. The main criterion characterizing the advantage of variety samples is yield, the quantitative values of which showed their fairly high stability and plasticity. The variability in yield over the years was insignificant and amounted to only 3.11-10.31%. The range of its variation was from 1.47 t/ha for variety sample k-4144 to 1.72 t/ha for sample k-4178. The highest seed productivity (1.71 and 1.72 t/ha) was noted for numbers k-4164 (Sweden) and k-4178 (Armenia), the increase relative to the standard variety Yubilyar was 0.09 and 0.10 t/ha. The environmental sustainability of the samples varied over a wide range from -0.12 to -0.36. The sample from Sweden k-4164 had the highest level of environmental sustainability (-0.12), genetic flexibility (1.72 t/ha) and stability index (0.55). A high degree of adaptability is characteristic of samples k-1357, k-4164 and k-4178, the adaptability coefficient of which was 1.04-1.07. The indicator of the level of stability of variety samples varied from 14.4% (k-4172) to 58.1% (k-4164). The collection numbers k-4178, k-4164 and k-1553 differed in the value of this indicator; the values of PUSS were 42.5-58.1%. According to homeostaticity, samples k-4164 (Hom=34.2), k-4178 (Hom=28.7), k-4155 (Hom=26.7) and k-1553 (Hom=27.3) were distinguished. In addition, these genotypes have the highest breeding value ($Sc=1.49-1.59$). The ratio of the genotype under study to the best one under given environmental conditions is shown by the measure of the superiority of the variety. The best indicator of this criterion was observed in number k-1357 (0.73). The samples k-4144 (5.03), k-4172 (3.79) and k-4063 (3.62) differed in the minimum values of the measure of superiority. A ranked assessment based on a set of indicators of resistance, stability and plasticity showed that samples k-4164, k-4178, k-1553, k-1357 and k-4175 have the greatest breeding value. They have a high degree of adaptive and productive potential and are able to minimize the consequences of unfavorable environmental conditions.

Keywords: spring camelina, collection samples, productivity, environmental sustainability, adaptability, stability index, breeding value

Acknowledgments: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the State assignment of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops (theme No. FGSS-2022-0008). The author thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Введение. На всех этапах селекционного процесса большое значение имеет создание и изучение нового разнообразного исходного материала. Еще Н.И. Вавилов писал, что селекция — это эволюция, направляемая волей человека, но при этом понадобилось сотни лет, прежде чем люди перешли от бессознательного отбора к осознанному [1, 2].

В настоящее время колебания условий среды, невозможность их контролировать и регулировать приводят к высокой изменчивости хозяйственно ценных признаков, в том числе

и урожайности сельскохозяйственных культур [3, 4]. Поэтому особого внимания заслуживает селекция не только сортов с высокой продуктивностью, но и с широкой экологической пластичностью и приспособленностью к возделыванию в любых агроэкологических условиях [5, 6]. Это во многом зависит от ценности исходного материала. Чем разнообразнее исходные образцы по своим признакам и географическому происхождению, тем шире возможности отбора нужных форм из гибридного материала [7].

Обеспечить в одном сорте сочетание всех желаемых признаков только за счет селекции практически невозможно, что обусловлено отрицательными генотипическими взаимосвязями многих хозяйственно ценных признаков, а также ограниченным биоэнергетическим потенциалом растений. Основой решения подобных задач является всестороннее изучение генофонда культуры в конкретных почвенно-климатических условиях и анализ зависимости признаков от средовых факторов, что позволяет прогнозировать селекционную ценность



образцов, а их последующее включение в селекционный процесс обеспечивает создание адаптивных сортов, способных полностью реализовать продуктивный потенциал в производственных условиях [8, 9].

Рыжик посевной (*Camelina sativa* C.) сегодня является достаточно перспективной масличной культурой, с все более возрастающим интересом как в научных кругах, так и у сельхозпроизводителей, благодаря своей пластичности и толерантности к условиям возделывания и разнопланового использования. В последнее время наблюдается заметный рост научного интереса к рыжику как к сельскохозяйственной культуре, благодаря его пластичности и толерантности к условиям возделывания, и он все больше приобретает популярность во многих регионах как Российской Федерации, так и за рубежом [10, 11]. Масло рыжика используется в пищевой отрасли, в лакокрасочной и мыловаренной промышленности, в медицине и парфюмерии и для получения биодизеля [10, 12].

Несмотря на это, в Государственный реестр селекционных достижений включено ограниченное количество сортов, допущенных к использованию в РФ. Поэтому являются актуальными исследования, связанные с изучением исходного материала для селекции новых сортов рыжика посевного с широким адаптивным потенциалом.

Цель исследований — изучить коллекционные образцы рыжика ярового по урожайности и параметрам адаптивности в условиях Среднего Поволжья.

Методика исследований. Исследования по изучению коллекционных образцов рыжика ярового проводились в 2019–2023 гг. на опытном поле ФГБНУ ФНЦ ЛК — ОП «Пензенский НИИСХ». В качестве объекта исследований использовались генетические образцы из мировой коллекции ВИР, имеющие отдаленное эколого-географическое происхождение. В качестве стандарта использовали сорт Юбилар селекции Пензенского НИИСХ.

Условия вегетации рыжика в 2019 и в 2020 гг. характеризовались как засушливые, ГТК составил 0,67 и 0,63, здесь выпало соответственно 103,4 и 83,9 мм осадков. Среднесуточная температура воздуха в 2019 г. составляла 18,1°C, в 2020 г. — 17,2°C. Вегетационный период ярового рыжика в 2021 г. также протекал в засушливых условиях с ГТК 0,81 и суммой выпавших осадков 125,3 мм. При этом среднесуточные температуры были достаточно высокие и составили 21,1°C. Вегетация рыжика в 2022 г. проходила при избыточном увлажнении (ГТК 1,37). За весь период выпало 179,1 мм осадков, в том числе в фазе цветение-спелость — 124,2 мм при низкой среднесуточной температуре воздуха — 16,4°C. Вегетационный период ярового рыжика в 2023 г. протекал в более благоприятных условиях с умеренным увлажнением (ГТК 1,25) и температурой воздуха 17,1°C.

Закладку полевых опытов по испытанию образцов рыжика, все наблюдения, оценку продуктивности и анализы проводили согласно методическим рекомендациям по масличным культурам [13]. Параметры экологической адаптивности определяли по методике А.В. Кильчевского и Л.В. Хотылевой [14]. Индекс стабильности и показатель уровня стабильности сорта (ПУСС) определяли по методике, описанной Э.Д. Нетевичем [15]. Экологическую устойчивость и генетическую гибкость сортообразцов определяли по методике А.А. Rossielle и J. Hamblin [16]. Показатель гомеостатичности и селекционная

ценность сортообразцов определялись по методике В.В. Хангильдина [17].

Результаты исследований. Основным критерием, характеризующим достоинство сортообразца, является урожайность, которая отражает взаимосвязь между его биологическими особенностями и адаптивными возможностями при меняющихся климатических условиях.

Урожайность коллекционных сортообразцов ярового рыжика, в среднем за 5 лет исследований, варьировала в пределах от 1,47 до 1,72 т/га. Наиболее высокая продуктивность отмечена у номеров к-4164 (Швеция) и к-4178 (Армения), которая составила 1,71 и 1,72 т/га и существенно превышала значения стандартного сорта Юбилар — на 0,09 и 0,10 т/га (табл. 1).

Низкая урожайность отмечена у сортообразцов к-2224 (Украина), к-4172 (Свердловск), к-4169 (Чехословакия), к-4162 (Венгрия), к-4144 (Краснодар), к-4063 (Омск), к-4155 (Дагестан), к-2283 (Казахстан) и к-4159 (Саратов), которая была ниже стандарта на 0,02–0,15 т/га. Это свидетельствует об менее благоприятности данных сортообразцов к влиянию факторов внешней среды условий вегетации.

Максимальная (1,80 т/га) урожайность семян была отмечена у образца к-4156 в 2022 г., минимальная — у сортообразца из Венгрии к-4162 в 2020 г., которая составила 1,34 т/га. Разница по продуктивности между образцами составила 0,46 т/га.

При этом изменчивость урожайности сортообразцов рыжика по годам была незначительной и составила всего 3,11–10,31%.

Наименьшее варьирование урожая отмечено у образцов к-1553, к-4164 и к-4178, коэффициент вариации которых составил 3,11–3,88%, а диапазон колебания продуктивности — 1,56–1,72, 1,65–1,77 и 1,65–1,79 т/га соответственно. Это говорит о довольно стабильном формировании их урожайности и большей генетической защищенности во все годы изучения.

Наибольший коэффициент вариации отмечен у образца из Свердловска к-4172 (10,31%), что показывает большую изменчивость его урожайности по годам изучения.

Следует отметить, что такой разброс данных по урожаю не позволяет получить полную оценку реакции сортообразцов на изменение стрессовых факторов среды. Для этого необходимо использовать ряд критериев, характеризующих их адаптивность, стабильность и пластичность в конкретных условиях возделывания.

Одним из важных показателей оценки сортообразцов рыжика является их экологическая устойчивость, уровень которой варьировал от -0,12 до -0,36. При этом самый высокий показатель устойчивости отмечен у сортообразцов к-4164 (-0,12), к-4178 (-0,14), к-1553 (-0,16) и к-4155 (-0,16), что показывает их большую толерантность ко всем стрессовым проявлениям (засухе и избыточному увлажнению) (табл. 2).

Наиболее низкую стрессоустойчивость (-0,34, -0,35 и -0,36) имели образцы к-2224, к-4165, к-4162 и к-4172, что говорит о более низком диапазоне их приспособительных возможностей и подтверждается их большей вариабельностью урожайности по годам.

Оценку показателя устойчивости дополняет уровень генетической гибкости или компенсаторной способности, которая выражает соотношение между генотипом и факторами среды. Высокой генетической гибкостью обладали сортообразцы из Швеции (к-4164) и Армении (к-4178), средняя урожайность которых

в оптимальных и стрессовых условиях составила 1,71 и 1,72 т/га.

Согласно расчетам индекса стабильности сортообразцы рыжика можно условно разделить на группы: высокостабильные — к-1553, к-4164 и к-4178, значения индекса стабильности которых составили 0,42, 0,48 и 0,55; стабильные — к-4172, к-2224, к-4162 и к-2283 с индексом стабильности 0,15–0,18 и нестабильные, у которых значения данного показателя были в интервале 0,20–0,40.

Кроме того, высокая степень адаптивности характерна для образцов к-1357, к-4164 и к-4178, коэффициент адаптивности которых равнялся 1,04–1,07. Низким уровнем адаптивности отличался сортообразец из Краснодара (к-4144), коэффициент адаптивности которого составил 0,91.

Хозяйственную ценность сорта наиболее полно отражает показатель уровня стабильности сорта (ПУСС), который позволяет не только учитывать уровень урожайности и ее стабильность по годам, но и характеризует способность сорта отзываться на улучшение условий выращивания, а также при ухудшении поддерживать продуктивность на достаточно высоком уровне.

Показатель ПУСС сортообразцов изменялся от 14,4% (к-4172) до 58,1% (к-4164). По величине этого показателя отличались коллекционные номера к-4178 (51,0%), к-4164 (58,1%) и к-1553 (42,5%), что характеризует наибольшую адаптивную способность данных сортообразцов к различным условиям среды (табл. 3).

По гомеостатичности выделились образцы к-4164 (Ном=34,2), к-4178 (Ном=28,7), к-4155 (Ном=26,7) и к-1553 (Ном=27,3), которые наиболее способны сводить к минимуму последствия неблагоприятных воздействий внешней среды и проявляют относительное динамическое постоянство в формировании урожая. Низкий уровень Ном отмечен у номеров из Свердловска к-4172 (Ном=9,7), Украины к-2224 (Ном=11,3), Венгрии к-4162 (Ном=11,3) и Казахстана к-2283 (Ном=11,4). Это говорит о том, что даже формируя высокий урожай в оптимальных условиях, данные генотипы отличаются нестабильностью урожая при изменении условий.

Еще одним важным параметром оценки сортообразцов, сочетающим в себе высокую урожайность с адаптивными возможностями, является селекционная ценность генотипа (Sc). Наиболее высокой селекционной ценностью обладают образцы к-4164 (Швеция) и к-4178 (Армения), значения данного параметра здесь составили 1,59 и 1,58. Кроме этого, также по данному показателю заслуживают внимания образцы к-4175 (Sc=1,48), к-1357 (Sc=1,48) и к-1553 (Sc=1,49), сочетающие в себе достаточно высокую урожайность с потенциальными адаптивными возможностями.

Соотношение исследуемого генотипа с лучшим в данных условиях среды показывает мера превосходства сорта. Наилучшие показатели данного критерия отмечены у номеров к-4178 (0,30), к-4164 (0,40) и к-1357 (0,73). Минимальными значениями меры превосходства отличались образцы к-4144 (5,03), к-4172 (3,79) и к-4063 (3,62).

Однако использование различных методов позволяет как более глубоко и всесторонне оценивать генотипы, так и приводит к получению противоречивых результатов. Поэтому рекомендуется проводить ранжирование критериев, где суммарно учитывается весь комплекс параметров адаптивности. Считается, чем меньше рейтинговая сумма, тем образец обладает большими адаптивными возможностями и хозяйственной ценностью.



Таблица 1. Продуктивность коллекционных образцов рыжика ярового (2019-2023 гг.), т/га
Table 1. Productivity of collection samples of spring camelina (2019-2023), t/ha

| № | Вариант | 2019 г. | 2020 г. | 2021 г. | 2022 г. | 2023 г. | Среднее | V, % |
|----|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|
| 1 | Юбиляр, st | 1,71 | 1,66 | 1,63 | 1,54 | 1,55 | 1,62 | 4,49 |
| 2 | к-1553 Армения | 1,66 | 1,72 | 1,68 | 1,56 | 1,60 | 1,64 | 3,88 |
| 3 | к-3290 Алтай | 1,72 | 1,73 | 1,60 | 1,45 | 1,70 | 1,64 | 7,20 |
| 4 | к-2224 Украина | 1,69 | 1,35 | 1,67 | 1,55 | 1,66 | 1,58 | 8,94 |
| 5 | к-4165 Германия | 1,66 | 1,67 | 1,79 | 1,45 | 1,75 | 1,66 | 7,90 |
| 6 | к-4172 Свердловск | 1,76 | 1,41 | 1,51 | 1,40 | 1,67 | 1,55 | 10,31 |
| 7 | к-4169 Чехословакия | 1,69 | 1,53 | 1,69 | 1,39 | 1,58 | 1,58 | 7,95 |
| 8 | к-1357 Франция | 1,79 | 1,58 | 1,67 | 1,67 | 1,71 | 1,68 | 4,51 |
| 9 | к-4162 Венгрия | 1,59 | 1,34 | 1,61 | 1,69 | 1,65 | 1,58 | 8,72 |
| 10 | к-4164 Швеция | 1,75 | 1,65 | 1,77 | 1,66 | 1,71 | 1,71 | 3,11 |
| 11 | к-4178 Армения | 1,71 | 1,68 | 1,79 | 1,78 | 1,65 | 1,72 | 3,57 |
| 12 | к-4139 Воронеж | 1,69 | 1,74 | 1,66 | 1,55 | 1,50 | 1,63 | 6,13 |
| 13 | к-4155 Дагестан | 1,65 | 1,58 | 1,66 | 1,50 | 1,60 | 1,60 | 4,02 |
| 14 | к-4144 Краснодар | 1,47 | 1,48 | 1,48 | 1,38 | 1,56 | 1,47 | 4,33 |
| 15 | к-4063 Омск | 1,63 | 1,43 | 1,59 | 1,48 | 1,49 | 1,52 | 5,44 |
| 16 | к-3816 Иркутск | 1,68 | 1,77 | 1,57 | 1,62 | 1,56 | 1,64 | 5,30 |
| 17 | к-2283 Казахстан | 1,71 | 1,54 | 1,50 | 1,45 | 1,77 | 1,59 | 8,70 |
| 18 | к-4159 Саратов | 1,69 | 1,56 | 1,57 | 1,36 | 1,55 | 1,55 | 7,66 |
| 19 | к-4156 Марий-Элл | 1,58 | 1,75 | 1,49 | 1,80 | 1,55 | 1,63 | 8,19 |
| 20 | к-4175 Чехословакия | 1,72 | 1,68 | 1,54 | 1,65 | 1,67 | 1,65 | 4,09 |
| | НСР ₀₅ | 0,09 | 0,10 | 0,11 | 0,11 | 0,17 | 0,13 | - |

Таблица 3. Показатели адаптивности коллекционных сортов рыжика ярового (2019-2023 гг.)

Table 3. Adaptability indicators of collection varieties of spring camelina (2019-2023)

| № | Вариант | Селекционная ценность (Sc) | Ном | ПУСС | Мера превосходства сорта (МП) |
|----|---------------------|----------------------------|------|------|-------------------------------|
| 1 | Юбиляр, st | 1,46 | 23,1 | 36,0 | 1,60 |
| 2 | к-1553 Армения | 1,49 | 27,3 | 42,5 | 1,18 |
| 3 | к-3290 Алтай | 1,37 | 13,7 | 23,3 | 1,70 |
| 4 | к-2224 Украина | 1,26 | 11,3 | 17,5 | 2,75 |
| 5 | к-4165 Германия | 1,34 | 12,8 | 21,5 | 1,50 |
| 6 | к-4172 Свердловск | 1,23 | 9,7 | 14,4 | 3,79 |
| 7 | к-4169 Чехословакия | 1,30 | 12,2 | 19,5 | 2,82 |
| 8 | к-1357 Франция | 1,48 | 21,0 | 38,4 | 0,73 |
| 9 | к-4162 Венгрия | 1,25 | 11,3 | 17,5 | 3,05 |
| 10 | к-4164 Швеция | 1,59 | 34,2 | 58,1 | 0,40 |
| 11 | к-4178 Армения | 1,58 | 28,7 | 51,0 | 0,30 |
| 12 | к-4139 Воронеж | 1,41 | 16,3 | 26,1 | 1,19 |
| 13 | к-4155 Дагестан | 1,44 | 26,7 | 39,5 | 1,92 |
| 14 | к-4144 Краснодар | 1,30 | 24,5 | 30,8 | 5,03 |
| 15 | к-4063 Омск | 1,33 | 19,0 | 26,3 | 3,62 |
| 16 | к-3816 Иркутск | 1,44 | 18,2 | 31,4 | 1,37 |
| 17 | к-2283 Казахстан | 1,30 | 11,4 | 17,6 | 2,66 |
| 18 | к-4159 Саратов | 1,25 | 12,9 | 19,1 | 3,44 |
| 19 | к-4156 Марий-Элл | 1,35 | 12,5 | 20,1 | 1,83 |
| 20 | к-4175 Чехословакия | 1,48 | 23,6 | 40,7 | 1,08 |

Анализ ранжированной оценки позволяет утверждать, что наиболее широкой адаптивностью обладают сортообразцы к-4164 (Швеция), к-4178 (Армения), к-1553 (Армения), к-1357 (Франция) и к-4175 (Чехословакия), сумма рангов которых ниже рейтинговой величины у стандарта Юбиляр и составляет 11-39 (табл. 4).

Это указывает на большее соответствие между данными генотипами и факторами окружающей среды и способность их поддерживать достаточно высокий потенциал продуктивности в различных условиях выращивания.

Последнее место в рейтинговой шкале занимают образцы к-4172 и к-4162, у которых рейтинговая сумма составила 123 и 120 соответственно, что говорит о том, что данные формы обладают меньшей степенью адаптации к комплексу окружающих факторов.

Заключение. Оценка коллекционных сортообразцов рыжика ярового показала их достаточно высокую стабильность и пластичность в условиях Среднего Поволжья, изменчивость их урожайности по годам была незначительной и составила всего 3,11-10,31%, диапазон ее

Таблица 2. Параметры устойчивости, пластичности и стабильности сортообразцов рыжика ярового (2019-2023 гг.)
Table 2. Parameters of resistance, plasticity and stability of spring camelina varieties (2019-2023)

| № | Вариант | Экологическая устойчивость (ЭУ) | Генетическая гибкость (ГГ) | Индекс стабильности (ИС) | Коэффициент адаптивности (КА) |
|----|------------|---------------------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| 1 | Юбиляр, st | -0,17 | 1,63 | 0,36 | 1,00 |
| 2 | к-1553 | -0,16 | 1,64 | 0,42 | 1,02 |
| 3 | к-3290 | -0,28 | 1,59 | 0,23 | 1,02 |
| 4 | к-2224 | -0,34 | 1,52 | 0,18 | 0,98 |
| 5 | к-4165 | -0,34 | 1,62 | 0,21 | 1,03 |
| 6 | к-4172 | -0,36 | 1,58 | 0,15 | 0,96 |
| 7 | к-4169 | -0,30 | 1,54 | 0,20 | 0,98 |
| 8 | к-1357 | -0,21 | 1,68 | 0,37 | 1,04 |
| 9 | к-4162 | -0,35 | 1,52 | 0,18 | 0,98 |
| 10 | к-4164 | -0,12 | 1,71 | 0,55 | 1,06 |
| 11 | к-4178 | -0,14 | 1,72 | 0,48 | 1,07 |
| 12 | к-4139 | -0,24 | 1,62 | 0,26 | 1,01 |
| 13 | к-4155 | -0,16 | 1,58 | 0,40 | 0,99 |
| 14 | к-4144 | -0,18 | 1,47 | 0,34 | 0,91 |
| 15 | к-4063 | -0,20 | 1,53 | 0,28 | 0,94 |
| 16 | к-3816 | -0,21 | 1,66 | 0,31 | 1,02 |
| 17 | к-2283 | -0,32 | 1,61 | 0,18 | 0,99 |
| 18 | к-4159 | -0,33 | 1,52 | 0,20 | 0,96 |
| 19 | к-4156 | -0,31 | 1,64 | 0,20 | 1,01 |
| 20 | к-4175 | -0,18 | 1,63 | 0,40 | 1,02 |

Таблица 4. Рейтинг коллекционных сортообразцов рыжика ярового по показателям адаптивности (2019-2023 гг.)

Table 4. Rating of collection varieties of spring camelina in terms of adaptability (2019-2023)

| Вариант | ЭУ | КС | ИС | КА | Sc | Ном | ПУСС | МП | Сумма |
|------------|----|----|----|----|----|-----|------|----|-------|
| Юбиляр, st | 4 | 6 | 6 | 7 | 5 | 7 | 7 | 9 | 51 |
| к-1553 | 3 | 5 | 3 | 5 | 3 | 3 | 3 | 5 | 30 |
| к-3290 | 9 | 9 | 11 | 5 | 8 | 12 | 12 | 10 | 76 |
| к-2224 | 14 | 13 | 14 | 9 | 13 | 18 | 18 | 14 | 113 |
| к-4165 | 14 | 7 | 12 | 4 | 10 | 14 | 13 | 8 | 82 |
| к-4172 | 16 | 10 | 15 | 10 | 15 | 19 | 19 | 19 | 123 |
| к-4169 | 10 | 11 | 13 | 9 | 12 | 16 | 15 | 15 | 111 |
| к-1357 | 7 | 3 | 5 | 3 | 4 | 8 | 6 | 3 | 39 |
| к-4162 | 15 | 13 | 14 | 9 | 14 | 18 | 18 | 16 | 120 |
| к-4164 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 11 |
| к-4178 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 13 |
| к-4139 | 8 | 7 | 10 | 6 | 7 | 11 | 11 | 6 | 66 |
| к-4155 | 3 | 10 | 4 | 8 | 6 | 4 | 5 | 12 | 52 |
| к-4144 | 5 | 14 | 7 | 12 | 12 | 5 | 9 | 20 | 84 |
| к-4063 | 6 | 12 | 9 | 11 | 11 | 9 | 10 | 18 | 86 |
| к-3816 | 7 | 4 | 8 | 5 | 6 | 10 | 8 | 7 | 55 |
| к-2283 | 12 | 8 | 14 | 8 | 12 | 17 | 17 | 13 | 101 |
| к-4159 | 13 | 13 | 13 | 10 | 14 | 13 | 16 | 17 | 109 |
| к-4156 | 11 | 5 | 13 | 6 | 9 | 15 | 14 | 11 | 84 |
| к-4175 | 5 | 6 | 4 | 5 | 4 | 6 | 4 | 4 | 38 |

варьирования находился в пределах от 1,47 до 1,72 т/га. Наиболее высокая семенная продуктивность (1,71 и 1,72 т/га) отмечена у номеров к-4164 (Швеция) и к-4178 (Армения), прибавка относительно стандартного сорта Юбиляр составила 0,09 и 0,10 т/га. Следует отметить, что номер к-4178 характеризовался высоким коэффициентом адаптивности (1,07).

Наибольшим значением уровня экологической устойчивости (-0,12), генетической гибкости (1,72 т/га) и индекса стабильности (0,55) отличался образец из Швеции к-4164.



По гомеостатичности выделились образцы к-4164 (Hom=34,2), к-4178 (Hom=28,7), к-4155 (Hom=26,7) и к-1553 (Hom=27,3). Кроме того, данные сортообразцы обладают наиболее высокой селекционной ценностью ($Sc=1,49-1,59$).

Ранжированная оценка коллекционных сортообразцов по комплексу показателей устойчивости, стабильности и пластичности показала, что наибольшую селекционную ценность представляют к-4164, к-4178, к-1553, к-1357 и к-4175, которые обладают высокой степенью адаптивного и продуктивного потенциала в широком диапазоне изменчивости условий среды.

Список источников

1. Турина Е.Л., Прахова Т.Я., Турин Е.Н., Зубоченко А.А., Прахов В.А. Оценка сортообразцов рыжика озимого (CAMELINA SYLVESTRIS WALLER SSP. PILOSA ZING.) по экологической адаптивности // Сельскохозяйственная биология. 2020. Т. 55. № 3. С. 564-572. doi: 10.15389/agrobiol.2020.3.564rus
2. Конькова Н.Г., Шеленга Т.В., Малышев Л.Л., Рыбакова Т.П., Асфандиярова М.Ш. Исходный материал для селекции ярового рыжика (Camelina sativa (L.) Crantz) по содержанию масла и белка в семенах в различных экологогеографических условиях // Масличные культуры. 2020. Вып. 2 (182). С. 44-50. doi: 10.25230/2412-608X-2020-2-182-44-50
3. Kurasia-Popowska, D., Tomkowiak, A., Człopińska, M., Bocianowski, J., Weigt, D., Nawracał J. (2018). Analysis of yield and genetic similarity of Polish and Ukrainian Camelina sativa genotypes. *Industrial Crops and Products*, vol. 123, pp. 667-675. doi: 10.1016/j.indcrop.2018.07.001
4. Базанов Т.А., Ушчаповский И.В., Логинова Н.Н., Смирнова Е.В., Михайлова П.Д. Оценка генетического разнообразия сортов рыжика посевного (CAMELINA SATIVA L.) с использованием SSR-маркеров // Аграрная наука. 2021. № 9. С. 108-112. doi: 10.32634/0869-8155-2021-352-9-108-112
5. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы). М.: Изд-во РУДН, 2001. Т. 1. 780 с.
6. Unnati, P., Pathik, P., Lalit, M., Bilwal, B. (2017). Stability analysis for grain yield and its attributing traits of rice across locations. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, no. 6 (11), pp. 2102-2111. doi: 10.20546/ijcmas.2017.6.11.248
7. Степин А.Д., Рысев М.Н., Рысева Т.А., Лисицкая Т.Д. Оценка коллекционных образцов льна-долгунца по урожайности льноволокна и параметрам адаптивности в условиях Северо-Запада Российской Федерации // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2022. № 23 (1). С. 54-68. doi: 10.30766/2072-9081.2022.23.1.54-68
8. Жученко А.А. мл., Рожмина Т.А. Генетические ресурсы и селекция растений — главные механизмы адаптации в сельском хозяйстве // Вестник аграрной науки. 2019. № 6 (81). С. 3-8. doi: 10.15217/ISSN2587-666X.2019.6.3
9. Тулякова М.В., Баталова Г.А., Лоскутов И.Г., Пермякова С.В., Кротова Н.В. Оценка адаптивных параметров коллекционных образцов овса пленчатого по урожайности в условиях Кировской области // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2021. № 182 (1). С. 72-79. doi: 10.30901/2227-8834-2021-1-72-79
10. Кузнецова Г.Н., Полякова Р.С. Достижения и перспективы селекции по рыжику яровому (Camelina Sativa Grantz. (L.)) в Западной Сибири // International Agricultural Journal. 2021. Т. 64. № 5. doi: 10.24412/2588-0209-2021-10371

Информация об авторах:

Прахова Татьяна Яковлевна, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник лаборатории интродукции редких масличных культур, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7063-4784>, prakhova.tanya@yandex.ru
Шепелева Екатерина Александровна, младший научный сотрудник лаборатории интродукции редких масличных культур, e.shepeleva.pnz@fncl.ru

Information about the authors:

Tatyana Ya. Prakhova, doctor of agricultural sciences, chief researcher of the laboratory of introduction of rare oilseeds, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7063-4784>, prakhova.tanya@yandex.ru
Ekaterina A. Shepeleva, junior researcher of the laboratory of introduction of rare oilseeds, e.shepeleva.pnz@fncl.ru

11. Soorni, J., Kazemitabar, S.K., Kahrizi, D., Dehestani, A., Bagheri, N. (2021). Genetic analysis of freezing tolerance in camelina [Camelina sativa (L.) Crantz] by diallel cross of winter and spring biotypes. *Planta*, vol. 253, pp. 9-20. doi: 10.1007/s00425-020-03521-z
12. Matteo, R., D'Avino, L., Ramirez-Cando, L. J., Pagnotta, E., Angelini, L. G., Spugnoli, P., Tavarini, S., Ugolini, L., Foschi, L., Lazzeri, L. (2020). Camelina (Camelina sativa L. Crantz) under low-input management systems in northern Italy: Yields, chemical characterization and environmental sustainability. *Italian Journal of Agronomy*, vol. 15:1519, pp. 132-143. doi: 10.4081/ija.2020.1519
13. Методика проведения полевых и агротехнических опытов с масличными культурами. Краснодар: ВНИИМК, 2007. 113 с.
14. Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Генетические основы селекции растений. Общая генетика растений. Минск, 2008. Т. 1. С. 50-56.
15. Неттевич Э.Д. Потенциал урожайности рекомендованных для возделывания в Центральном районе РФ сортов яровой пшеницы и ячменя, и его реализация в условиях производства // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2001. № 3. С. 50-55.
16. Rossielle, A.A., Hamblin, J. (1981). Theoretical aspects of selection for yield in stress and no stress environments. *Crop Sci.*, no. 6, pp. 12-23.
17. Хангильдин В.В., Бирюков С.В. Проблема гомеостаза в генетико-селекционных исследованиях // Генетико-цитологические аспекты в селекции сельскохозяйственных растений. Одесса, 1984. С. 67-76.

References

1. Turina, E.L., Prakhova, T.Ya., Turin, E.N., Zubochenko, A.A., Prakhov, V.A. (2020). Otsenka sortoobraztsov ryzhika ozimogo (CAMELINA SYLVESTRIS WALLER SSP. PILOSA ZING.) po ehkologicheskoi adaptivnosti [Assessment of cultivars of winter camelina (CAMELINA SYLVESTRIS WALLER SSP. PILOSA ZING.) By ecological adaptability]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya* [Agricultural biology], vol. 55, no. 3, pp. 564-572. doi: 10.15389/agrobiol.2020.3.564rus
2. Kon'kova, N.G., Shelenga, T.V., Malyshev, L.L., Rybakova, T.P., Asfandiayrova, M.Sh. (2020). Iskhodnyi material dlya selektsii yarovogo ryzhika (Camelina sativa (L.) Crantz) po soderzhaniyu masla i belka v semenakh v razlichnykh ehkologogeoграфических условиях [Initial material for the selection of spring camelina (Camelina sativa (L.) Crantz) by the content of oil and protein in seeds in various ecological and geographical conditions]. *Maslichnye kul'tury* [Oil crops], no. 2 (182), pp. 44-50. doi: 10.25230/2412-608X-2020-2-182-44-50
3. Kurasia-Popowska, D., Tomkowiak, A., Człopińska, M., Bocianowski, J., Weigt, D., Nawracał J. (2018). Analysis of yield and genetic similarity of Polish and Ukrainian Camelina sativa genotypes. *Industrial Crops and Products*, vol. 123, pp. 667-675. doi: 10.1016/j.indcrop.2018.07.001
4. Bazanov, T.A., Ushchapovskii, I.V., Loginova, N.N., Sмирнова, Е.В., Михайлова, П.Д. (2021). Otsenka geneticheskogo raznoobraziya sortov ryzhika posevnogo (CAMELINA SATIVA L.) s ispol'zovaniem SSR-markeroov [Assessment of genetic diversity of camelina varieties (CAMELINA SATIVA L.) using SSR markers]. *Agrarnaya nauka* [Agrarian science], no. 9, pp. 108-112. doi: 10.32634/0869-8155-2021-352-9-108-112
5. Zhuchenko, A.A. (2001). *Adaptivnaya sistema selektsii rastenii (ehkologo-geneticheskie osnovy)* [Adaptive system of plant breeding (ecological and genetic basis)]. Moscow, RUDN University Publishing house, vol. 1, 780 p.
6. Unnati, P., Pathik, P., Lalit, M., Bilwal, B. (2017). Stability analysis for grain yield and its attributing traits of rice across locations. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, no. 6 (11), pp. 2102-2111. doi: 10.20546/ijcmas.2017.6.11.248
7. Stepin, A.D., Rysev, M.N., Ryseva, T.A., Lisitskaya, T.D. Otsenka kolektsionnykh obraztsov l'na-dolgunca po urozhainosti l'novolokna i parametram adaptivnosti v usloviyakh Severo-Zapada Rossiiskoi Federatsii [Evaluation of collection samples of fiber flax based on flax fiber yield and adaptability parameters in the conditions of the North-West of the Russian Federation]. *Agrarnaya nauka Euro-Severo-Vostoka* [Agricultural science Euro-North-East], no. 23 (1), pp. 54-68. doi: 10.30766/2072-9081.2022.23.1.54-68
8. Zhuchenko, A.A. jr., Rozhmina, T.A. (2019). Geneticheskie resursy i selektsiya rastenii — glavnye mekhanizmy adaptatsii v sel'skom khozyaistve [Genetic resources and plant selection — the main mechanisms of adaptation in agriculture]. *Vestnik agrarnoi nauki* [Bulletin of agrarian science], no. 6 (81), pp. 3-8. doi: 10.15217/ISSN2587-666X.2019.6.3
9. Tulyakova, M.V., Batalova, G.A., Loskutov, I.G., Permyakova, S.V., Krotova, N.V. (2021). Otsenka adaptivnykh parametrov kolektsionnykh obraztsov ovsy plenchatogo po urozhainosti v usloviyakh Kirovskoi oblasti [Assessment of adaptive parameters of collection samples of hulled oats in terms of yield in the conditions of the Kirov region]. *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selektsii* [Proceedings on applied botany, genetics and breeding], no. 182 (1), pp. 72-79. doi: 10.30901/2227-8834-2021-1-72-79
10. Kuznetsova, G.N., Polyakova, R.S. (2021). Dostizheniya i perspektivy selektsii po ryzhiku yarovomu (Camelina Sativa Grantz. (L.)) v Zapadnoi Sibiri [Achievements and prospects of breeding for spring camelina (Camelina Sativa Grantz. (L.)) in Western Siberia]. *International Agricultural Journal*, vol. 64, no. 5. doi: 10.24412/2588-0209-2021-10371
11. Soorni, J., Kazemitabar, S.K., Kahrizi, D., Dehestani, A., Bagheri, N. (2021). Genetic analysis of freezing tolerance in camelina [Camelina sativa (L.) Crantz] by diallel cross of winter and spring biotypes. *Planta*, vol. 253, pp. 9-20. doi: 10.1007/s00425-020-03521-z
12. Matteo, R., D'Avino, L., Ramirez-Cando, L. J., Pagnotta, E., Angelini, L. G., Spugnoli, P., Tavarini, S., Ugolini, L., Foschi, L., Lazzeri, L. (2020). Camelina (Camelina sativa L. Crantz) under low-input management systems in northern Italy: Yields, chemical characterization and environmental sustainability. *Italian Journal of Agronomy*, vol. 15:1519, pp. 132-143. doi: 10.4081/ija.2020.1519
13. VNIIMK (2007). *Metodika provedeniya polevykh i agrotekhnicheskikh opytov s maslichnymi kul'turami* [Methodology for conducting field and agrotechnical experiments with oilseeds]. Krasnodar, VNIIMK, 113 p.
14. Kilychevskiy, A.V., Khotyleva, L.V. (2008). *Geneticheskie osnovy selektsii rastenii. Obshchaya genetika rastenii* [Genetic foundations of plant breeding. General plant genetics]. Minsk, vol. 1, pp. 50-56.
15. Netteevich, E.D. (2001). Potentsial urozhainosti rekomendovannykh dlya vzdelyvaniya v Tsentral'nom raione RF sortov yarovoi pshenitsy i yachmenya i ego realizatsiya v usloviyakh proizvodstva [The potential yield recommended for cultivation in the Central region of the Russian Federation varieties of spring wheat and barley and its implementation in conditions of production]. *Doklady Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk* [Reports of the Russian academy of agricultural sciences], no. 3, pp. 50-55.
16. Rossielle, A.A., Hamblin, J. (1981). Theoretical aspects of selection for yield in stress and no stress environments. *Crop Sci.*, no. 6, pp. 12-23.
17. Khangil'din, V.V., Biryukov, S.V. (1984). Problema gomeostaza v genetiko-selektsionnykh issledovaniyakh [The problem of homeostasis in genetic selection studies]. *Genetiko-tsitologicheskie aspekty v selektsii sel'skokhozyaystvennykh rastenii* [Genetic and cytological aspects in the selection of agricultural plants]. Odessa, pp. 67-76.





Научная статья
УДК 633.366:631.527
doi: 10.55186/25876740_2024_67_3_292

ОЦЕНКА ОБРАЗЦОВ ДОННИКА ДВУЛЕТНЕГО В КОНКУРСНОМ СОРТОИСПЫТАНИИ И СОЗДАНИЕ НОВОГО СОРТА В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

О.А. Тимошкин, О.Ю. Тимошкина

Федеральный научный центр лубяных культур, Тверь, Россия

Аннотация. Цель исследований — оценить образцы донника двулетнего в конкурсном сортоиспытании и передать в Госсортокмиссию новый сорт, пригодный для возделывания в лесостепной зоне Среднего Поволжья, адаптированный к местным агроклиматическим условиям, с высокой продуктивностью сухого вещества и семян, с пониженным содержанием кумарина, устойчивый к основным болезням. Экспериментальную работу проводили в 2021–2023 гг. на опытном поле ФГБНУ ФНЦ ЛК — ОП «Пензенский НИИСХ». В годы исследований агроклиматические условия были различными, как в целом за вегетационный период (ГТК 0,8–1,0 — засушливые погодные условия), так и по фазам развития. В среднем за две закладки в конкурсном сортоиспытании донника двулетнего по урожайности зеленой массы (32,1–34,8 т/га) 5 образцов достоверно превысили стандарт (28,4 т/га) на 13,0–22,5%. По сбору сухого вещества (8,89–9,46 т/га) 3 образца достоверно превысили стандарт (8,24 т/га) на 7,9–14,8%. По сбору переваримого протеина (0,66–0,87 т/га) 8 образцов достоверно превысили показатели стандарта (0,60 т/га) на 10,0–45,0%. По урожайности семян (748–883 кг/га) 7 образцов достоверно превысили стандарт (644 кг/га) на 16,1–37,1%. По результатам испытания в Госкомиссию был передан (заявка № 89858/7653469 от 18.10.2023 г.) наиболее перспективный образец В-707 (донник волосистый — *Melilotus hirsutus Lipsky.*) в качестве нового сорта — Янтарь. Сорт зимостойкий, засухоустойчивый, устойчив к пероноспорозу и мучнистой росе, с пониженным содержанием кумарина (0,35%). Сорт Янтарь превысил стандарт по урожайности зеленой массы (34,8 т/га) на 22,5%, сбору сухого вещества (9,3 т/га) — на 12,8%, семян (876 кг/га) — на 36,0%.

Ключевые слова: донник (*Melilotus*), селекционные образцы, сорт, конкурсное сортоиспытание, урожайность, качество корма

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). Авторы благодарят рецензентов за экспертную оценку статьи.

Original article

EVALUATION OF BIENNIAL SWEET CLOVER SAMPLES IN COMPETITIVE VARIETY TESTING AND CREATION OF A NEW VARIETY IN THE CONDITIONS OF THE FOREST-STEPPE OF THE MIDDLE VOLGA REGION

О.А. Timoshkin, O.Yu. Timoshkina

Federal Research Center for Bast Fiber Crops, Tver, Russia

Abstract. The purpose of the research is to evaluate samples of biennial sweet clover in a competitive variety trial and submit to the State Commission for Variety Testing of Agricultural Crops a new variety suitable for cultivation in the forest-steppe zone of the Middle Volga region, adapted to local agroclimatic conditions, high productivity of dry matter and seeds, with a reduced content of coumarin, resistant to major diseases. Experimental work was carried out in 2021–2023 on the experimental field of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops — Separate division “Penza Research Institute of Agriculture”. During the years of research, agroclimatic conditions were different, both during the growing season as a whole (HTC 0.8–1.0 — dry weather conditions), and by development phases. On average, over two plantings in the competitive variety testing of biennial sweet clover, the yield of green mass (32.1–34.8 t/ha) of 5 samples significantly exceeded the standard (28.4 t/ha) by 13.0–22.5%. In terms of dry matter collection (8.89–9.46 t/ha) 3 samples significantly exceeded the standard (8.24 t/ha) by 7.9–14.8%. In terms of the collection of digestible protein (0.66–0.87 t/ha) 8 samples significantly exceeded the standard indicators (0.60 t/ha) by 10.0–45.0%. In terms of seed yield (748–883 kg/ha) 7 samples significantly exceeded the standard (644 kg/ha) by 16.1–37.1%. Based on the test results, the most promising sample B-707 (hairy clover — *Melilotus hirsutus Lipsky.*) was transferred to the State Commission (application No. 89858/7653469 dated October 18, 2023) as a new variety — Yantar. The variety is winter-hardy, drought-resistant, resistant to downy mildew and powdery mildew, with a low coumarin content (0.35%). The Yantar variety exceeded the standard for green mass yield (34.8 t/ha) by 22.5%, dry matter collection (9.3 t/ha) — by 12.8%, seeds (876 kg/ha) — by 36.0%.

Keywords: sweet clover (*Melilotus*), breeding samples, variety, competitive variety testing, productivity, feed quality

Acknowledgments: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the State assignment of the Federal Research Center for Bast Fiber Crops (theme No. FGSS-2022-0008). The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Введение. В современном земледелии большое внимание уделяется снижению антропогенной нагрузки и увеличению роли биологических факторов в повышении урожайности и качества продукции растениеводства [1, 2]. Важную роль при этом может играть донник двулетний, обладающий целым рядом положительных качеств и свойств [3, 4].

Донник — высокоурожайная кормовая трава, богатая протеином и другими питательными веществами. Он равноценен по питательности клеверу и люцерне. В 1 кг зеленой массы донника содержится 0,18 корм. ед. (в клевере — 0,16, в люцерне — 0,14), на 1 корм. ед. донника приходится 267 г протеина. В 100 кг донникового силоса содержится 21,0 корм. ед., 2,8 кг переваримого протеина и 6 г каротина — провитамина А [5, 6, 7].

За 2 года жизни донник накапливает в почве столько же богатого азотом органического вещества, как люцерна за 5 лет. Пажитные остатки, а особенно корневая система донника — отличное азотное удобрение. Корневые и пажитные остатки донника по своему воздействию на почвенное плодородие равноценны внесению 10–15 т/га, а запашка всей надземной биомассы — 30–40 т/га навоза. Преимуществом донника по сравнению с люцерной является большая засухоустойчивость, устойчивая семенная продуктивность и более высокая урожайность. Донник обеспечивает сравнительно хорошие урожаи даже в засушливые годы, когда урожай люцерны значительно ниже [8, 9].

Донник обладает высокой засухоустойчивостью, зимостойкостью, малой требовательностью

к плодородию почвы, способен произрастать на низкоплодородных и засоленных почвах. На таких типах почв он не только дает высокий урожай, но и снижает их засоленность, обогащает азотом и делает пригодным для возделывания других культур [10, 11]. Донник является хорошим предшественником для любой культуры севооборота [12, 13]. Является лучшим медоносом среди всех медоносных растений [14].

Донник в зеленом виде охотно поедает крупный рогатый скот, свиньи, птицы. Из него заготавливают сено, сенаж, силос и витаминно-травяные гранулы с высокой энергетической и протеиновой питательностью, богатые витаминами и другими элементами питания. Корма из донника хорошо поедают все виды животных и повышают продуктивность и качество продукции [15, 16].



Донниковая солома — неплохой корм: в 100 кг ее содержится 2,2 кг протеина, а в овсяной — 1,7 кг. В измельченном и запаренном виде ее отлично поедают все виды животных, а овцы и лошади особенно употребляют ее без какой-либо предварительной подготовки [17].

Одним из перспективных видов среди донника двулетнего является донник волосистый — *Melilotus hirsutus* Lipsky. Он обладает высокой экологической пластичностью, адаптивностью, устойчивостью и неприхотливостью, высокой конкурентной способностью, морозостойкостью, засухоустойчивостью, повышенной азотфиксирующей способностью, быстрым ростом и развитием. Он отличается высокой биологической и семенной продуктивностью, высоким коэффициентом размножения, что крайне важно для культивирования его в производстве. Не менее важной биологической особенностью является высокая устойчивость к полеганию, дружность созревания семян и их неосыпаемость в течение 14-21 дня после созревания, слабая повреждаемость вредителями и болезнями [18].

Белок донника волосистого более полноценен по составу незаменимых аминокислот, чем другие виды донника. З.В. Чмелева и А.И. Иванов (1983) изучили аминокислотный состав белка десяти видов донника и установили, что для большинства из них характерно высокое содержание незаменимых аминокислот, достигающее 31-43% от общего их количества, хотя между видами различия существенны [19]. Так, донник волосистый, белый и душистый значительно богаче лизином, лейцином, изолейцином и валином по сравнению с остальными изучаемыми видами. Сумма незаменимых аминокислот в этих образцах достигает 38,3-42,9%, а в видах желтого и волжского донника она составляет всего 31,2-34,7%. На основании проведенных анализов исследователи пришли к выводу, что наиболее высокую питательную ценность по незаменимым аминокислотам имеет протеин донника волосистого и душистого.

Донник двулетний содержит химическое соединение из группы бензопириенов — кумарин [17, 20]. Его содержание в растительной массе неодинаково у разных видов донника, донник волосистый отличается невысоким его содержанием — 0,12-0,44%, в то время как у донника белого — 1,14-1,41%, у желтого — 0,23-1,11% [21, 22].

Широкое внедрение донника в полевых и кормовых севооборотах сдерживается отсутствием районированных сортов, недостатком семенного материала и научно обоснованных элементов возделывания. В различных регионах ведется селекция донника, но для условий лесостепи Среднего Поволжья необходимы сорта, приспособленные к местным агроклиматическим условиям и дающие высокий урожай кормовой массы и семян. В Пензенском НИИСХ селекция донника ведется с 2001 г. Были выведены сорта донника волосистого Солнышко и донника белого Алмаз [18].

Цель исследований — провести оценку селекционных образцов донника двулетнего в конкурсном сортоиспытании, передать в Госкомиссию РФ по испытанию и охране селекционных достижений перспективный образец, адаптированный к местным агроклиматическим условиям, с высокой продуктивностью сухого вещества и семян, устойчивый к основным болезням, с пониженным содержанием кумарина.

Методика исследований. Исследования проводили в 2021-2023 гг. на опытном поле ФГБУ ФНЦ ЛК — ОП «Пензенский НИИСХ». Объектом исследований являлись перспективные селекционные образцы донника волосистого, белого, зубчатого. Почва — чернозем

выщелоченный среднемощный тяжелосуглинистый с содержанием в пахотном горизонте гумуса (по И.В. Тюрину в модификации ЦИНАО) 6,4-6,5%, рН_{сол.} 5,4, с высоким содержанием легкогидролизуемого азота (по Тюрину и Кононовой) — 82-86 мг/кг, подвижного фосфора (по Чирикову) — 145-165 мг/кг и обменного калия (по Чирикову) — 140-150 мг/кг почвы.

В 2021 и 2022 гг. были проведены две закладки конкурсного сортоиспытания селекционных образцов донника двулетнего на зеленую массу и семена, в каждом из которых изучалось по 14 номеров в 4-х повторениях. В качестве стандарта использовали сорт донника волосистого Солнышко (внесен в Госреестр селекционных достижений в 2010 г.).

Питомники закладывались беспокровно, посев летний (июньский). Ширина междурядий при возделывании на зеленую массу — 30 см, на семена — 45 см, площадь деланки на зеленую массу и на семена — 7,5 м². Норм высева — 7 млн всхожих семян/га (на зеленую массу) и 3,5 млн всхожих семян/га (на семена). Уборку селекционных образцов на зеленую массу проводили в фазе бутонизации-начала цветения, уборку на семена — комбайном «Сампо-130» при побурении 80-90% бобов.

Метеорологические условия в годы проведения исследований различались (табл. 1). Относительно более оптимальные условия для роста и развития донника складывались в 2023 г., в котором была сформирована высокая урожайность зеленой массы и семян.

В 2022 г. сумма активных температур к периоду бутонизации составила 1180°С, при сумме осадков 118 мм, ГТК 1,0, что характеризует его как период нормального увлажнения. Период «бутонизация-цветение» составил 14 дней (сумма осадков за этот период — 20 мм, среднесуточная температура — 20,4°С, ГТК — 0,7), что

характеризует период как засушливый. Растения сформировали невысокий урожай зеленой массы.

В 2023 г. у донника период «отрастание-бутонизация» был продолжительным в связи с недостатком влаги и невысокими среднесуточными температурами в июне. ГТК за этот период составил 0,6, что характеризует его как засушливый. Период «бутонизация-цветение» проходил при среднесуточной температуре 18,6°С и достаточном количестве осадков — 77 мм, ГТК был равен 1,9, что характеризует его как период избыточного увлажнения. Растения сформировали высокий урожай зеленой массы.

Созревание семян донника при обеих закладках опыта было отмечено в III декаде августа. В 2022 г. среднесуточная температура периода «цветение-созревание» составила 20,8°С, ГТК — 0,7, в 2023 г. — 19,1°С, ГТК — 0,5 соответственно, что характеризует эти периоды как засушливые. Сложившиеся условия благоприятно повлияли на процесс формирования семян донника.

Закладку полевых питомников, наблюдения, отборы, оценки и учеты проводили в соответствии с методическими указаниями [23].

Результаты исследований. В 2022 г. в конкурсном сортоиспытании донника двулетнего 2021 г. посева по урожайности зеленой массы образцы В-701, В-702, В-703, В-704, В-705 и В-707 (от 23,8 до 33,0 т/га) достоверно превысили стандарт (19,8 т/га) на 19,9-66,5%, образцы В-706 и Ч-701 находились на уровне со стандартом в пределах НСР₀₅. По сбору сухого вещества эти же образцы (от 6,86 до 8,84 т/га) достоверно превысили стандарт (5,98 т/га) на 14,8-47,9% (табл. 2).

В 2023 г. в конкурсном сортоиспытании донника двулетнего 2022 г. посева по урожайности зеленой массы образцы В-707, Лц-701, И-701 (40,6-45,6 т/га) достоверно превысили стандарт (37,1 т/га) на 9,4-22,9%. По сбору сухого вещества

Таблица 1. Сумма активных температур и ГТК по фазам развития донника двулетнего (2022-2023 г.)
Table 1. Sum of active temperatures and HTC by phases of development of biennial sweet clover (2022-2023)

| Межфазный период | Σ активных температур > 10°С | | Σ осадков, мм | | ГТК | |
|------------------------|------------------------------|---------|---------------|---------|---------|---------|
| | 2022 г. | 2023 г. | 2022 г. | 2023 г. | 2022 г. | 2023 г. |
| Отрастание-бутонизация | 1180 | 934 | 118 | 58 | 1,0 | 0,6 |
| Бутонизация-цветение | 286 | 409 | 20 | 77 | 0,7 | 1,9 |
| Цветение-созревание | 1039 | 1043 | 69 | 51 | 0,7 | 0,5 |
| Отрастание-созревание | 2505 | 2387 | 208 | 186 | 0,8 | 0,8 |

Таблица 2. Продуктивность донника двулетнего в год пользования в конкурсном сортоиспытании (2022-2023 гг.)
Table 2. Productivity of biennial sweet clover per year of use in competitive variety testing (2022-2023)

| Образец | Урожайность зеленой массы, т/га | | | Сбор сухого вещества, т/га | | | Сбор переваримого протеина, т/га | | |
|-------------------|---------------------------------|---------|---------|----------------------------|---------|---------|----------------------------------|---------|---------|
| | 2022 г. | 2023 г. | среднее | 2022 г. | 2023 г. | среднее | 2022 г. | 2023 г. | среднее |
| Стандарт | 19,8 | 37,1 | 28,4 | 5,98 | 10,50 | 8,24 | 0,43 | 0,76 | 0,60 |
| В-701 | 30,4 | 35,3 | 32,8 | 7,36 | 7,81 | 7,59 | 0,66 | 0,70 | 0,68 |
| В-702 | 32,1 | 33,2 | 32,7 | 8,41 | 9,36 | 8,89 | 0,74 | 0,81 | 0,77 |
| В-703 | 33,0 | 33,7 | 33,3 | 8,84 | 10,07 | 9,46 | 0,82 | 0,93 | 0,87 |
| В-704 | 29,3 | 35,0 | 32,1 | 8,19 | 7,77 | 7,98 | 0,67 | 0,64 | 0,66 |
| В-705 | 23,8 | 34,9 | 29,3 | 6,88 | 8,13 | 7,51 | 0,57 | 0,67 | 0,62 |
| В-706 | 18,2 | 38,2 | 28,2 | 5,13 | 9,30 | 7,22 | 0,44 | 0,79 | 0,62 |
| В-707 | 25,8 | 43,8 | 34,8 | 6,86 | 11,73 | 9,30 | 0,57 | 0,98 | 0,78 |
| Ч-701 | 21,0 | 38,4 | 29,7 | 5,90 | 9,51 | 7,71 | 0,59 | 0,95 | 0,77 |
| Вс-701 | 18,8 | 32,7 | 25,7 | 5,45 | 8,69 | 7,07 | 0,53 | 0,84 | 0,68 |
| Лц-701 | 16,8 | 45,6 | 31,2 | 4,81 | 10,74 | 7,78 | 0,38 | 0,84 | 0,61 |
| Вв-701 | 17,2 | 41,5 | 29,4 | 4,48 | 10,78 | 7,63 | 0,27 | 0,64 | 0,46 |
| И-701 | 17,6 | 40,6 | 29,1 | 4,88 | 11,10 | 7,99 | 0,52 | 1,18 | 0,85 |
| З-701 | 13,0 | 36,3 | 24,6 | 3,20 | 9,86 | 6,53 | 0,30 | 0,92 | 0,61 |
| НСР ₀₅ | 1,45 | 2,60 | 2,10 | 0,44 | 0,65 | 0,54 | | | |





Список источников

1. Семинченко Е.В. Влияние предшественников и приемов биологизации на продуктивность севооборотов в условиях Нижнего Поволжья // Земледелие. 2021. № 1. С. 7-10.

2. Степанов А.Ф., Чибис С.П., Христик В.В., Александрова С.Н., Храмов С.Ю. Азотфиксирующая способность и роль бобовых трав в биологизации земледелия // Земледелие. 2023. № 1. С. 18-22.

3. Максимова Х.И. Влияние удобрений на формирование продуктивности кормовых культур в севооборотах // Международный сельскохозяйственный журнал. 2020. № 6 (378). С. 59-62.

4. Субботин А.Г., Нарушев В.Б., Солодовников А.П., Денисов К.Е. Создание высокопродуктивных кормовых агроценозов в условиях Нижнего Поволжья // Кормопроизводство. 2019. № 5. С. 8-12.

5. Артюков Н.В. Донник. М.: Колос, 1973. 103 с.

6. Ельчанинова Н.Н., Васин В.Г., Васин А.В., Киселева Л.В., Васина А.А. Система конвейерного производства кормов в Самарской области: структура, урожайность, кормовая ценность // Кормопроизводство. 2017. № 9. С. 7-12.

7. Чумаков В.В., Чумаков В.Ф., Деревянникова М.В., Лебедева Н.С., Миронова Т.М., Сухарев С.А., Годин Е.А. Сорта кормовых трав как фактор и ресурс инновационного развития регионального кормопроизводства // Сельскохозяйственный журнал. 2022. № 4 (15). С. 38-48. doi: 10.25930/2687-1254/004.4.15.2022

8. Беляк В.Б., Тимошкин О.А. Совершенствование набора культур и структуры кормовых угодий для мясного скота в лесостепной зоне // Международный сельскохозяйственный журнал. 2019. № 1 (367). С. 49-52.

9. Кислов А.В., Глинушкин А.П., Кашеев А.В., Сударенков Г.В. Экологизация севооборотов и биологическая система воспроизводства почвенного плодородия в степной зоне Южного Урала // Земледелие. 2018. № 6. С. 6-10.

10. Лазарев Н.Н., Кухаренкова О.В., Авдеев С.М., Куренкова Е.М., Дикарева С.А. Симбиотическая фиксация азота многолетними бобовыми травами в луговых агрофитоценозах // Кормопроизводство. 2022. № 2. С. 20-28.

11. Мухамбетов Б., Абдинов Р., Кадашева Ж., Кабиев Е. Создание орошаемых культурных пастбищ на засоленных землях Прикаспия // Кормопроизводство. 2022. № 1. С. 12-15.

12. Борисова Д.В., Николаева Ф.В., Охлопкова П.П. Агроэнергетическая эффективность и экономическая оценка возделывания сидеральных удобрений в картофельно-кормовом севообороте // Международный сельскохозяйственный журнал. 2019. № 6. С. 17-19.

13. Зезин Н.Н., Намятов М.А. Диверсификация растениеводства — важный резерв повышения эффективности АПК Урала // Кормопроизводство. 2018. № 6. С. 12-15.

14. Дриджер В.К. Донник: монография. Ставрополь: Изд-во Ставропольского государственного аграрного университета «АГРУС», 2014. 256 с.

15. Чулхалева Н.С., Донец А.С., Голубь А.С. и др. Влияние элементов технологии возделывания на продуктивность нового сорта донника желтого в условиях Ставропольского края // Земледелие. 2022. № 8. С. 22-25. doi: 10.24412/0044-3913-2022-8-22-25

16. Hackney, B., Piltz, J., Rodham, C. et al. (2021). Pasture legumes differ in herbage production and quality throughout spring, impacting their potential role in fodder conservation and animal production. *Grass and Forage Science*, vol. 76, no. 1, pp. 116-133.

17. Nair, R.M. et al. (2013). Variation in coumarin content of *Melilotus* species grown in South Australia. *Journal of Agricultural Research*, no. 3, pp. 201-213. doi: 10.1080/0028233.2010.495743

18. Тимошкин О.А., Тимошкина О.Ю. Донник волосистый (*Melilotus hirsutus* Lipsky.) Адаптивная технология

возделывания в лесостепи Среднего Поволжья: монография. Пенза: РИО ПГСХА, 2016. 272 с.

19. Чмелева З.В., Иванов А.И. Аминокислотный состав вегетационной массы видов донника // Научно-технический бюллетень ВИР. 1983. Вып. 131. С. 61-67.

20. Baidalin, M.E., Zhumagulov, I.I. (2017). Ways of Increasing Seed Germination of Sweet Clover and Methods of Reducing the Amount of Coumarin in the Leaf-Stem Mass. *Online Journal of Biological Sciences*, vol. 17, is. 2, pp. 128-135.

21. Суворов В.В. Донник. Л.-М.: Сельхозиздат, 1962. С. 9-14.

22. Сагалбеков У.М., Абубекеров Б.А., Жумагулов И.И., Байдалин М.Е. Влияние технологии заготовки донникового сена на содержание питательных веществ и антипитательного вещества кумарин // Кормопроизводство. 2017. № 7. С. 21-24.

23. Методические указания по селекции многолетних трав. М.: ВИР, 1985. 188 с.

References

1. Seminchenko, E.V. (2021). Vliyanie predshhestvennikov i priemov biologizatsii na produktivnost' sevooborotov v usloviyakh Nizhnego Povolzh'ya [The influence of predecessors and methods of biologization on the productivity of crop rotations in the conditions of the Lower Volga region]. *Zemledelie*, no. 1, pp. 7-10.

2. Stepanov, A.F., Chibis, S.P., Khristich, V.V., Aleksandrova, S.N., Khramov, S.Yu. (2023). Azotfiksiyuyushchaya sposobnost' i rol' bobovykh trav v biologizatsii zemledeliya [Nitrogen-fixing ability and the role of legumes in biologization of agriculture]. *Zemledelie*, no. 1, pp. 18-22.

3. Maksimova, Kh.I. (2020). Vliyanie udobrenii na formirovaniye produktivnosti kormovykh kul'tur v sevooborotakh [The influence of fertilizers on the formation of the productivity of forage crops in crop rotations]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaystvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 6 (378), pp. 59-62.

4. Subbotin, A.G., Narushev, V.B., Solodovnikov, A.P., Denisov, K.E. (2019). Sozdanie vysokoproduktivnykh kormovykh agrotsenozov v usloviyakh Nizhnego Povolzh'ya [Creation of highly productive fodder agrocenoses in the conditions of the Lower Volga region]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], no. 5, pp. 8-12.

5. Artyukov, N.V. (1973). *Donnik* [Sweet clover]. Moscow, Kolos Publ., 103 p.

6. El'chaninova, N.N., Vasin, V.G., Vasin, A.V., Kiseleva, L.V., Vasina, A.A. (2017). Sistema konveinernogo proizvodstva kormov v Samarskoi oblasti: struktura, urozhainost', kormovaya tseinnost' [Conveyor feed production system in the Samara region: structure, yield, feed value]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], no. 9, pp. 7-12.

7. Chumakova, V.V., Chumakov, V.F., Derevyannikova, M.V., Lebedeva, N.S., Mironova, T.M., Sukharev, S.A., Godin, E.A. (2022). Sorta kormovykh trav kak faktor i resurs innovatsionnogo razvitiya regional'nogo kormoproizvodstva [Varieties of forage grasses as a factor and resource innovative development of regional feed production]. *Sel'skokhozyaystvennyi zhurnal* [Agricultural journal], no. 4 (15), pp. 38-48. doi: 10.25930/2687-1254/004.4.15.2022

8. Belyak, V.B., Timoshkin, O.A. (2019). Sovershenstvovaniye nabora kul'tur i struktury kormovykh ugodiy dlya m'yasnogo skota v lesostepnoy zone [Improving the set of crops and the structure of fodder lands for beef cattle in the forest-steppe zone]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaystvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 1 (367), pp. 49-52.

9. Kislav, A.V., Glinushkin, A.P., Kashcheev, A.V., Sudarenkov, G.V. (2018). Ekhologizatsiya sevooborotov i biologicheskaya sistema vozproizvodstva pochvennogo plodorodiya v stepnoy zone Yuzhnogo Urala [Ecologization of crop rotations and the biological system for the reproduction of soil fertility in the steppe zone of the Southern Urals]. *Zemledelie*, no. 6, pp. 6-10.

10. Lazarev, N.N., Kухarenkova, O.V., Avdееv, S.M., Kurenkova, E.M., Dikareva, S.A. (2022). Simbioticheskaya fiktsatsiya azota mnogoletnimi bobovymi travami v lugovykh agrofytotsenozakh [Symbiotic nitrogen fixation by perennial leguminous grasses in meadow agrophytocenoses]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], no. 2, pp. 20-28.

11. Mukhambetov, B., Abdinov, R., Kadasheva, Zh., Kabiev, E. (2022). Sozdanie oroshaemykh kul'turnykh pastbishch na zasolennykh zemlyakh Prikaspiya [Creation of irrigated cultivated pastures on saline lands of the Caspian region]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], no. 1, pp. 12-15.

12. Borisova, D.V., Nikolaeva, F.V., Okhlopko, P.P. (2019). Agroenergeticheskaya effektivnost' i ekonomicheskaya otsenka vozdelvaniya sideral'nykh udobrenii v kartofel'no-kormovom sevooborote [Agroenergy efficiency and economic assessment of the cultivation of green manure fertilizers in potato-fodder crop rotation]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaystvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 6, pp. 17-19.

13. Zezin, N.N., Namyatov, M.A. (2018). Diversifikatsiya rastenievodstva — vazhnyi rezerv povysheniya effektivnosti APK Urala [Diversification of crop production is an important reserve for increasing the efficiency of the agroindustrial complex of the Urals]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], no. 6, pp. 12-15.

14. Dridiger, V.K. (2014). *Donnik: monografiya* [Sweet clover: monograph]. Stavropol, Publishing house of Stavropol State Agrarian University "AGRUS", 256 p.

15. Chukhlebova, N.S., Donets, A.S., Golub', A.S. i dr. (2022). Vliyanie elementov tekhnologii vozdelvaniya na produktivnost' novogo sorta donnika zheltogo v usloviyakh Stavropol'skogo kraya [Influence of elements of cultivation technology on the productivity of a new variety of yellow sweet clover in the conditions of the Stavropol Territory]. *Zemledelie*, no. 8, pp. 22-25. doi: 10.24412/0044-3913-2022-8-22-25

16. Hackney, B., Piltz, J., Rodham, C. et al. (2021). Pasture legumes differ in herbage production and quality throughout spring, impacting their potential role in fodder conservation and animal production. *Grass and Forage Science*, vol. 76, no. 1, pp. 116-133.

17. Nair, R.M. et al. (2013). Variation in coumarin content of *Melilotus* species grown in South Australia. *Journal of Agricultural Research*, no. 3, pp. 201-213. doi: 10.1080/0028233.2010.495743

18. Timoshkin, O.A., Timoshkina, O.Yu. (2016). *Donnik volosisty (Melilotus hirsutus Lipsky.) Adaptivnaya tekhnologiya vozdelvaniya v lesostepi Srednego Povolzh'ya: monografiya* [Hairy clover (*Melilotus hirsutus* Lipsky.) Adaptive technology of cultivation in the forest-steppe of the Middle Volga region: monograph]. Penza, RIO PGSKHA, 272 p.

19. Chmелева, Z.V., Ivanov, A.I. (1983). Aminokislotnyi sostav vegetatsionnoy massy vidov donnika [Amino acid composition of the vegetation mass of sweet clover species]. *Nauchno-tekhnicheskii byulleten' VIR*, issue 131, pp. 61-67.

20. Baidalin, M.E., Zhumagulov, I.I. (2017). Ways of Increasing Seed Germination of Sweet Clover and Methods of Reducing the Amount of Coumarin in the Leaf-Stem Mass. *Online Journal of Biological Sciences*, vol. 17, is. 2, pp. 128-135.

21. Суворов, В.В. (1962). *Donnik* [Sweet clover]. Leningrad-Moscow, Sel'khozizdat Publ., pp. 9-14.

22. Sagalbekov, U.M., Abubekero, B.A., Zhumagulov, I.I., Baidalin, M.E. (2017). Vliyanie tekhnologii zagotovki donnikovogo sena na soderzhanie pitatel'nykh veshchestv i antipitel'noy veshchestva kumarin [The influence of technology for harvesting sweet clover hay on the content of nutrients and the anti-nutrient coumarin]. *Kormoproizvodstvo* [Fodder production], no. 7, pp. 21-24.

23. Metodicheskie ukazaniya po selektsii mnogoletnykh trav (1985). [Guidelines for the selection of perennial herbs], Moscow, VIR, 188 p.

Информация об авторах:

Тимошкин Олег Алексеевич, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник лаборатории агротехнологий, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6928-7343>, o.timoshkin.pnz@fncl.ru
Тимошкина Ольга Юрьевна, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории агротехнологий, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8069-9488>, o.timoshkina.pnz@fncl.ru

Information about the authors:

Oleg A. Timoshkin, doctor of agricultural sciences, chief researcher of the laboratory of agrotechnologies, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6928-7343>, o.timoshkin.pnz@fncl.ru
Olga Yu. Timoshkina, candidate of agricultural sciences, researcher of the laboratory of agrotechnologies, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8069-9488>, o.timoshkina.pnz@fncl.ru

✉ o.timoshkin.pnz@fncl.ru





Научная статья

УДК 632.51

doi: 10.55186/25876740_2024_67_3_296

ЗАСОРЕННОСТЬ ПОСЕВОВ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ НА СЕВЕРНОМ КАВКАЗЕ

Н.Л. Адаев¹, З.П. Оказова^{1,2}, А.П. Шутко³¹Чеченский государственный педагогический университет, Грозный, Россия²Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова, Грозный, Россия³Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь, Россия

Аннотация. Озимая пшеница — основная продовольственная культура России, ее посевные площади — более 16 млн га, в том числе на Северном Кавказе порядка 5 млн га. Важным фактором, оказывающим влияние на урожайность культуры, является засоренность посевов. Цель исследования — сравнительный анализ фитосанитарного состояния посевов озимой пшеницы в части развития сорной растительности в различных агроклиматических зонах Северного Кавказа. Место проведения исследования — Ставропольский край, Чеченская Республика и Республика Северная Осетия-Алания. Сравнительный анализ засоренности озимой пшеницы на территории Ставропольского края, Чеченской Республики и Республики Северная Осетия-Алания в период 2018-2023 гг. указывает на повсеместное увеличение площади засоренных посевов. Тип засоренности — сложный: однолетние — 63,70%, многолетние, соответственно — 36,30%. В посевах озимой пшеницы на обследуемой территории преобладают ранние яровые и зимующие сорные растения, что объясняется биологическими особенностями культуры. Более 15% сорных растений — представители семейства Злаковые. Традиционно в целях борьбы с сорной растительностью применяются гербициды, при этом предпочтение отдается двухкомпонентным гербицидам широкого спектра действия, либо баковым смесям гербицидов. При этом мониторинг флористического состава сорной растительности является основой для выбора химических средств защиты растений.

Ключевые слова: озимая пшеница, засоренность посевов, сорные растения, видовой состав, урожайность

WEED CONTROL OF WINTER WHEAT CROPS IN THE NORTH CAUCASUS

N.L. Adaev¹, Z.P. Okazova^{1,2}, A.P. Shutko³¹Chechen State Pedagogical University, Grozny, Russia²Chechen State University named after. A.A. Kadyrov, Grozny, Russia³Stavropol State Agrarian University, Stavropol, Russia

Abstract. Winter wheat is the main food crop in Russia, its sown area is more than 16 million hectares, including about 5 million hectares in the North Caucasus. An important factor influencing crop yield is weed infestation. The purpose of the study is a comparative analysis of the phytosanitary state of winter wheat crops in terms of the development of weeds in various agroclimatic zones of the North Caucasus. The location of the study is the Stavropol Territory, the Chechen Republic and the Republic of North Ossetia-Alania. Comparative analysis of winter wheat weed infestation in the Stavropol Territory, the Chechen Republic and the Republic of North Ossetia-Alania in the period 2018-2023 indicates a widespread increase in the area of infested crops. The type of weededness is complex: annual — 63.70%, perennial, respectively — 36.30%. In winter wheat crops in the surveyed area, early spring and wintering weeds predominate, which is explained by the biological characteristics of the crop. More than 15% of weeds are representatives of the Poaceae family. Traditionally, herbicides are used to control weeds, with preference given to two-component broad-spectrum herbicides or tank mixtures of herbicides. At the same time, monitoring the floristic composition of weeds is the basis for the selection of chemical plant protection products.

Keywords: floristic composition, weeds, winter wheat, weediness, yield, phytosanitary condition of crops

Введение. Озимая пшеница — основная продовольственная культура России, ее посевные площади — более 16 млн.га, в том числе на Северном Кавказе порядка 5 млн га. Урожайность и качество получаемой продукции имеет огромное значение в социально-экономическом развитии государства [1, 6, 9, 14].

В настоящее время очень остро стоит вопрос засоренности посевов озимой пшеницы, что связано с изменениями систем земледелия, в том числе с переходом на коротко-ротационные севообороты и преобладанием в них злаковых культур. Засоренность посевов выступает важным фактором, ограничивающим рост урожайности, и Северный Кавказ не исключение. Одним из основных направлений повышения эффективности производства зерна озимой пшеницы является снижение засоренности ее посевов различными методами, в том числе с учетом биологических особенностей озимой пшеницы и сорных растений [2, 7, 11, 15].

Цель исследований — сравнительный анализ фитосанитарного состояния посевов озимой пшеницы в части развития сорной растительности в различных агроклиматических зонах Северного Кавказа.

Методы исследования. В работе использованы Методы учета структурного компонента в агрофитоценозах (И.В. Фетюхин, 2018). Обследования проводились по общепринятым методикам весной, после устойчивого перехода температуры воздуха через 0°C [3, 5, 10, 13].

Место проведения обследования — территория Ставропольского края, Чеченская Республика и Республика Северная Осетия-Алания в период 2018-2023 гг.

Совокупность влияния Кавказских гор и Ставропольской возвышенности способствует изменению климатических условий Ставропольского края с северо-востока на юго-запад в соответствии с возрастанием абсолютных отметок. По увлажненности в указанном направлении климат изменяется от засушливого, неустойчиво влажного, умеренно влажного до влажного.

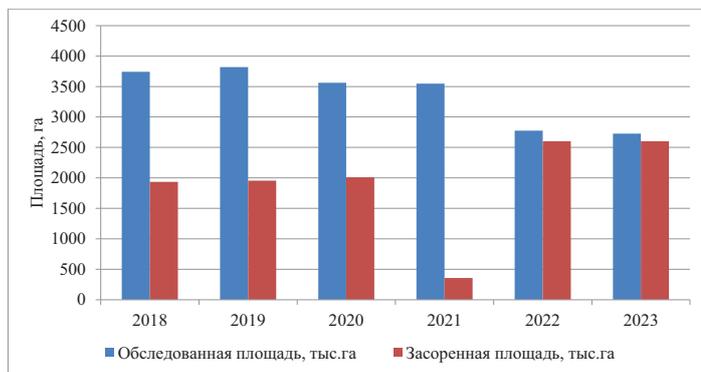
На территории Чеченской Республики и Республики Северная Осетия-Алания большая часть посевных площадей озимой пшеницы сосредоточена в зонах неустойчивого и недостаточного увлажнения.

Результаты и обсуждение. Анализ результатов фитосанитарного обследования, проведен-

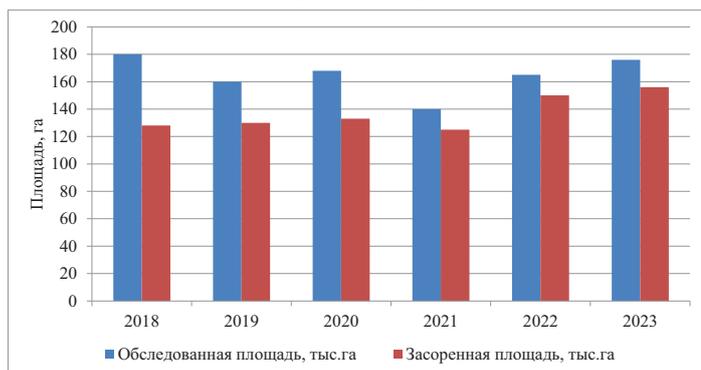
ного специалистами Филиала ФГБУ «Россельхозцентр», отраженных в ежегодном официальном издании «Прогноз фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур... на ... год и системы защитных мероприятий: рекомендации для сельхозтоваропроизводителей» свидетельствует о том, что более 2000 тыс. га сельскохозяйственных угодий ежегодно характеризуются как засоренные и подвергаются химической прополке (рис. 1).

Следует отметить, что засоренность посевов в Ставропольском крае в 2022-2023 гг. увеличилась, особенно на фоне 2020-2021 сельскохозяйственного года, который характеризовался низкой засоренностью посевов в силу экстремальных метеоусловий, таких как засуха в октябре и декабре 2020 г., а также резкие колебания температуры в декабре 2020 г. — марте 2021 г., что оказало влияние на развитие как культурных, так и сорных растений.

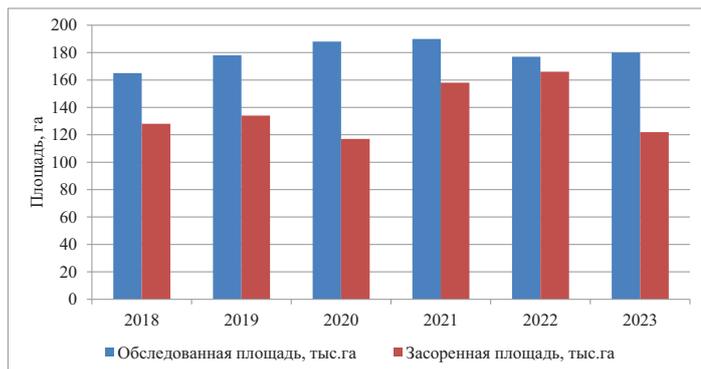
На территории Чеченской Республики, как видно из диаграммы, ежегодно растет площадь обследованных посевов. Так, в 2023 году было обследовано 190 тыс. га, что на 5,5% больше в сравнении с 2018 годом. При этом площадь засоренных посевов также возрастает.



Ставропольский край



Чеченская Республика



Республика Северная Осетия-Алания

Рисунок 1. Засоренность сельскохозяйственных угодий Северного Кавказа (2018-2023 гг.)

Figure 1. Weediness of agricultural land in the North Caucasus (2018-2023)

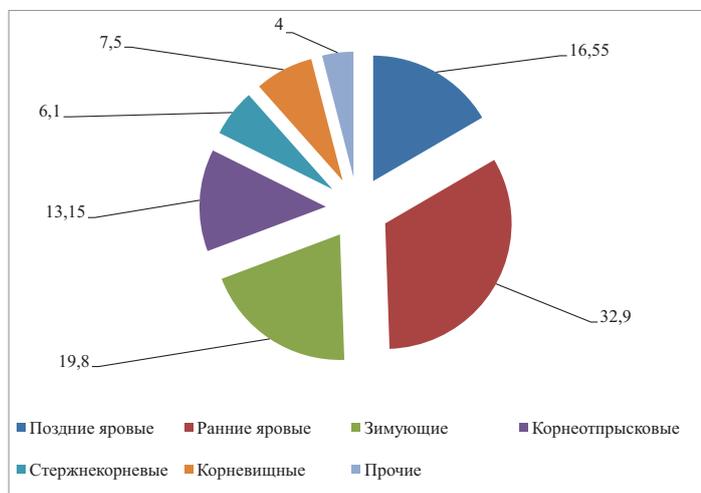


Рисунок 2. Биологические группы сорных растений в агроценозе озимой пшеницы (2018-2023 гг.)

Figure 2. Biological groups of weeds in the agroecology of winter wheat (2018-2023)

Таблица 1. Видовой состав сорной растительности в посевах озимой пшеницы в агроклиматических зонах рассматриваемых территорий (среднее за 2018-2023 гг.)

Table 1. Species composition of weeds in winter wheat crops in the agro-climatic zones of the territories under consideration (average for 2018-2023)

| Виды сорных растений | Агроклиматические зоны | | | |
|--|------------------------|------------|--------------------------|-------------------------|
| | крайне-засушливая | засушливая | неустойчивого увлажнения | достаточного увлажнения |
| Ставропольский край | | | | |
| <i>Sisymbrium spp.</i> | + | + | + | - |
| <i>Chorispora tenella</i> (L.) | + | - | - | - |
| <i>Thlaspi arvense</i> (L.) | + | - | + | - |
| <i>Bursae pastoris herba</i> (L.) | - | - | + | - |
| <i>Descurainia sophia</i> (L.) | - | - | + | + |
| <i>Fumaria officinalis</i> (L.) | + | + | - | + |
| <i>Buglossoides arvensis</i> (L.) | + | + | - | - |
| <i>Papaver rhoeas</i> (L.) | + | - | - | - |
| <i>Stellaria media</i> (L.) | + | - | - | - |
| <i>Veronica longifolia</i> | + | - | + | + |
| <i>Chenopodium albu</i> (L.) | - | + | - | - |
| <i>Galium aparine</i> (L.) | - | + | + | + |
| <i>Amaranthus retroflexus</i> (L.) | - | + | - | + |
| <i>Polygonum perfoliatum</i> (L.) | - | + | - | - |
| <i>Lamium spp.</i> | - | + | - | - |
| <i>Convolvulus arvensis</i> (L.) | - | - | + | + |
| <i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.) | - | - | + | + |
| <i>Sónchus spp.</i> | - | + | + | + |
| <i>Bromus spp.</i> | - | + | - | - |
| <i>Apera spíca-venti</i> (L.) | - | + | + | - |
| <i>Avena fatua</i> (L.) | - | - | + | - |
| <i>Alopecurus pratensis</i> (L.) | - | - | + | - |
| <i>Setaria glauca</i> (L) P. Beauv | - | - | - | + |
| Чеченская Республика | | | | |
| <i>Sisymbrium spp.</i> | | | + | - |
| <i>Chorispora tenella</i> (L.) | | | - | - |
| <i>Thlaspi arvense</i> (L.) | | | + | - |
| <i>Bursae pastoris herba</i> (L.) | | | + | - |
| <i>Descurainia sophia</i> (L.) | | | - | + |
| <i>Fumaria officinalis</i> (L.) | | | - | + |
| <i>Veronica longifolia</i> | | | + | + |
| <i>Galium aparine</i> (L.) | | | + | + |
| <i>Amaranthus retroflexus</i> (L.) | | | - | + |
| <i>Convolvulus arvensis</i> (L.) | | | + | + |
| <i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.) | | | - | + |
| <i>Sónchus spp.</i> | | | + | + |
| <i>Apera spíca-venti</i> (L.) | | | + | - |
| <i>Avena fatua</i> (L.) | | | + | - |
| <i>Alopecurus pratensis</i> (L.) | | | + | - |
| <i>Setaria glauca</i> (L) P. Beauv | | | - | + |
| Республика Северная Осетия-Алания | | | | |
| <i>Sisymbrium spp.</i> | | | + | - |
| <i>Chorispora tenella</i> (L.) | | | - | - |
| <i>Thlaspi arvense</i> (L.) | | | + | - |
| <i>Bursae pastoris herba</i> (L.) | | | + | - |
| <i>Descurainia sophia</i> (L.) | | | + | + |
| <i>Fumaria officinalis</i> (L.) | | | - | + |
| <i>Veronica longifolia</i> | | | + | + |
| <i>Galium aparine</i> (L.) | | | + | + |
| <i>Amaranthus retroflexus</i> (L.) | | | - | + |
| <i>Convolvulus arvensis</i> (L.) | | | + | + |
| <i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.) | | | + | + |
| <i>Sónchus spp.</i> | | | + | + |
| <i>Apera spíca-venti</i> (L.) | | | + | - |
| <i>Avena fatua</i> (L.) | | | + | - |
| <i>Alopecurus pratensis</i> (L.) | | | + | - |
| <i>Setaria glauca</i> (L) P. Beauv | | | - | + |

Примечание: «-» — сорное растение не встречается





В Республике Северная Осетия-Алания период 2021-2022 гг. характеризуется увеличением количества засоренных посевов озимых зерновых культур, что объясняется погодными особенностями указанного периода — устойчивый снежный покров в зимние месяцы, отсутствие возвратных холодов весной, и как следствие, бурный рост ранних яровых и зимующих сорных растений.

Таким образом, сравнительный анализ засоренности озимой пшеницы на территории Ставропольского края, Чеченской Республики и Республики Северная Осетия-Алания указывает на повсеместное увеличение площади засоренных посевов. Тип засоренности — сложный: однолетние — 63,70%, многолетние — 36,30% (рис. 2). В посевах озимой пшеницы, на обследуемой территории, преобладают ранние яровые и зимующие сорные растения, что объясняется биологическими особенностями культуры (рис. 2).

Видовой состав сорной растительности в посевах озимой пшеницы в зависимости от агроклиматической зоны выращивания озимой пшеницы представлен в таблице 1.

Как видно из таблицы, порядка 15% сорных растений — представители семейства Злаковые. Ставропольский край, благодаря большому разнообразию климатических условий имеет значительное разнообразие сорных растений, в посевах озимой пшеницы зарегистрированы сорные растения, представители 25 семейств. Посевы озимой пшеницы в Республике Северная Осетия-Алания отличает большее разнообразие сорнополевого компонента, в сравнении с Чеченской Республикой, что можно объяснить наиболее благоприятными условиями произрастания: достаточное количество осадков, оптимальная температура воздуха и его относительная влажность. Таким образом по видовому разнообразию сорных растений Республика Северная Осетия-Алания занимает промежуточное положение.

Традиционно в целях борьбы с сорной растительностью применяются гербициды, при этом предпочтение отдается двухкомпонентным гербицидам широкого спектра действия, либо баковыми смесями гербицидов. При этом мониторинг флористического состава сорной растительности является основой для выбора химических средств защиты растений [4, 8, 12].

Область применения результатов. Целесообразно полученные результаты применять при разработке системы мероприятий по борьбе с сорняками в посевах озимой пшеницы.

Вывод. Установлено, что посевы озимой пшеницы в Ставропольском крае, Чеченской республике и Республике Северная Осетия-Алания засорены в средней и сильной степени.

Информация об авторах:

Адаев Нурбек Ломалиевич, доктор биологических наук, профессор, Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3770-7240>, mr.adaev6173@mail.ru

Оказова Зарина Петровна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Чеченский государственный педагогический университет, Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4405-7725>, okazarina73@mail.ru

Шутко Анна Петровна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Ставропольский государственный аграрный университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3517-257X>, schutko.an@yandex.ru

Information about the authors:

Nurbek L. Adaev, doctor of biological sciences, professor, chechen state university named after A.A. Kadyrov, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3770-7240> mr.adaev6173@mail.ru

Zarina P. Okazova, doctor of agricultural sciences, professor of the department of ecology and life safety, Chechen State Pedagogical University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4405-7725>, okazarina73@mail.ru

Anna P. Shutko, doctor of agricultural sciences, professor, Stavropol State Agrarian University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3517-257X>, schutko.an@yandex.ru

В посевах озимой пшеницы преобладают ранние яровые и зимующие сорные растения, что объясняется биологическими особенностями культуры. Около 15% сорных растений — представители семейства Злаковые.

Исходя из вышеизложенного, мониторинг флористического состава сорной растительности является одним из основных элементов в разработке системы защитных мероприятий на посевах озимой пшеницы.

Список источников

1. Адиньяев Э.Д. Резервы повышения плодородия почв и продуктивности сельскохозяйственных культур в Чеченской Республике / Э.Д. Адиньяев, Н.Л. Адаев, А.А. Терекбаев // Известия Горского государственного аграрного университета. 2014. Т. 51, № 3. С. 11-17.

2. Блиноватов А.А. Исследование засоренности сорняками посевов озимой пшеницы при севообороте / А.А. Блиноватов, П.И. Пияйко // Инновационная техника и технология. 2022. Т. 9, № 2. С. 31-35.

3. Воронов С.И. Борьба с сорной растительностью в посевах озимой пшеницы / С.И. Воронов, Ю.Н. Плещачев, Е.В. Калабашкина, В.А. Цымбалова // Проблемы развития АПК региона. 2023. № 3(55). С. 38-43.

4. Куркиев У.К. Степень засоренности сорными растениями посевов тритикале и пшеницы / У.К. Куркиев, М.Х. Гаджимагомедова // Проблемы развития АПК региона. 2020. № 2(42). С. 104-107.

5. Оказова З.П. Флористический состав сорных растений и засоренность посевов на Северном Кавказе / З.П. Оказова, Б.Х. Жеруков // Аграрная наука. 2008. № 9. С. 31-32.

6. Оказова, З.П. Вредоносность сорнополевого компонента посева озимой пшеницы / З.П. Оказова // International Agricultural Journal. 2022. Т. 65. № 5.

7. Нахаев М.Р. Возделывание зерновых культур на склоновых ландшафтах Чеченской Республики / М.Р. Нахаев, Ю.Н. Плещачев, Э.А. Соборалиева // Аграрная Россия. 2023. № 7. С. 27-30.

8. Нежинская Е.Н. Засоренность посевов озимой пшеницы в зависимости от способа обработки почвы // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2019. № 3-1. С. 124-127.

9. Фисунов Н.В. Засоренность и урожайность озимой пшеницы по основным обработкам в Западной Сибири / Н.В. Фисунов, М.Н. Чекармаева // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филлипова. 2021. № 1(62). С. 41-47.

10. Тойгильдин А.Л. Фитосанитарное состояние и урожайность озимой пшеницы в севооборотах лесостепной зоны Поволжья / А.Л. Тойгильдин, М.И. Подсёвалов, И.А. Тойгильдина, В.Н. Остин // Аграрная наука. 2021. № 11-12. С. 82-87.

11. Шалыгина, А.А. Сорняки в посевах озимых колосовых культур // Горное сельское хозяйство. 2023. № 2(32). С. 50-54.

12. Шутко А.П. Сорные растения семейства Poaceae как источники инфекции корневых гнилей озимой пшеницы / А.П. Шутко, В.М. Передериева // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2013. № 85. С. 328-337.

13. Koger, C.H.; Bruce, L.M.; Shaw, D.R.; Reddy, K.N. Wavelet analysis of hyperspectral reflectance data for detecting pitted morningglory (*Ipomoea lacunosa*) in soybean (*Glycine max*). Remote Sens. Env. 2003. № 86. pp. 108-119.

14. Su, W.-H.; Sun, D.-W. Advanced analysis of roots and tubers by hyperspectral techniques. In Advances in Food and Nutrition Research; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2019. № 87. pp. 255-303.

15. Weiner, J.; Griepentrog, H.-W.; Kristensen, L. Suppression of weeds by spring wheat *Triticum aestivum* increases with crop density and spatial uniformity. J. Appl. Ecol. 2001. № 38. С. 784-790.

References

1. Adinyayev E.D. (2014). Reserves for increasing soil fertility and productivity of agricultural crops in the Chechen Republic. News of the Mountain State Agrarian University, vol. 51, no. 3, P. 11-17.

2. Blinohvatov A.A. (2022). Study of weed infestation of winter wheat crops during crop rotation. Innovative technology and technology, vol. 9, no. 2, pp. 31-35.

3. Voronov S.I. (2023). Control of weeds in winter wheat crops. Problems of development of the regional agro-industrial complex, no. 3(55), pp. 38-43.

4. Kurkiev U.K. (2020). Degree of weed infestation of triticale and wheat crops. Problems of development of the regional agro-industrial complex, no. 2(42), pp. 104-107.

5. Okazova Z.P. (2008). Floristic composition of weeds and weediness of crops in the North Caucasus. Agrarian Science, no. 9, pp. 31-32.

6. Okazova, Z. P. (2022). Harmfulness of the weed component of winter wheat sowing. International Agricultural Journal, vol. 65, no. 5.

7. Nakhaev M.R. (2023). Cultivation of grain crops on slope landscapes of the Chechen Republic. Agrarian Russia, no. 7, pp. 27-30.

8. Nezinskaya E.N. (2019). Weediness of winter wheat crops depending on the method of tillage. International Journal of Humanities and Natural Sciences, no. 3-1, pp. 124-127.

9. Fisuнов N.V. (2021). Weediness and yield of winter wheat according to the main treatments in Western Siberia. Bulletin of the Buryat State Agricultural Academy named after V.R. Filippova, no. 1(62), pp. 41-47.

10. Toygildin A.L. (2021). Phytosanitary condition and yield of winter wheat in crop rotations of the forest-steppe zone of the Volga region. Agrarian Science, no. 11-12, pp. 82-87.

11. Shalygina A.A. (2023). Weeds in winter cereal crops. Mountain agriculture, no. 2(32), pp. 50-54.

12. Shutko A.P. (2013). Weeds of the Poaceae family as sources of infection of root rot of winter wheat. Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University, no. 85, pp. 328-337.

13. Koger, C.H.; Bruce, L.M.; Shaw, D. R.; Reddy, K.N. (2003). Wavelet analysis of hyperspectral reflectance data for detecting pitted morningglory (*Ipomoea lacunosa*) in soybean (*Glycine max*). Remote Sens. Env., no. 86, pp. 108-119.

14. Su, W.-H.; Sun, D.-W. (2019). Advanced analysis of roots and tubers by hyperspectral techniques. In Advances in Food and Nutrition Research; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, no. 87, pp. 255-303.

15. Weiner, J.; Griepentrog, H.-W.; Kristensen, L. (2001). Suppression of weeds by spring wheat *Triticum aestivum* increases with crop density and spatial uniformity. J. Appl. Ecol., no. 38, pp. 784-790.



Научная статья

УДК 632.51

doi: 10.55186/25876740_2024_67_3_299

ВРЕДНОСНОСТЬ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ НА ВИНОГРАДНИКАХ В УСЛОВИЯХ ТЕРСКО-КУМСКИХ ПЕСКОВ ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

А.С. Магомадов¹, Л.А. Титова¹, З.П. Оказова^{1,2}

¹Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова, Грозный, Россия

²Чеченский государственный педагогический университет, Грозный, Россия

Аннотация. Сорняки представляют собой дикорастущие растения, произрастающие на землях сельскохозяйственного назначения, обуславливающие снижение уровня культуры земледелия, значительные потери урожая и ухудшение его качества. Цель исследования — оценка вредности, в частности, определение критических периодов, сорнополевого компонента на виноградниках в условиях Терско-Кумских песков Чеченской Республики. Место проведения исследования — Шелковской район Чеченской Республики; период проведения — 2022-2023 гг; объект — столовый сорт винограда Августин. В ходе обследования виноградников в Чеченской Республике установлен их смешанный тип засоренности с превалированием однолетних сорных растений (58,5%). Биомасса сорнополевого компонента виноградников на фоне мин засоренности 160,0 г/м², max — 1632,0 г/м². Воздушно-сухая масса сорнополевого компонента возрастает в 10,2 раза на фоне снижения массы одного экземпляра сорного растения до 5,2 г, что является наглядным подтверждением внутривидовой конкуренции. На фоне max засоренности виноградников потери урожая достигают 67,00%. Критический период вредности сорняков — первые 40-43 дня с начала вегетации. Целесообразно полученные результаты применять при разработке регистров сорной растительности виноградников и мероприятий по борьбе с сорняками.

Ключевые слова: сорнополевой компонент, вредность, урожайность, критический период вредности, виноградники, потери урожая, флористический состав

Original article

HARMFULNESS OF WEEDS IN VINEYARDS IN THE TERESK-KUM SANDS OF THE CECHEEN REPUBLIC

A.S. Magomadov¹, L.A. Titova¹, Z.P. Okazova^{1,2}

¹Chechen State University named after. A.A. Kadyrov, Grozny, Russia

²Chechen State Pedagogical University, Grozny, Russia

Abstract. Weeds are wild plants growing on agricultural lands, causing a decrease in the level of agricultural culture, significant crop losses and deterioration in its quality. The purpose of the study is to assess the harmfulness, in particular, to determine the critical periods of the weed field component in vineyards in the conditions of the Terek-Kuma sands of the Chechen Republic. The location of the study is Shelkovsky district of the Chechen Republic; period: 2022-2023; object — table grape variety Augustine. During a survey of vineyards in the Chechen Republic, a mixed type of weed infestation with a predominance of annual weeds (58.5%) was established. The biomass of the weed component of the vineyards against the background of min weediness is 160.0 g/m², max — 1632.0 g/m². The air-dry mass of the weed field component increases 10.2 times against the background of a decrease in the mass of one weed plant specimen to 5.2 g, which is a clear confirmation of intraspecific competition. Against the backdrop of maximum weediness in the vineyards, yield losses reach 67.00%. The critical period for the harmfulness of weeds is the first 40-43 days from the beginning of the growing season. It is advisable to use the results obtained in the development of registers of weeds in vineyards and weed control measures.

Keywords: weed component, harmfulness, yield, critical period of harmfulness, vineyards, crop losses, floristic composition

Введение. Сорняки представляют собой дикорастущие растения, произрастающие на землях сельскохозяйственного назначения, обуславливающие снижение уровня культуры земледелия, значительные потери урожая и ухудшение его качества [1, 8].

Практика передачи земель в аренду и субаренду, распространенная в последнее время стала одной из причин ухудшения фитосанитарного состояния сельскохозяйственных угодий. При этом сорные растения становятся все более резистентными к используемым гербицидам. Следствие вышеизложенного — средняя и сильная засоренность сельскохозяйственных угодий. По результатам обследований низкая засоренность характерна лишь для сельскохозяйственных угодий, находящихся в собственности сельхозтоваропроизводителей [10, 12].

Как отмечает Н.Л. Адаев в своих исследованиях, основным фактором распространения вредных объектов в агроценозах, снижения урожайности и качества продукции, является именно засоренность посевов [5, 6, 11].

Цель исследования — оценка вредности, в частности, определение критических периодов, сорнополевого компонента на виноградниках в условиях Терско-Кумских песков Чеченской Республики.

Методы исследования. В работе использованы Методические указания по изучению экономических порогов и критических периодов вредности сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур [3].

Экспериментальная база. Место проведения исследования — Шелковской район Чеченской Республики; период проведения — 2022-2023 гг; объект — столовый сорт винограда Августин.

Результаты и обсуждение. В ходе обследования посадок винограда обнаружены сорняки, представители 20 семейств: *Ambrósia artemisiifolia* (L.), *Echinochloa crus-galli* (L.), *Amaranthus retroflexus* (L.), *Convolvulus arvensis* (L.), *Avena fatua* (L.), *Setaria viridis* (L.), *Elytrigia repens* (L.), *Ambrosia trifida* (L.), *Abutilon theophrasti* (Medicus), *Conyza Canadensis* (L.), *Chenopodium album* (L.), *Mentha*

arvensis (L.), *Cynodon dactylon* (L.), *Papaver rhoeas* (L.), *Asclepias syriaca* (L.), *Phleum pratense* (L.), и др. [2, 7].

Мониторинг флористического состава сорных растений на виноградниках необходим и для контроля за распространением вредных объектов на них, так как сорные растения — это и резерваторы вредных объектов.

В ходе обследования виноградников в условиях Терско-Кумских песков Чеченской Республики установлен их смешанный тип засоренности с превалированием однолетних сорных растений (58,5%) (рис. 1) [4, 9].

Интенсивность процессов фотосинтеза, а именно содержание пигментов в листьях винограда можно назвать фактором, оказывающим непосредственное влияние на урожайность и качество сельскохозяйственной продукции [10].

С увеличением количества сорнополевого компонента до max содержание хлорофилла «а» снизилось в 2,56 раза, хлорофилла «в» — в 1,65 раза; содержание каротина снизилось менее значительно — в 1,42 раза (рис. 2).

Основной сорняк в опыте — щирица запрокинутая.

Содержание хлорофиллов при min плотности произрастания сорняков на единице площади виноградника — 2,50 мг/г, каротина -0,57 мг/г (рис. 3).

С ростом плотности размещения сорных растений содержание пигментов снижалось более интенсивно в сравнении с культурным растени-

ем. Увеличение численности сорных растений отражается и на скорости накопления биомассы сорняков (рис.4).

Одним из показателей вредоносности сорнополевого компонента можно назвать его биомассу, так при min плотности его произрастания она составила 160,0 г/м², а на фоне тах — 1632,0 г/м². Следовательно, биомасса сорнополевого компонента увеличилась в 10,2 раза.

Вместе с тем, масса одного экземпляра сорного растения сократилась в 6,3 раза и составила 5,2 г, что является подтверждением внутривидовой конкуренции.

Урожайность столового винограда, сорт Августин составила 14,00-4,65 т/га: с ростом плотности размещения сорных растений на единице площади потери урожая достигли 67,00% (табл.1, рис. 5).



Рисунок 1. Сорные растения виноградников (2022-2023 гг.)
Figure 1. Weeds in vineyards (2022-2023)

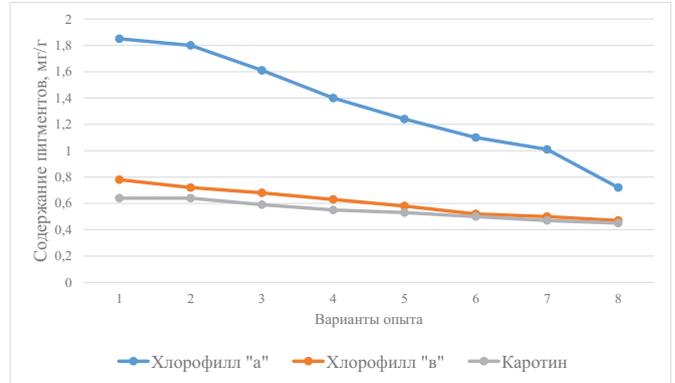


Рисунок 2. Содержание пигментов в листьях винограда столового сорта Августин (мг/г) (2022-2023 гг.) (1 — виноградник чистый от сорняков; 2 — 5 шт/м²; 3 — 10 шт/м²; 4 — 20 шт/м²; 5 — 40 шт/м²; 6 — 80 шт/м²; 7 — 160 шт/м²; 8 — 320 шт/м²)
Figure 2. Pigment content in leaves of table grape variety Augustine (mg/g) (2022-2023) (1 — vineyard free from weeds; 2 — 5 pcs/m²; 3 — 10 pcs/m²; 4 — 20 pcs/m²; 5 — 40 pcs/m²; 6 — 80 pcs/m²; 7 — 160 pcs/m²; 8 — 320 pcs/m²)

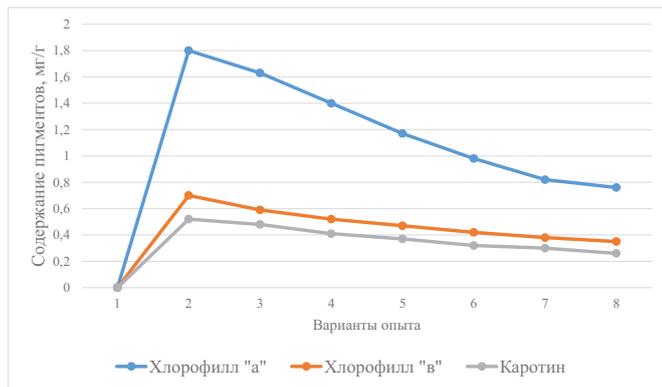


Рисунок 3. Содержание пигментов в листьях щирицы запрокинутой (мг/г) (2022-2023 гг.) (1 — виноградник чистый от сорняков; 2 — 5 шт/м²; 3 — 10 шт/м²; 4 — 20 шт/м²; 5 — 40 шт/м²; 6 — 80 шт/м²; 7 — 160 шт/м²; 8 — 320 шт/м²)
Figure 3. Pigment content in the leaves of the acorn plant (mg/g) (2022-2023) (1 — vineyard free from weeds; 2 — 5 pcs/m²; 3 — 10 pcs/m²; 4 — 20 pcs/m²; 5 — 40 pcs/m²; 6 — 80 pcs/m²; 7 — 160 pcs/m²; 8 — 320 pcs/m²)

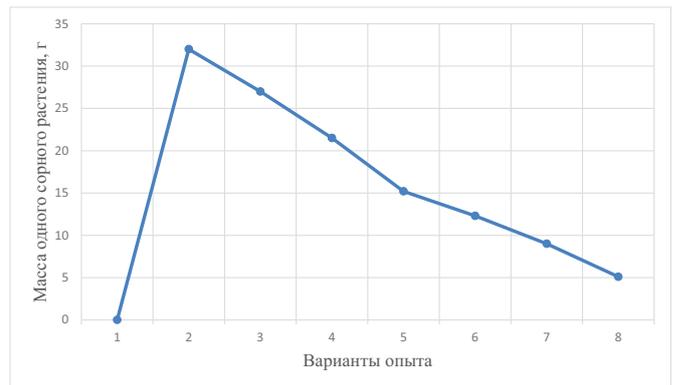


Рисунок 4. Влияние плотности размещения сорняков на интенсивность накопления биомассы щирицы запрокинутой (2022-2023 гг.) (1 — виноградник чистый от сорняков; 2 — 5 шт/м²; 3 — 10 шт/м²; 4 — 20 шт/м²; 5 — 40 шт/м²; 6 — 80 шт/м²; 7 — 160 шт/м²; 8 — 320 шт/м²)
Figure 4. Influence of weed density on the intensity of accumulation of acorn biomass (2022-2023) (1 — vineyard free from weeds; 2 — 5 pcs/m²; 3 — 10 pcs/m²; 4 — 20 pcs/m²; 5 — 40 pcs/m²; 6 — 80 pcs/m²; 7 — 160 pcs/m²; 8 — 320 pcs/m²)

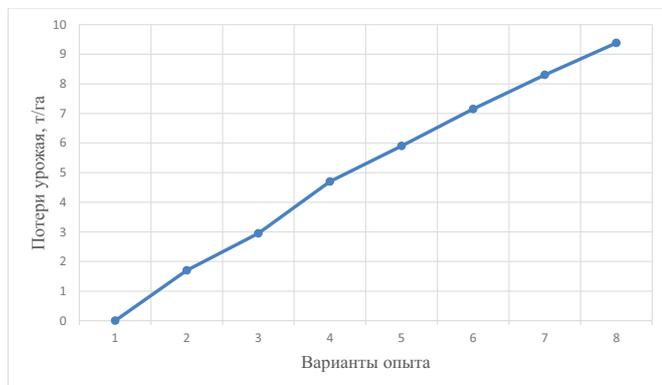


Рисунок 5. Численность сорняков на единице площади на потери урожая столового сорта винограда Августин (2022-2023 гг.) (1 — виноградник чистый от сорняков; 2 — 5 шт/м²; 3 — 10 шт/м²; 4 — 20 шт/м²; 5 — 40 шт/м²; 6 — 80 шт/м²; 7 — 160 шт/м²; 8 — 320 шт/м²)
Figure 5. Number of weeds per unit area for yield loss of table grape variety Augustine (2022-2023) (1 — vineyard free from weeds; 2 — 5 pcs/m²; 3 — 10 pcs/m²; 4 — 20 pcs/m²; 5 — 40 pcs/m²; 6 — 80 pcs/m²; 7 — 160 pcs/m²; 8 — 320 pcs/m²)

Таблица 1. Численность сорняков и урожайность винограда, сорт Августин (2022-2023 гг.)
Table 1. Number of weeds and grape yield, variety Augustine (2022-2023)

| Численность сорняков, шт/м ² | Урожайность, т/га | | | Потери урожая | |
|---|-------------------|-------|--------------------------|---------------|-------|
| | 2022 | 2023 | Среднее за 2022-2023 гг. | т/га | % |
| 0 | 13,30 | 14,70 | 14,00 | - | - |
| 5 | 11,70 | 12,90 | 12,30 | 1,70 | 12,14 |
| 10 | 10,68 | 11,42 | 11,05 | 2,95 | 21,07 |
| 20 | 8,90 | 9,70 | 9,30 | 4,70 | 33,57 |
| 40 | 7,75 | 8,45 | 8,10 | 5,90 | 42,14 |
| 80 | 6,15 | 7,55 | 6,85 | 7,15 | 51,07 |
| 160 | 5,00 | 6,40 | 5,70 | 8,30 | 59,28 |
| 320 | 3,98 | 5,32 | 4,65 | 9,38 | 67,00 |
| HCP ₀₅ , т/га | 0,78 | 0,62 | | | |

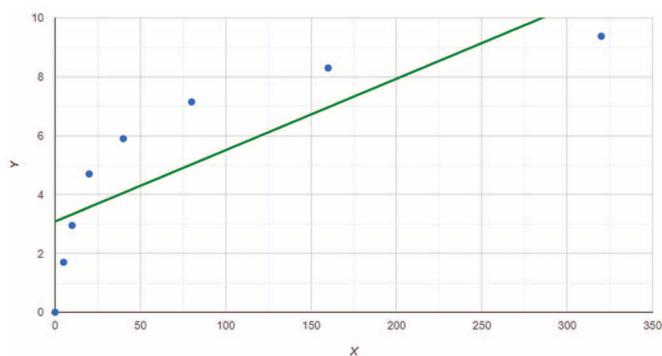


Рисунок 6. Корреляционная зависимость потерь урожая от степени засоренности виноградника
Figure 6. Correlation between yield losses and the degree of weediness in the vineyard

При оценке всего периода исследований необходимо отметить, что оптимальным для роста и развития винограда стал 2023 год, когда среднемесячная температура была близка, а в июле и августе превышала среднемноголетние значения на 109,3 и 113,0% соответственно. В фазу активного роста винограда отсутствовали осадки ливневого характера и ураганный ветер. В ходе оценки климатических условий 2022 года необходимо отметить поздние заморозки и осадки ливневого характера, выпавшие в первой декаде мая, что объясняет стрессовое состояние виноградной лозы.

Установлена корреляционная зависимость между численностью сорных растений посева кукурузы и потерями урожая столового сорта Августин, коэффициент корреляции составил 0.8179, имеет место выраженная коррелятивная зависимость ($r > 0,7$), уравнение регрессии: $Y = 0,0242x + 3,0853$ (рис. 5).

На 7 рис. показано графическое определение критического периода вредоносности сорных растений в посевах кукурузы. Это первые 40-43 дня с начала вегетации.

Область применения результатов. Целесообразно полученные результаты применять при разработке регистров сорной растительности виноградников и мероприятий по борьбе с сорняками.

Вывод. В ходе обследования виноградников в условиях Терско-Кумских песков Чеченской Республике установлен их смешанный тип засоренности с превалированием однолетних сорных растений (58,5%). С ростом количества сорных растений на винограднике их масса растёт со 160,0 до 1632,0 г/м². На фоне max засоренности потери урожая достигают 67,00%. Критический период вредоносности сорняков — первые 40-43 дня с начала вегетации.

Информация об авторах:

Магоматов Анди Султанович, доктор сельскохозяйственных наук, директор Агротехнологического института, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3614-0673>, magomadov-andi@mail.ru

Титова Лариса Анатольевна, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2180-6017>, larisa-titova-1976@mail.ru

Оказова Зарина Петровна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Чеченский государственный педагогический университет, Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4405-7725>, okazarina73@mail.ru

Information about the authors:

Andi S. Magomadov, doctor of agricultural sciences, director of the agrotechnological institute, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3614-0673>, magomadov-andi@mail.ru

Larisa A. Titova, candidate of agricultural sciences, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2180-6017>, larisa-titova-1976@mail.ru

Zarina P. Okazova, doctor of agricultural sciences, professor of the department of ecology and life safety, Chechen State Pedagogical University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4405-7725>, okazarina73@mail.ru

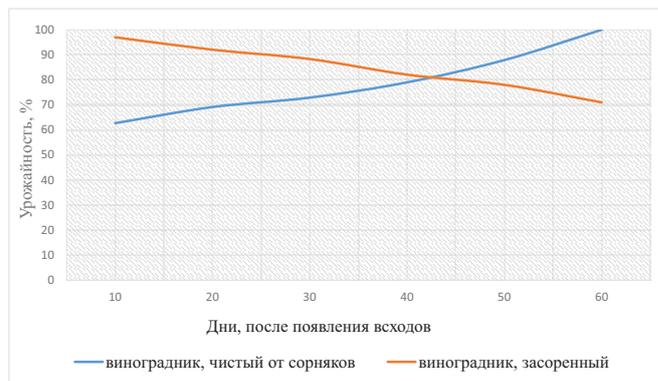


Рисунок 7. Критический период вредоносности сорняков на винограднике, сорт Августин (2022-2023 гг.)
Figure 7. Critical period of weed damage in the vineyard, Augustine variety (2022-2023)

Список источников

1. Абдулгалимов, М.М. Технические средства для экологически безопасной ресурсосберегающей технологии защиты растений // Аграрный научный журнал. 2022. № 8. С. 66-71.
2. Алиев, Т.Г. Г. Способ борьбы с сорняками в интенсивных садах ЦЧЗ / Т.Г. Алиев, Р.А. Струкова, М.Н. Мишина // Наука и Образование. 2020. Т. 3. № 4. 120 с.
3. Бобрович, Л.В. Сорная растительность в садовых агроценозах / Л.В. Бобрович, Н.В. Андреева // Наука и Образование. 2021. Т. 4. № 4.
4. Гаджиева, Э.А. Экономическая эффективность применения гербицидов в борьбе с сорняками на виноградниках // Бюллетень науки и практики. 2023. Т. 9. № 12. С. 168-174.
5. Магоматов А.С., Аев Н.Л., Оказова З.П., Амаева А.Г., Даулакова Л.Ш., Титова Л.А. Регистр агротехнологий плодовых культур Чеченской Республики. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2023624780 от 20.12.2023. Заявка № 2023624252 от 23.11.2023.
6. Мукумова, Х.Д. Способы борьбы с сорняками / Х.Д. Мукумова, Х.Х. Игамбердиев // Universum: технические науки. 2021. № 2-1(83). С. 55-56.
7. Немченко, В.В. Борьба с сорняками: инновационные методы / В.В. Немченко, А.Ю. Кекало, В.Л. Дерябин // Нивы России. 2023. № 2(212). С. 48-51.
8. Сейитныязова, Г. Биологические группы сорняков / Г. Сейитныязова, А. Аманпесов // Ceteris Paribus. 2023. № 3. С. 17-18.
9. Сулльева, С.Х. Вредные свойства и классификация сорняков / С.Х. Сулльева, К.Г. Зокиров // Экономика и социум. 2020. № 9(76).
10. Талаш, А.И. Влияние предшествующей культуры на общее и фитосанитарное состояние вновь закладываемых виноградников / А.И. Талаш, А.Б. Евдокимов // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. 2018. Т. 15. С. 68-70.

11. Deshmukh M. R, Kazkamhaz S.P, Patil S.G., Mahazachta S.A. Seed germination and vigour index studies in grapes. 2003. 28.1. Pp. 112-114.
12. Genter B. Klienterragsan wie bewirtschaften // Bad. Winzer. 2009. № 3. Pp. 33-35.

References

1. Abdulgalimov M.M. (2022). Technical means for environmentally safe resource-saving plant protection technology. Agrarian scientific journal, no. 8, pp. 66-71.
2. Aliev T.G. G. (2020). Method of weed control in intensive gardens of the Central Chernobyl Plant. Science and Education, vol. 3, no. 4, pp. 120.
3. Bobrovich L.V. (2021). Weeds in garden agroecosystems. Science and Education, vol. 4, no. 4.
4. Gadzhieva E.A. (2023). Economic efficiency of using herbicides in weed control in vineyards. Bulletin of science and practice, vol. 9, no. 12, pp. 168-174.
5. Magomadov A.S., Aev N.L., Okazova Z.P., Amava A.G., Daulakova L.Sh., Titova L.A. Register of agricultural technologies of fruit crops of the Chechen Republic. Certificate of state registration of the database no. 2023624780 dated 20.12.2023. Application no. 2023624252 dated 23.11.2023.
6. Mukumova Kh.D. (2021). Methods of weed control. Universum: technical sciences, no. 2-1(83), pp. 55-56.
7. Nemchenko V.V. (2023). Weed control: innovative methods. Fields of Russia, no. 2(212), pp. 48-51.
8. Seyitnyazova G. (2023). Biological groups of weeds. Ceteris Paribus, no. 3, pp. 17-18.
9. Sullieva S.Kh. (2020). Harmful properties and classification of weeds. Economy and society, no. 9(76).
10. Talash A.I. (2018). The influence of the previous crop on the general and phytosanitary condition of newly planted vineyards. Scientific works of the North Caucasus Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture and Winemaking, vol. 15, pp. 68-70.
11. Deshmukh M.R., Kazkamhaz S.P., Patil S.G., Mahazachta S.A. (2003). Seed germination and vigor index studies in grapes, 28.1. pp. 112-114.
12. Genter V. (2009). Klienterragsan wie bewirtschaften. Bad. Winzer, no. 3, pp. 33-35.





Научная статья

УДК 339.5:332.1

doi: 10.55186/25876740_2024_67_3_302

АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО ЭКСПОРТА В УСЛОВИЯХ САНКЦИЙ

Д.А. Зюкин¹, Р.Я. Вакуленко^{2,3}, А.А. Головин⁴,
М.Н. Уварова⁵, Е.А. Большевича⁶

¹Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, Курск, Россия

²Нижегородский государственный лингвистический университет имени Н.А. Добролюбова, Нижний Новгород, Россия

³Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева, Нижний Новгород, Россия

⁴Курская академия государственной и муниципальной службы, Курск, Россия

⁵Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, Орел, Россия

⁶Юго-Западный государственный университет, Курск, Россия

Аннотация. Внешняя торговля продолжает оставаться одним из важнейших направлений экономической деятельности России даже в условиях санкций, поскольку страна вносит существенный вклад в мировое обеспечение топливно-энергетическими ресурсами, продовольствием и сельскохозяйственным сырьем. С учетом различной экономической специализации субъектов страны, степень негативного влияния санкций на регионы оказалась дифференцированной, а в наибольшей степени сократился внешнеторговый оборот в тех из них, где профиль деятельности соответствует санкционным спискам. Целью данной работы является анализ перспектив развития регионального экспорта в условиях санкций на примере регионов Центрального федерального округа (ЦФО). В ходе исследования проводится оценка взаимосвязи между уровнем экономического развития регионов ЦФО и состоянием экспорта в 2017-2021 гг., а также на основе мнений экспертов делается вывод о дальнейших перспективах развития ситуации. Вызванный первым периодом экономических санкций спад к 2018 г. удалось преодолеть, в результате чего внешнеторговый оборот страны восстановился. Однако начало пандемии коронавируса в 2020 г. и вынужденная приостановка производственно-экономической деятельности негативно отразились на внешней торговле, способствуя снижению как экспорта, так и импорта. При этом коронавирус оказал лишь краткосрочное негативное влияние на внешнеторговую деятельность, а уже в 2021 г. наметилась положительная динамика. Оценка взаимосвязи между уровнем экономического развития регионов и состоянием экспорта в них показала наличие тесной устойчивой корреляционной связи, однако с течением времени происходит снижение взаимосвязи между данными индикаторами, что позволяет говорить о том, что на первый план все больше выходит политический фактор. В ближайшей перспективе следует ожидать дальнейшего снижения взаимосвязи между уровнем экономического развития регионов и состоянием их экспорта. При этом в наибольшей степени от санкций пострадают те регионы, которые были ориентированы на торговлю со странами ЕС.

Ключевые слова: внешняя торговля, экспорт, импорт, экономическое развитие, политика, санкции

Original article

ANALYSIS OF PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF REGIONAL EXPORTS IN THE CONTEXT OF SANCTIONS

D.A. Zyukin¹, R.Ya. Vakulenko^{2,3}, A.A. Golovin⁴,
M.N. Uvarova⁵, E.A. Bolycheva⁶

¹Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov, Kursk, Russia

²Linguistics University of Nizhny Novgorod, Nizhny Novgorod, Russia

³Nizhny Novgorod State Technical University named after R.E. Alekseev, Nizhny Novgorod, Russia

⁴Kursk Academy of State and Municipal Service, Kursk, Russia

⁵Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin, Orel, Russia

⁶Southwest State University, Kursk, Russia

Abstract. Foreign trade continues to be one of the most important areas of Russia's economic activity even under sanctions, as the country makes a significant contribution to the global supply of fuel and energy resources, food and agricultural raw materials. Taking into account the different economic specialization of the country's subjects, the degree of negative impact of sanctions on the regions turned out to be differentiated, and foreign trade turnover decreased to the greatest extent in those where the profile of activity corresponds to the sanctions lists. The purpose of this work is to analyze the prospects for the development of regional exports in the context of sanctions on the example of the Central Federal District regions. The study evaluates the relationship between the level of economic development of the Central Federal District regions and the state of exports in 2017-2021, and based on the opinions of experts, a conclusion is drawn about the future prospects for the development of the situation. The recession caused by the first period of economic sanctions was overcome by 2018, as a result of which the country's foreign trade turnover recovered. However, the onset of the coronavirus pandemic in 2020 and the forced suspension of industrial and economic activities had a negative impact on foreign trade, contributing to a decrease in both exports and imports. At the same time, the coronavirus had only a short-term negative impact on foreign trade activities, and already in 2021 there was a positive trend. An assessment of the relationship between the level of economic development of regions and the state of exports in them showed the presence of a close stable correlation, however, over time, there is a decrease in the relationship between these indicators, which suggests that the political factor is increasingly coming to the fore. In the near future, we should expect a further decrease in the relationship between the level of economic development of the regions and the state of their exports. At the same time, those regions that were focused on trade with EU countries will suffer the most from sanctions.

Keywords: foreign trade, export, import, economic development, policy, sanctions



Введение. Для России внешняя торговля продолжает оставаться одним из важнейших направлений экономической деятельности даже в условиях санкций. Это связано с тем, что страна вносит существенный вклад в мировое обеспечение топливно-энергетическими ресурсами, продовольствием и сельскохозяйственным сырьем. Поэтому, несмотря на экономическое давление и попытки ограничить доступ страны на мировые рынки, изолировать ее полностью не представляется возможным ввиду отсутствия альтернатив [1]. Вместе с тем необходимо признать тот факт, что санкции оказали существенное влияние на внешнюю торговлю России, способствуя изменению ее структуры и географической направленности. Если прежде основными партнерами во внешней торговле являлись страны ЕС, то теперь происходит ее переориентация на восток, а главными партнерами становятся Китай и Индия [2].

Помимо общего воздействия санкции оказали влияние и на развитие внешнеторговой деятельности в регионах страны. С учетом различной экономической специализации субъектов страны, степень негативного влияния санкций оказалась дифференцированной, а в наибольшей степени сократился внешнеторговый оборот в тех регионах, профиль деятельности которых совпал с санкционными списками. Поскольку внешнеторговая деятельность России сохраняет экспортную направленность, то в наибольшей степени от санкций пострадал экспорт регионов, который определяется возможностями сырьевых отраслей и сельского хозяйства [3, 4].

Оценка фактической степени влияния санкций на экспорт регионов затруднена, поскольку финансовые потоки в стране имеют диспропорции и характеризуются централизацией. Регион фактического производства продукции зачастую не совпадает с местом регистрации торговых домов, участвующих во внешнеторговой деятельности, поэтому прибыль от экспорта уходит в другие регионы, что наиболее характерно для зерновых культур и продукции масличного подкомплекса [5, 6].

Особенности организации крупного бизнеса в сфере внешней торговли предопределяют роль концентрации капитала и наличия большего центра принятия решений, следствием которого является размер экономики региона и относительное ее выражение в форме величины ВРП на душу населения. Это подтверждает актуальность сопоставления размеров экспорта с экономическими возможностями региона, определяющимися далеко не всегда рыночно-экономическими факторами.

Методика исследования. В работе используются материалы и данные, представленные на официальных сайтах Федеральной службы государственной статистики, результаты исследований ученых и экспертов в данной области. Для достижения поставленных целей исследования рассматривается динамика показателей, отражающих состояние экономики и развитие внешней торговли в РФ и регионах Центрального федерального округа (ЦФО) за 2017-2021 гг., а именно величины ВРП на душу населения, размера внешне торгового оборота и экспорта. Выбор ЦФО в качестве объекта исследования обусловлено уровнем его экономического развития и вкладом во внешнеторговый оборот. В ходе исследования проводится оценка

влияния уровня экономического развития регионов на состояние экспортной деятельности в период 217-2021 гг. на основе методов корреляционно-регрессионного анализа — парной корреляции и ранговой корреляции Спирмена. Для целей исследования из состава рассматриваемых регионов ЦФО были исключены Москва и Московская область, поскольку объемы внешнеторговой деятельности в них существенно дифференцированы. Это является следствием того, что Москва и область является финансовым и юридическим центром страны и, соответственно, внешней торговли, при этом внутри самого столичного региона физически практически не производится экспортируемых товаров. Оценка и прогнозирование развития экспортной деятельности России в период 2022-2023 гг. проводится на основе метода экспертных оценок и анализа позиций исследователей по данному направлению. Авторами используются общенаучные методы исследования, экономико-статистический анализ, синтез, дедукция, индукция, обобщение научной практики.

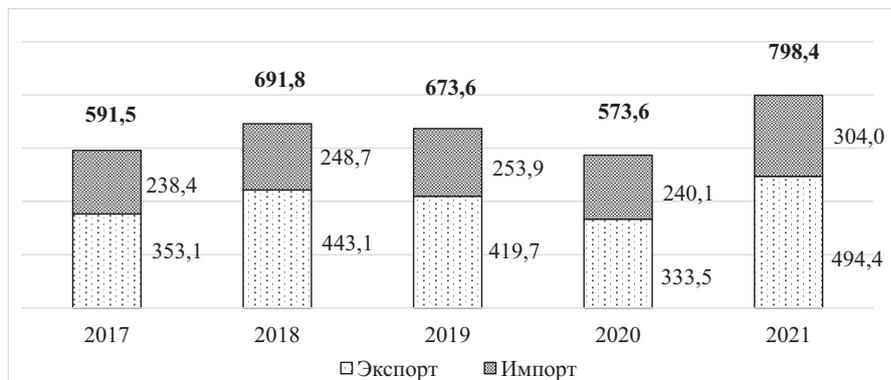
Результаты исследования. Общий объем внешнеторгового оборота России в последние 5 лет варьирует волнообразно, характеризуется очередным спадом в 2019-2020 гг. на фоне ухудшения эпидемиологической обстановки. В период 2017-2018 гг. сохранялся устойчивый рост внешнеторгового оборота после вызванного санкциями закономерного снижения, в результате чего в 2018 г. показатель практически достиг 692 млрд долл. США. К 2020 г. отмечено снижение внешнеторгового оборота России более

чем на 17% — до 573,6 млрд долл. США, однако уже к 2021 г. произошел прирост на уровне 40% — до 798,4 млрд долл. США (рис. 1).

В структуре внешней торговли России отмечается сохранение экспортной направленности, поскольку экспорт превышает импорт. Если в 2018 г. было экспортировано из страны на общую сумму 353,1 млрд долл. США, то после спада в 2019-2020 гг. к 2021 г. объем экспорта вырос до 494,4 млрд долл. США. Объем импорта за исследуемый период вырос на 28% — до 304,0 млрд долл. США.

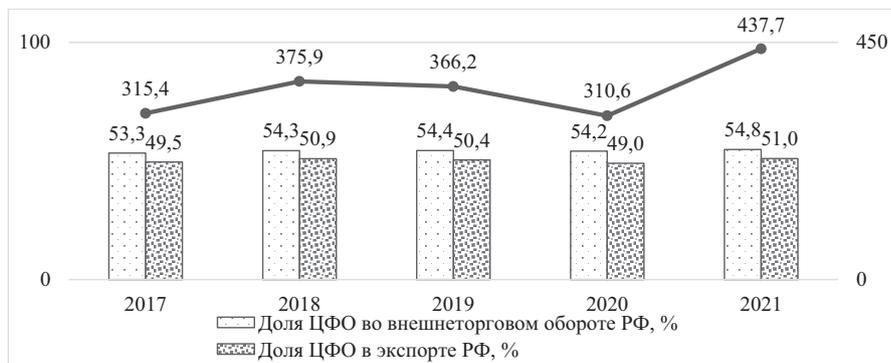
Во внешнеторговой деятельности страны ЦФО и входящие в его состав регионы занимают немаловажное место. Так, общий объем внешнеторгового оборота регионов ЦФО в 2018 г. составлял 315,4 млрд долл. США, а после периода роста в 2017-2018 гг. отмечено снижение показателя до 310,6 млрд долл. США к 2020 г. Однако уже в 2021 г. внешнеторговый оборот регионов ЦФО вырос более чем на 40% — до 437,7 млрд долл. США. Вклад регионов ЦФО во внешнеторговый оборот страны является наибольшим: в исследуемом периоде более 53% внешнеторгового оборота приходится именно на регионы ЦФО. Вместе с тем ЦФО также занимает и наибольшую долю в структуре экспорта России — в 2017 и 2020 гг. показатель приближался к 50%, а в другие годы составлял 50-51% (рис. 2).

Внутри ЦФО сохраняется дифференциация по размеру внешнеторгового оборота, при этом лидирующие позиции устойчиво принадлежат Москве и области, где показателькратно выше.



Источник: составлено на основе данных Федеральной службы государственной статистики [7].

Рисунок 1. Динамика внешнеторгового оборота России в 2017-2021 гг., млрд долл. США
Figure 1. Dynamics of Russia's foreign trade turnover in 2017-2021, billion US dollars



Источник: составлено на основе данных Федеральной службы государственной статистики [7].

Рисунок 2. Динамика внешнеторгового оборота ЦФО и его доли во внешней торговле России в 2017-2021 гг.
Figure 2. Dynamics of the Central Federal District's foreign trade turnover and its share in Russia's foreign trade in 2017-2021





В 2021 г. внешнеторговый оборот Москвы составил 336,3 млрд долл. США, а Московской области — 45 млрд долл. США. В свою очередь, наименьший объем внешней торговли среди регионов ЦФО устойчиво сохраняется в Тамбовской и Орловской областях — менее 1 млрд долл. США в 2021 г. В период 2017-2019 гг. для большинства регионов округа общей динамикой является рост объема внешнеторгового оборота. При этом в некоторых регионах, а именно в Липецкой, Тульской, Владимирской и Воронежской областях, в данный период динамика была отрицательной. В период 2019-2021 гг. во всех регионах, кроме Брянской области, сохранилась положительная динамика. При этом наиболее высокие темпы роста отмечены

в Костромской области, где внешнеторговый оборот вырос более чем в 5,6 раза, также прирост на уровне выше 50% наблюдается в Липецкой и Курской областях (табл. 1).

Сравнительная оценка объема экспорта регионов ЦФО в 2017-2021 гг. показала устойчивую динамику роста показателя, при этом в ряде регионов отмечено кратное увеличение, в том числе в Костромской области, где увеличение составило более 18 раз. Также более чем в 1,5 раза к 2021 г. вырос объем экспорта в Курской, Тверской и Тамбовской областях. Самые низкие темпы прироста экспорта в 2019 г. относительно уровня 2017 г. отмечаются в Тульской области — 5%. В результате в 2021 г. лидерами по объему экспорта среди

регионов ЦФО остались Москва и область, которые экспортировали товаров на сумму 207,3 и 11,4 млрд долл. США соответственно, что существенно выше, чем в прочих регионах округа. Замыкает тройку лидеров Липецкая область с объемом экспорта 6,8 млрд долл. США. В 10 регионах округа объем экспорта варьировал в пределах 1-6 млрд долл. США, а в оставшихся 5 регионах был наименьшим и не превышал 700 млн долл. США. Внутри ЦФО регионом с наименьшим объемом экспорта по итогам 2021 г. стала Ивановская область, где показатель составил 273 млн долл. США.

В структуре внешнеторгового оборота регионов ЦФО в 2017 г. экспортная направленность отмечалась только в 9 регионах, где доля

Таблица 1. Динамика общего объема внешней торговли в регионах ЦФО в 2017-2021 гг.

Table 1. Dynamics of the total volume of foreign trade in the Central Federal District regions in 2017-2021

| Регион | Значение, млн долл. США | | | | | Изменение, % | |
|---------------------------------|-------------------------|---------|---------|---------|---------|---------------------|---------------------|
| | 2017 г. | 2018 г. | 2019 г. | 2020 г. | 2021 г. | в 2019 г. к 2017 г. | в 2021 г. к 2019 г. |
| Москва (млрд долл.) | 248,0 | 300,7 | 291,6 | 238,8 | 336,3 | 17,6 | 15,3 |
| Московская область (млрд долл.) | 30,3 | 34,9 | 35,4 | 32,2 | 45,0 | 17,0 | 27,1 |
| Калужская область | 6619,5 | 7475,9 | 7843,6 | 6991,2 | 9044,9 | 18,5 | 15,3 |
| Липецкая область | 5608,8 | 6659,3 | 4993,9 | 4380,7 | 8198,7 | -11,0 | 64,2 |
| Белгородская область | 4399,9 | 4826 | 4752,3 | 4566,7 | 6531,6 | 8,0 | 37,4 |
| Тульская область | 4820,6 | 4638,3 | 4221,3 | 4178,2 | 5750,3 | -12,4 | 36,2 |
| Костромская область | 439,4 | 478,5 | 869,1 | 3815,4 | 5734,4 | 97,8 | 5,6 раза |
| Смоленская область | 2856,5 | 3159,4 | 3087,3 | 2985,1 | 3879,3 | 8,1 | 25,7 |
| Владимирская область | 2152,4 | 2451 | 2139 | 2065,2 | 2898 | -0,6 | 35,5 |
| Воронежская область | 2631,2 | 2505,2 | 2133 | 2061,2 | 2729,4 | -18,9 | 28,0 |
| Рязанская область | 1633,9 | 1192 | 1983,6 | 1224,3 | 2477,7 | 21,4 | 24,9 |
| Курская область | 1074,5 | 1205,9 | 1394 | 1452,4 | 2228 | 29,7 | 59,8 |
| Ярославская область | 1599,4 | 1991,2 | 1772,8 | 1575,7 | 1989,6 | 10,8 | 12,2 |
| Тверская область | 741,3 | 902,3 | 923,4 | 972,7 | 1284,2 | 24,6 | 39,1 |
| Брянская область | 997,4 | 1135,4 | 1271,9 | 1404,2 | 1200,2 | 27,5 | -5,6 |
| Ивановская область | 662,5 | 734,7 | 722,8 | 745,5 | 1069 | 9,1 | 47,9 |
| Орловская область | 458,2 | 568,9 | 590,8 | 564,4 | 815 | 28,9 | 37,9 |
| Тамбовская область | 382,1 | 422,9 | 466,2 | 614,6 | 662,2 | 22,0 | 42,0 |

Источник: рассчитано на основе данных Федеральной службы государственной статистики [7].

Таблица 2. Динамика общего объема и доли экспорта во внешнеторговом обороте в регионах ЦФО в 2017-2021 гг.

Table 2. Dynamics of the total volume and share of exports in the Central Federal District regions in 2017-2021

| Регион | Значение | | | | Изменение в 2021 г. к 2017 г., % | |
|----------------------|-----------|---------|-----------|---------|----------------------------------|------|
| | 2017 г. | | 2021 г. | | объема | доли |
| | млн долл. | доля, % | млн долл. | доля, % | | |
| г. Москва | 149246,6 | 60,2 | 207285,3 | 61,6 | 38,9 | 1,5 |
| Московская область | 6580 | 21,8 | 11413,4 | 25,4 | 73,5 | 3,6 |
| Липецкая область | 4324,5 | 77,1 | 6824,1 | 83,2 | 57,8 | 6,1 |
| Костромская область | 278,9 | 63,5 | 5480,9 | 95,6 | 18,7 раза | 32,1 |
| Белгородская область | 2790 | 63,4 | 5052,5 | 77,4 | 81,1 | 13,9 |
| Тульская область | 3766,6 | 78,1 | 3953,2 | 68,7 | 5,0 | -9,4 |
| Курская область | 622 | 57,9 | 1631,3 | 73,2 | 1,6 раза | 15,3 |
| Рязанская область | 996,7 | 61,0 | 1561 | 63,0 | 56,6 | 2,0 |
| Калужская область | 1331 | 20,1 | 1513,3 | 16,7 | 13,7 | -3,4 |
| Воронежская область | 1322,9 | 50,3 | 1508,9 | 55,3 | 14,1 | 5,0 |
| Смоленская область | 1094,5 | 38,3 | 1488,3 | 38,4 | 36,0 | - |
| Владимирская область | 670,4 | 31,1 | 1137,7 | 39,3 | 69,7 | 8,1 |
| Ярославская область | 824,8 | 51,6 | 1134,4 | 57,0 | 37,5 | 5,4 |
| Тверская область | 238,9 | 32,2 | 605,8 | 47,2 | 1,5 раза | 14,9 |
| Тамбовская область | 168,6 | 44,1 | 426,4 | 64,4 | 1,5 раза | 20,3 |
| Орловская область | 222 | 48,5 | 418,8 | 51,4 | 88,6 | 2,9 |
| Брянская область | 272,5 | 27,3 | 414,8 | 34,6 | 52,2 | 7,2 |
| Ивановская область | 164,2 | 24,8 | 272,6 | 25,5 | 66,0 | 0,7 |

Источник: рассчитано на основе данных Федеральной службы государственной статистики [7].



экспорта превышала 50%. Среди регионов с преобладанием импортной направленности стоит выделить Московскую, Калужскую, Брянскую и Ивановскую области, где более 70% торгового оборота приходится на ввоз продукции. К 2021 г. для большинства регионов общей тенденцией стало увеличение не только стоимостного объема, но и доли экспорта в структуре внешней торговли, что позволяет говорить об усилении экспортной направленности. В Наибольшей степени выросла доля экспорта в Костромской области — до 95,6%. Также в отчетном периоде высокая доля экспорта в структуре внешней торговли отмечена в Липецкой, Белгородской и Курской областях — более 70%. Усиление импортной направленности внешне-торговой деятельности отмечено в Тульской и Калужской областях, являющихся крупнейшими центрами машиностроения, чем и обусловлен высокий процент импорта (табл. 2).

В результате в разрезе регионов ЦФО в период 2017-2021 гг. внешнеторговая деятельность характеризовалась разнонаправленными тенденциями, что обусловлено экономической специализацией регионов округа. При этом для большинства из них характерна экспортная направленность и ее усиление к 2021 г., несмотря на кризис и сохранение санкционного давления. Отдельно стоит выделить Москву, которая номинально характеризуется большим объемом экспорта, поскольку является экономическим и финансовым центром, через который осуществляются экспортные операции. Также необходимо отметить и Московскую область, которая также при достаточно большом внешнеторговом обороте характеризуется преобладанием импорта, что делает ее крупнейшим в стране и округе центром импорта. Поэтому данные субъекты ЦФО с учетом их специфики нами были исключены при дальнейшем проведении исследования.

Среди оставшихся 16 регионов ЦФО была проведена оценка уровня экономического развития в качестве фактора влияния на развитие экспорта на основе определения корреляционной связи между размером ВРП на душу населения и объемом экспорта.

По результатам проведенных расчетов были получены значения коэффициентов парной корреляции и ранговой корреляции Спирмена и дана их интерпретация в соответствии со шкалой Чеддока. Установлено, что между

рассматриваемыми рядами данных существует прямая и тесная корреляционная связь. Полученные значения парных коэффициентов корреляции свидетельствуют о том, что в 2017-2019 гг. уровень экономического развития регионов ЦФО оказывал существенное влияние на развитие экспорта. Однако в 2020 г. на фоне ухудшения эпидемиологической обстановки произошло снижение тесноты корреляционной связи между данными индикаторами, а в 2021 г. — ее очередное усиление. Оценка динамики коэффициентов ранговой корреляции Спирмена показала более высокую степень тесноты корреляционной связи между рассматриваемыми индикаторами. Если в 2017-2019 гг. коэффициент корреляции превышал 0,8, то в последние 2 года снизился до уровня 0,62-0,66. В результате можно отметить, что с течением времени происходит снижение влияния фактора уровня экономического развития регионов на состояние и тренды экспортной деятельности в них (рис. 3).

Снижение влияния фактора экономического развития регионов на их внешнеторговую деятельность в последние несколько лет связано с усилением влияния политического фактора. В условиях сохраняющегося противостояния санкционная политика начинает оказывать все большее влияние на международную торговлю, даже в ущерб экономическим интересам обеих сторон.

Принятое в 2022 г. решение о приостановке публикации открытых данных об объемах и структуре внешней торговли России существенно осложняет оценку и прогнозирование актуальных трендов. По мнению ряда экспертов [8, 9], в ближайшей перспективе усиление санкционного давления в 2022-2023 гг. на экономику России и ее внешнюю торговлю будет способствовать сохранению тенденций предыдущих лет, связанных со структурными изменениями торговых взаимоотношений России. Все более актуальным становится вопрос об усилении российско-китайского сотрудничества, поскольку на текущем этапе страны Азии во главе с Китаем становятся наиболее перспективными торговыми партнерами как в части экспорта, так и импорта. Поэтому ожидается усиление интеграции и поворот внешней торговли «на Восток» [10, 11].

По мнению Е.Д. Пашневой, Э.И. Казитовой [12], первичным следствием усиления санкци-

онного давления неизбежно станет сокращение объемов внешней торговли, однако уже в среднесрочной перспективе экономике удастся адаптироваться, и объем внешней торговли по большинству товарных групп восстановится за счет изменения географии и основных стран-партнеров. В.В. Нарбут, Е.П. Шпаковская [13] считают, что рост торговых барьеров со стороны стран ЕС неизбежно приведет к вынужденной переориентации внешнеторгового потока на более дружественные страны. Вместе с тем ограничение диверсификации неизбежно будет способствовать формированию менее выгодных условий торговли для России.

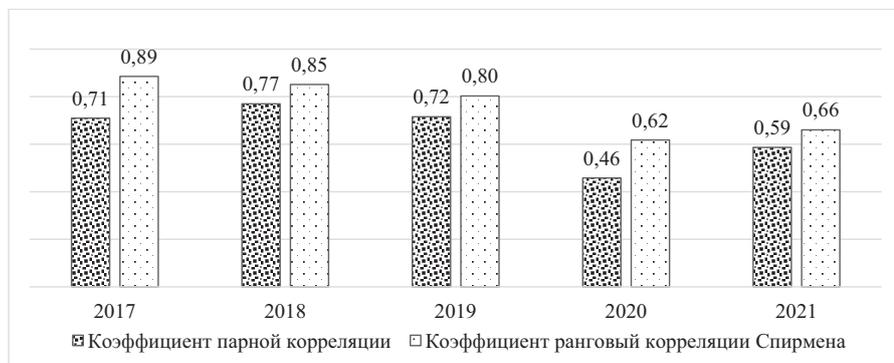
А.А. Афанасьев отмечает, что, несмотря на беспрецедентный характер применяемых странами ЕС санкций, модель российской экономики остается открытой и характеризуется высокой степенью интеграции в мирохозяйственные связи. Взятый еще с 2014 г. курс на снижение интеграционных связей с ЕС способствовал формированию менее драматичной обстановки, чем ожидалось. На основе рассчитанных автором прогнозных значений делается вывод о том, что в течение трех лет произойдет восстановление показателей внешнеторговой деятельности на досанкционный уровень с незначительной понижательной корректировкой [14].

В результате большинство исследователей сходятся во мнении, что беспрецедентные санкции 2022-2023 гг. не принесут ожидаемого со стороны коллективного Запада колоссального негативного эффекта, поскольку тесная вовлеченность России в мировую торговлю позволяет ей произвести переориентацию торговых потоков на другие, более «дружественные» страны, тем самым сформировать новые рынки сбыта. Ожидается, что негативное влияние санкций окажет краткосрочный эффект и уже через 2-3 года внешнеторговая деятельность вернется на возможный в актуальных условиях уровень.

Выводы и рекомендации. Оценка динамики внешней торговли России и регионов ЦФО показала, что вызванный первым периодом экономических санкций спад к 2018 г. удалось преодолеть, в результате чего внешнеторговый оборот страны восстановился. Однако начало пандемии коронавируса в 2020 г. и вынужденная приостановка производственно-экономической деятельности негативно отразились на внешней торговле, способствуя снижению как экспорта, так и импорта. При этом коронавирус оказал лишь краткосрочное негативное влияние на внешнеторговую деятельность, а уже в 2021 г. наметилась положительная динамика.

Оценка взаимосвязи между уровнем экономического развития регионов и состоянием экспорта в них показала наличие тесной устойчивой корреляционной связи, однако с течением времени происходит снижение взаимосвязи между данными индикаторами, что позволяет говорить о том, что на первый план все больше выходит иной фактор — политический, что во многом обусловлено геополитической ситуацией и усилением санкций.

Мы полагаем, что в ближайшей перспективе следует ожидать дальнейшего снижения взаимосвязи между уровнем экономического развития регионов и состоянием их экспорта. При этом ожидаемо, что в наибольшей степени от санкций пострадают те регионы, которые были ориентированы на торговлю со странами ЕС. Кроме того, необходимо учитывать и товарную



Источник: рассчитано на основе данных Федеральной службы государственной статистики [7].

Рисунок 3. Оценка взаимосвязи уровня экономического развития и экспортной деятельности в регионах ЦФО в 2017-2021 гг.

Figure 3. Assessment of the relationship between the level of economic development and export activity in the Central Federal District regions in 2017-2021.





структуру экспорта регионов, поскольку аграрно-ориентированные регионы, являющиеся крупнейшими экспортёрами продовольствия и сельскохозяйственного сырья, вряд ли понесут существенные убытки от санкций. Это наглядно подтверждается попытками реализовать проекты формата «зерновой сделки» даже в условиях политической напряженности. Однако для тех регионов, продукция которых не несет глобальной и стратегической значимости на мировом рынке, а также имеет альтернативы со стороны других стран, сложившаяся ситуация станет фактором сокращения объемов внешней торговли и актуализирует необходимость поиска новых рынков сбыта.

Список источников

- Орманжи Я.П., Иванов А.А. Векторы развития ФТС в условиях трансформации международных экономических отношений // Вестник образовательного консорциума Среднерусский университет. Серия: Экономика и управление. 2022. № 20. С. 71-73.
- Михайлова И.П., Степанов Е.А., Федина Е.В. Внешняя торговля РФ в условиях санкционного давления: анализ товарных потоков с учетом изменения геополитического ландшафта // Инновации и инвестиции. 2022. № 8. С. 128-132.
- Сергеева Н.М., Соловьева Т.Н., Святлова О.В., Зюкин Д.А., Федулов М.А. Влияние специализации на экономическое развитие регионов // Международный сельскохозяйственный журнал. 2022. № 1 (385). С. 28-32.
- Линецкий А.Ф. Межрегиональный разрыв субъектов РФ во внешней торговле как одно из следствий административно-территориального устройства // Общество: политика, экономика, право. 2021. № 9 (98). С. 61-64.
- Zyukin, D.A., Pronskaya, O.N., Svyatova, O.V., Golovin, A.A., Pshenichnikova, O.V., Petrushina, O.V. (2021). Directions and prospects for expanding the export of Russian wheat. *Revista de la Universidad del Zulia*, no. 32, pp. 87-101.
- Штоколова К.В., Фомин О.С. Использование динамического анализа для оценки эффективности управления маслозаводным подкомплексом АПК в условиях импортозамещения // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 5. С. 192-198.
- Регионы России. Социально-экономические показатели. 2022: статистический сборник / Росстат. М., 2022. 1122 с.
- Мигел А.А., Лесина Т.В., Васильчиков Н.В., Солин И.А. Внешняя торговля РФ: развитие в условиях санкций и новые приоритеты // Вестник Академии знаний. 2023. № 3 (56). С. 164-168.

Информация об авторах:

- Зюкин Данил Алексеевич**, кандидат экономических наук, доцент кафедры бухгалтерского учета и финансов, Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8118-2907>, nightingale46@rambler.ru
- Вакуленко Руслан Яковлевич**, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой мировой экономики и логистики, Нижегородский государственный лингвистический университет имени Н.А. Добролюбова, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1483-9734>, vakulenko_r@rambler.ru
- Головин Алексей Анатольевич**, доктор экономических наук, профессор кафедры экономической теории, регионалистики и правового регулирования экономики, Курская академия государственной и муниципальной службы, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4962-2022>, dr.golovin2013@yandex.ru
- Уварова Марина Николаевна**, кандидат экономических наук, доцент кафедры информационных технологий и математики, Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1834-6224>, uvarovamn@mail.ru
- Болычева Елена Александровна**, кандидат экономических наук, доцент кафедры таможенного дела и мировой экономики, Юго-Западный государственный университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3365-8621>, boly4eva2012@yandex.ru

Information about the authors:

- Daniil A. Zyukin**, candidate of economic sciences, associate professor of the department of accounting and finance, Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8118-2907>, nightingale46@rambler.ru
- Ruslan Ya. Vakulenko**, doctor of economic sciences, professor, head of the department of world economy and informatics, Linguistics University of Nizhny Novgorod, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1483-9734>, vakulenko_r@rambler.ru
- Alexey A. Golovin**, doctor of economic sciences, professor of the department of economic theory, regionalism and legal regulation of the economy, Kursk Academy of State and Municipal Service, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4962-2022>, dr.golovin2013@yandex.ru
- Marina N. Uvarova**, candidate of economic sciences, associate professor of the department of information technology and mathematics, Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1834-6224>, uvarovamn@mail.ru
- Elena A. Bolycheva**, candidate of economic sciences, associate professor of the department of customs and world economy, Southwest State University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3365-8621>, boly4eva2012@yandex.ru



Научная статья

УДК 502.5

doi: 10.55186/25876740_2024_67_3_307

ЭКОЛОГО-ТУРИСТСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ДОЛИНЫ РЕКИ ПЕХОРКА В ГОРОДЕ БАЛАШИХА МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Д.Г. Подрубный¹, А.П. Кулаков², В.А. Широкова^{1,3}, О.Б. Наполов⁴¹Государственный университет по землеустройству, Москва, Россия²Институт геоэкологии имени Е.М. Сергеева РАН, Москва, Россия³Институт истории естествознания и техники имени С.И. Вавилова РАН, Москва, Россия⁴Московский государственный университет геодезии и картографии, Москва, Россия

Аннотация. В научной работе рассматривается подход к исследованию эколого-туристского потенциала урбанизированной территории на примере долины реки Пехорка в городе Балашиха Московской области. Балашиха является крупнейшим городом Московской области и одним из крупнейших городов России, экологический каркас которого в значительной степени сосредоточен в долинном комплексе малой реки Пехорка. В исследовании использованы методы дистанционного дешифрирования космических снимков и полевых наблюдений, ландшафтного анализа, методики функционального зонирования урбогеосистем, количественной оценки и оценки эколого-туристского потенциала. Получена итоговая оценка эколого-туристского потенциала по зонам туристско-рекреационной деятельности в границах муниципального образования. Зоны туристско-рекреационной деятельности на 67% заняты лесопарками и городскими парками. Наибольшая туристско-рекреационная нагрузка приходится на «Кучинскую» зону с «высоким» эколого-туристским потенциалом. В Кучинском лесопарке экологический туризм поддерживается недостаточно. Для развития экологического туризма необходимо сохранение культурно-ландшафтного каркаса долины реки Пехорка, а также рассмотрение перспективности создания новых особо охраняемых природных территорий. Для исследуемой территории эколого-туристский потенциал определен как «выше среднего», что означает сохранение многих возможностей для развития пригородного экологического туризма.

Ключевые слова: малая река, долина малой реки, туристско-рекреационная деятельность, экологический туризм, эколого-туристский потенциал, лесопарк, городской парк, Пехорка, Балашиха

Original article

ECOLOGICAL AND TOURISTIC POTENTIAL OF PEKHORKA RIVER VALLEY IN BALASHIKHA CITY, MOSCOW REGION

D.G. Podrubny¹, A.P. Kulakov², V.A. Shirokova^{1,3}, O.B. Napolov⁴¹State University of Land Use Planning, Moscow, Russia²Sergeev Institute of Environmental Geoscience of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia³S.I. Vavilov Institute for the History of Science and Technology of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia⁴Moscow State University of Geodesy and Cartography, Moscow, Russia

Abstract. The scientific work describes an approach to the study of the ecological and tourism potential of the urbanized area on the example of the Pekhorka River valley in the city of Balashikha, Moscow Region. Balashikha is the largest city in Moscow Region and one of the largest cities in Russia, the ecological framework of which is largely concentrated in the valley complex of the small river of Pekhorka. Remote sensing image interpretation and field observation, landscape analysis, methods of functional zoning of urban geosystems, quantitative assessment and ecological and touristic potential assessment are used in the study. The final assessment of ecological and touristic potential for tourist and recreational activities zones within the municipality was obtained. 67% of tourist and recreational activities zones are occupied by forest parks and urban parks. The largest tourist and recreational load falls on the «Kuchinskaya» zone with the high ecological and tourism potential. Ecological tourism in Kuchinsky forest park is insufficiently supported. Preservation of cultural and landscape framework of the Pekhorka River valley, as well as the consideration of the prospects for creating new specially protected natural areas are necessary for ecological tourism development. Ecological and touristic potential is defined as «above average» for the study area, it means that many opportunities for the suburban ecological tourism remain.

Keywords: small river, small river valley, tourist and recreational activities, ecological tourism, ecological and touristic potential, forest park, urban park, Pekhorka, Balashikha

Введение. Научная работа выполнялась в 2024 г. на кафедре геоэкологии и природопользования Государственного университета по землеустройству.

В муниципальных образованиях Российской Федерации стали больше обращать внимание на развитие сферы туризма в силу новых возможностей для диверсификации и роста местной экономики [7]. Для целей развития рекреации и туризма необходима оценка эколого-туристского потенциала, под которым понимается совокупность приуроченных к определенной территории природных тел и явлений, а также условий, возможностей и средств, пригодных для формирования эколого-туристского продукта и осуществления соответствующих туров, экскурсий, программ [3]. Природные комплексы урбанизированных территорий испытывают наиболее сильные антропогенные нагрузки

в результате стихийного освоения туристами и нуждаются в сохранении как ресурсы экологического туризма [5].

Балашиха — город с высоким ростом городского населения, располагающийся в Московской агломерации к востоку от границ города Москва [14]. Численность населения города Балашиха постоянно растет и на 2023 г. превышает 215 тысяч человек [16]. В XXI веке природный ландшафт Балашихинского района претерпел значительные изменения из-за новой высотной застройки, а также транспортной инфраструктуры. Некоторые районы характеризуются неблагоприятной экологической обстановкой, значительное антропогенное воздействие оказывается на поверхностные водные объекты [12]. Микрорайонам характерна слабая доступность зеленых зон без напряженных и критических геоэкологических условий. Экологический

каркас города Балашиха является неустойчивым, экологические коридоры находятся под угрозой утраты [14].

Балашиха является крупнейшим городом Московской области и одним из крупнейших городов России, экологический каркас которого в значительной степени сосредоточен в долинном комплексе малой реки Пехорка [13]. Пехорка — левый приток реки Москва, длина реки составляет 42 км, водосборный бассейн 523 км². Долина реки Пехорка, включая надпойменные террасы, занимает значительную часть города, «прорезая» его с севера на юг. Долина представляет собой туристско-рекреационный интерес ввиду количества туристско-рекреационных объектов [15], в то же время малые реки и их долины крайне уязвимы, восприимчивы к антропогенному воздействию [10]. Река Пехорка издревле обжита человеком и сохранила ресурсы



для археологического туризма как исторический водный путь. ООПТ «Пехорка» является перспективной, с 1998 г. предложенная территория не реализована [9].

Актуальность исследования заключается в проведении работы по определению возможностей развития экологического туризма в долине реки Пехорка в городе Балашиха Московской области.

Основная цель работы заключается в проведении оценки эколого-туристского потенциала долины реки Пехорка в административных границах города Балашиха и выявлении соответствующих особенностей в эколого-туристском проектировании на муниципальном уровне.

Исследование базировалось на методах и подходах дистанционного дешифрирования космических снимков и полевых наблюдений, ландшафтного анализа, методиках функционального зонирования урбогеосистем, количественной оценки и оценки эколого-туристского потенциала и др. Дополнительными материалами в работе являлись данные Администрации городского округа Балашиха, данные дистанционного зондирования Земли, а также различные краеведческие, туристско-информационные, транспортно-информационные и прочие ресурсы.

Ход исследования. Работа проводится в 4 этапа. Заключительный четвертый этап представляет собой выявление особенностей туристско-рекреационного проектирования на муниципальном уровне и составление рекомендаций в соответствии с эколого-туристским потенциалом территории.

1 этап. Функциональное зонирование современных урбогеосистем

На первом этапе проводится функциональное зонирование современных урбогеосистем долины реки Пехорка. Урбогеосистемы атрибутированы по функциям на основании дистанционного дешифрирования космических снимков и полевых наблюдений. Выделены территории с различными действующими и потенциальными рекреационными функциями.

2 этап. Выделение зон туристско-рекреационной деятельности

На втором этапе проводится количественная оценка пешей, оздоровительной и промышленной туристско-рекреационной деятельности (далее — ТРД) по данным муниципального образования, организаторов туристских маршрутов, других открытых источников, функционального зонирования урбогеосистем. Промысловая ТРД наносится условно в зависимости от ограничивающих факторов (плотная застройка, фрагментация лесных массивов и др.). Зоны ТРД представляют собой сосредоточение элементарных рекреационных занятий (далее — ЭРЗ). Под ЭРЗ понимают внутренне целостную, однородную, не разделимую на технологические компоненты рекреационную деятельность [8]. В каждом виде туризма есть «базовое» рекреационное занятие [4].

3 этап. Оценка эколого-туристского потенциала

На третьем этапе проводится оценка эколого-туристского потенциала зон ТРД по адаптированной методике А.В. Дроздова [3]. Применение методики заключается в различении туристско-рекреационных территорий на внутримunicipальном уровне.

Группы для расчета эколого-туристского потенциала составляют следующие критерии оценки.

В блоке «Компоненты природных и культурных ландшафтов»:

– ООПТ (в том числе перспективные), а также лесные территории большой площади (лесные массивы);

– объекты, демонстрирующие ландшафтные особенности территории (естественнонаучные, краеведческие музеи и т.п.);

– природные и культурные ландшафты и их элементы с эстетическими достоинствами, а также территории, обладающие особой культурно-исторической ценностью (по данным функционального зонирования урбогеосистем).

В блоке «Средства осуществления экологического туризма»:

– технические средства осуществления рекреационного природопользования;

– вовлеченность сельского хозяйства в экологический туризм (типы сельскохозяйственной деятельности в 500 метрах от зоны ТРД);

– гиды, дидактические и информационные материалы для целей экологического туризма (на месте и посредством сети Интернет).

В блоке «Условия осуществления экологических туров»:

– экологическая благоприятность (объекты негативного воздействия в зоне ТРД, включая санитарно-защитные зоны);

– пригодность территории для целей ботанического, зоологического и других туров (по данным функционального зонирования урбогеосистем);

– возможная рекреационная нагрузка (500 метров от зоны ТРД до типов инфраструктуры) по нарастанию возможного количества отдыхающих: транспортной, сельской, городской, городской с ключевыми транспортными узлами [18].

Во всех блоках баллы соответствуют количественным показателям (1 объект, урбогеосистема, средство и т.п. — 1 балл, соответственно более 5 количественных данных — 5 баллов, отсутствие количественных данных — 0 баллов). Для получения итоговой оценки количественные частные оценки переводятся в качественные оценки. Качественная шкала включает градации эколого-туристского потенциала «очень низкий», «низкий», «средний», «выше среднего», «высокий», «очень высокий», «весьма высокий». Та же итоговая оценка применяется при суммировании зон ТРД, то есть ко всему эколого-туристскому потенциалу исследуемой территории [3].

4 этап. Рекомендации по развитию экологического туризма

На основе оценки эколого-туристского потенциала выявляются особенности развития экологического туризма и даются рекомендации по эколого-туристскому проектированию.

Результаты и обсуждение. В долине реки Пехорка выделены пять зон ТРД (рис. 1): 1-я, «Старобалашихинская» (0,8 км², 7 ЭРЗ); 2-я, «Центральная» (1,6 км², 9 ЭРЗ); 3-я, «Кучинская» (2,6 км², 8 ЭРЗ); 4-я, «Миловановская» (0,1 км², 4 ЭРЗ); 5-я, «Павлинская» (0,8 км², 6 ЭРЗ).

Распределение итоговых баллов по блокам эколого-туристского потенциала показано в таблице 1.

Итоговая оценка по блокам эколого-туристского потенциала распределилась по зонам ТРД по трем оценочным градациям «высокий», «средний», «низкий» эколого-туристский потенциал.

Наибольший, «высокий» эколого-туристский потенциал у «Кучинской» зоны ТРД. Территория занята на 56% лесопарками, на 13% поймой реки Пехорка с редкой лесной и кустарниковой растительностью, на 12% природно-культурным ландшафтом усадьбы Пехра-Яковлевское (9% приходится на парк), горнолыжный курорт «Лисья гора» на месте рекультивированного полигона ТБО (6%). Среди прочих природно-культурных объектов, с которыми связаны маршруты — тропа А. Белого, элементы бывшей усадьбы Рябушинских, курганные группы близ

района Акатово. В Кучинском лесопарке природные комплексы долины реки Пехорка менее трансформированы в результате антропогенного воздействия, отличаются разнообразием, во флоре встречаются уязвимые редкие виды. Массивы Кучинского лесопарка с антропогенной преобразованностью «культурная охраняемая система» (степень перед природно-антропогенными ландшафтами) составляют 23% от «Кучинской» зоны ТРД [14, 19].

Эколого-туристский потенциал «выше среднего» характерен для «Центральной» зоны ТРД. Территория занята на 55% лесопарком, на 20% городским парком. Парки «Пехорка» и «Пехорка Лес» представляют некоторые возможности для экологического туризма. Строительством ПКИО учитывало особенности рельефа местности и пейзажные точки. Парки, а также краеведческий музей Балашихи демонстрируют экологические принципы природопользования. Озерный лесопарк на левом берегу фрагментирован производственными зонами и транспортной инфраструктурой, что влияет на туристскую привлекательность территории.

«Средним» эколого-туристским потенциалом обладают «Старобалашихинская» и «Павлинская» зоны ТРД.

«Старобалашихинская» зона ТРД на 83% занята городскими парками. Берега Пехорки преобразованы в ходе строительства заруды для промышленных целей. Туристский интерес проявляется к хлопкопрядильной фабрике, на базе которой возможно знакомство с формированием города и его культурного ландшафта. Благоустройство парков «Солнечная» и «Заречная» направлено на ежедневную рекреацию, некоторые компоненты учитывают особенности рельефа местности.

«Павлинская» зона ТРД занята на 82% лесопарками, на 5% городскими парками, на 3% поймой реки Пехорка с лесной растительностью. Туристский интерес представляет собой усадьба Троицкое-Кайнарды, с которой связан основной маршрут. Проектирование троп в Ольгинском лесопарке учитывает минимальное воздействие на экосистему, в Павлинском лесопарке техническая поддержка рекреационного природопользования пока отсутствует. При этом Павлинский лесопарк обладает большим природным и культурным потенциалом в силу ландшафтного разнообразия и планировки усадебного парка. Предполагается создание единой рекреационной зоны вместе с озеленением на месте закрытого полигона ТБО «Кучино» [11].

«Низкий» эколого-туристский потенциал характерен «Миловановской» зоне ТРД. Территория занята на 44% поймой реки Пехорка с лесной и кустарниковой растительностью, на 18% поймой водоема антропогенного происхождения. Территории характерен низкий природный потенциал, культурное значение представляет собой дом Милованова. Карьер Милованова включен в границы перспективной ООПТ «Пехорка» [9].

По отдельным показателям также выявлены следующие особенности эколого-туристского потенциала:

- Наибольший процент акватории у «Миловановской», «Старобалашихинской», «Центральной» зон ТРД (по 40%, 31%, 6% соответственно). В «Старобалашихинской» и «Центральной» зонах развита и регулируется пляжная и лодочная туристско-рекреационная деятельность.
- Относительно муниципального уровня рассматриваемый туристско-рекреационный комплекс достаточно обеспечен гидами-краеведами, организованными туристскими маршрутами, а также информационными материалами (особенно в сети Интернет).

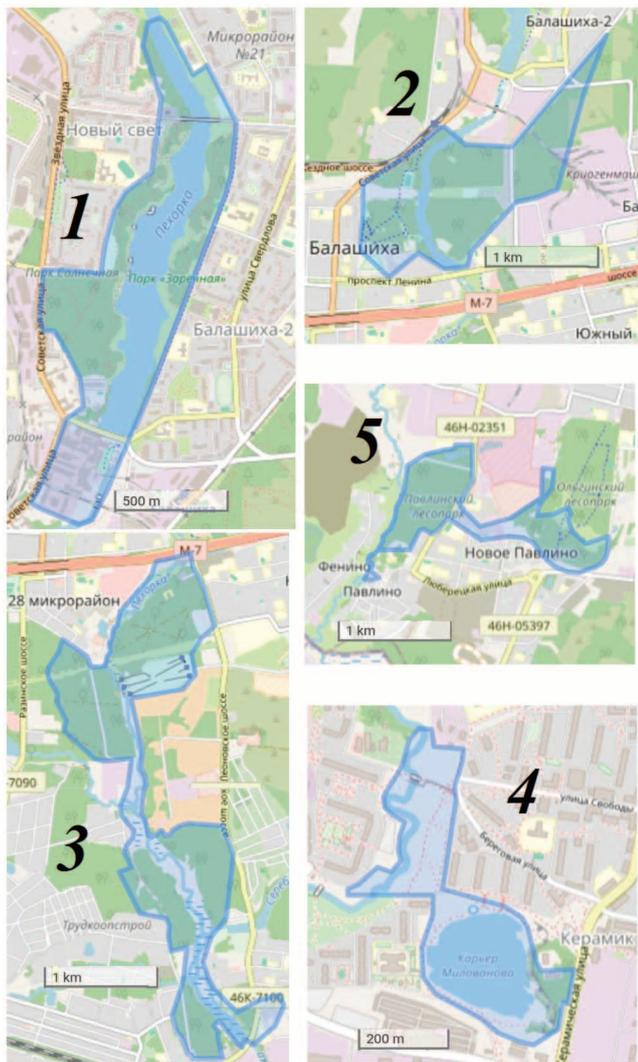


Рисунок 1. Пять зон туристско-рекреационной деятельности в долине реки Пехорка в городе Балашиха Московской области [20]
 Figure 1. Five zones of tourist and recreational activities in Pekhorka River valley of Balashikha city, Moscow Region [20]

Таблица 1. Эколого-туристский потенциал долины реки Пехорка в городе Балашиха Московской области [3]
 Table 1. Ecological and touristic potential of Pekhorka River valley in Balashikha city, Moscow Region [3]

| № блока | Критерий оценки | Зона ТРД | | | | |
|---------|--|----------|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | <i>Компоненты природных и культурных ландшафтов</i> | | | | | |
| | ООПТ, а также лесные территории большой площади (лесные массивы) | 2 | 2 | 2 | 1 | 3 |
| | Объекты, демонстрирующие ландшафтные особенности территории | 0 | 3 | 4 | 1 | 1 |
| 2 | <i>Средства осуществления экологических туров</i> | | | | | |
| | Природные и культурные ландшафты и их элементы с эстетическими достоинствами, а также территории, обладающие особой культурно-исторической ценностью | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 |
| | Технические средства осуществления рекреационного природопользования | 1 | 2 | 2 | 0 | 1 |
| 3 | <i>Условия осуществления экологических туров</i> | | | | | |
| | Вовлеченность сельского хозяйства в экологический туризм | 1 | 0 | 2 | 0 | 1 |
| | Гиды, дидактические и информационные материалы для целей экологического туризма | 3 | 5 | 5 | 1 | 3 |
| 3 | <i>Условия осуществления экологических туров</i> | | | | | |
| | Экологическая благоприятность | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Пригодность территории для целей экологических туров | 4 | 5 | 5 | 3 | 5 |
| | Возможная рекреационная нагрузка | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |

Проводятся экологические туры «Природа Балашихи», «Экологическая экскурсия по Пехорской долине» и др. [17].

- Экологический туризм локализован как в природных, так и в культурных, техногенных ландшафтах долины реки Пехорка, причем вторые и третьи в основном выступают движущим фактором.
- Все рассмотренные территории экологически неблагоприятны. Близка к относительно благоприятному «Кучинская» зона ТРД, но ее северная часть подвержена значительному воздействию со стороны шоссе Энтузиастов и других близлежащих объектов.

В сумме эколого-туристский потенциал долины реки Пехорка в границах города Балашиха оценивается как «выше среднего».

Отмечаются следующие рекомендации по развитию экологического туризма на исследуемой территории долины реки Пехорка:

- Необходимо дополнительное регулирование самостоятельного экологического туризма в Кучинском и Павлинском лесопарках.
- Долина нуждается в создании ООПТ. Особенно это касается Кучинского и Павлинского лесопарков, территории которых отличаются наибольшей природной, культурной ценностью. Природоохранный статус должен способствовать сохранению единого природного каркаса, приоритетности его природоохранных и рекреационных функций. Развитие расселения и урбанизированных зон не поддавалось контролю ввиду нереализованной ООПТ «Пехорка» [9].
- Природный ландшафт и историко-культурное наследие неразрывно связаны в долине, из-за чего экологический туризм необходимо рассматривать вместе с проектами по сохранению и восстановлению историко-культурного ландшафта [6].
- Туристские территории долины антропогенно трансформированы и, как правило, получают высокую ежедневную рекреационную нагрузку, для чего рекомендуется учет экологической и социально-демографической емкости.

Выводы. Адаптированная методика А.В. Дроздова позволяет оценить развитие экологического туризма на муниципальном уровне и установить разницу между зонами туристско-рекреационной деятельности.

Преимущественными урбоэкологическими зонами туристско-рекреационной деятельности (67%) являются лесопарки и городские парки, занимающие как пойму, так и ложбину стока, надпойменные террасы долины реки Пехорка.

В основном на исследуемых территориях распространена самостоятельная и организованная туристско-рекреационная деятельность, связанная с природно-культурными, культурными объектами наследия. Для развития экологического туризма необходимо сохранение культурно-ландшафтного каркаса долины реки Пехорка [2], а также рассмотрение перспективности ООПТ на данной территории.

Наибольшее туристское воздействие оказывается на Кучинский и Павлинский лесопарки, одновременно на данных территориях поддержка экологического туризма недостаточна. Самостоятельная туристско-рекреационная деятельность сказывается на природных комплексах, которые сохраняют свою природную и природно-культурную ценность.

В целом, несмотря на сложившееся мнение о невозможности туристского развития Балашихи [1], город сохраняет потенциал для развития пригородного экологического туризма.

Список источников

1. Вагнер Б.Б. Реки и озера Подмосковья. Исторический путеводитель. М.: Вече, 2007. 496 с.
2. Веденин Ю.А. Культурно-ландшафтный подход к изучению, сохранению и развитию исторических городов // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2021. Т. 85. № 6. С. 952-960. DOI: 10.31857/S2587556621060157
3. Дроздов А.В. Основы экологического туризма: учебное пособие. М.: Гардарики, 2005. 271 с.
4. Землянский Д.Ю., Климанова О.А., Илларионова О.А., Колбовский Е.Ю. Экологическая емкость туристских территорий: подходы к оценке, индикаторы и алгоритмы расчета: коллективная монография. Всероссийская академия внешней торговли Минэкономразвития России. М.: ВАВТ, 2020. 102 с.
5. Зосимова Э.Е. Особенности развития экологического туризма на урбанизированных территориях (на примере пригородной зоны г. Орла): автореф. дисс. ... канд. геогр. наук. Калуга: 2007. 25 с.
6. Историко-культурные ландшафты бассейна реки Пехорки (Московская область): ключи к реабилитации // Русское географическое общество [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rgo.ru/event/istoriko-kulturnye-landshafty-basseyna-pehorki-moskovskaya-oblast-klyuchi-k-reabilitacii> (дата обращения 25.03.24)
7. Кружалин В.И., Шабалина Н.В., Цыцук Е.А. Научно-методические подходы к туристско-рекреационному проектированию: муниципальный уровень // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2019. № 3. С. 9-26. DOI: 10.18384/2310-7189-2019-3-9-26
8. Кусков А.С., Лысикова О.В. Курортология и оздоровительный туризм: учебное пособие. Ростов-на-Дону: Феникс, 2004. 320 с.
9. ООПТ «Пехорка» // ООПТ России [Электронный ресурс]. URL: <http://www.oopt.aari.ru/oopt/Пехорка> (дата обращения 28.03.24)
10. Подрубин Д.Г. Зарубежный опыт географо-экологических исследований долин малых рек для туристско-рекреационных целей // Проблемы и перспективы развития туризма: региональный аспект : материалы Всероссийской научно-практической кон-





ференции, Грозный, 28 апреля 2023 г. Грозный: ЧГУ им. А.А. Кадрырова, 2023. С. 172-175. DOI: 10.36684/92-1-2023-172-175

11. Подрубный Д.Г. Идея создания парковой зоны на территории закрытого полигона ТБО «Кучино» Московской области // Экологический мониторинг опасных промышленных объектов: современные достижения, перспективы и обеспечение экологической безопасности населения : сборник научных трудов по материалам Всероссийской научно-практической конференции, Саратов, 11-13 декабря 2019 года. Часть 2. Саратов: ООО «Амирит», 2019. С. 209-212.

12. Подрубный Д.Г., Корнев К.В. Применение ретро-спективного анализа при изучении геоэкологических особенностей зеленой инфраструктуры (на примере городского округа Балашиха Московской области) // Трансграничное сотрудничество в области экологической безопасности и охраны окружающей среды : VI Международная научно-практическая конференция (Гомель, 2-3 июня 2022 года) : сборник материалов. Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2022. С. 192-196.

13. Подрубный Д.Г. Формирование эколого-рекреационных комплексов в долинах малых рек (на примере Московской области) // Актуальные проблемы природопользования и природообустройства : Сборник статей VI Международной научно-практической конференции, Пенза, 24-25 ноября 2023 года. Пенза: ПГАУ, 2023. С. 229-233.

14. Подрубный Д.Г., Широкова В.А. Геоэкологические особенности зеленой инфраструктуры (на примере городского округа Балашиха) // Международный сельскохозяйственный журнал. 2022. № 6 (390). С. 569-572. doi: 10.55186/25876740_2022_65_6_569

15. Подрубный Д.Г., Широкова В.А. Геоэкологические особенности развития рекреации и туризма в долинах малых рек (на примере ЦЭР) // Международный сельскохозяйственный журнал. 2024. Т. 67. № 1 (397). С. 20-23. DOI: 10.55186/25876740_2024_67_1_20

16. Численность населения Российской Федерации по муниципальным образованиям на 1 января 2023 года // Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rosstat.gov.ru> (дата обращения 28.03.24)

17. Экскурсии // Балашихинский историко-художественный музей [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ikmb.ru/экскурсии> (дата обращения 28.03.24)

18. De Sousa Silva C., Viegas I., Panagopoulos T., Bell S. Environmental Justice in Accessibility to Green Infrastructure in Two European Cities // Land. 2018. Vol. 7. 134. doi: 10.3390/land7040134

19. Machado A. An index of naturalness // Journal for Nature Conservation. 2004. Vol. 12 (2). P. 95-110. doi: 10.1016/j.jnc.2003.12.002

20. Maps & Directions. URL: <http://www.mapsdirections.info/> (дата обращения 29.03.24)

References

1. Vagner B.B. (2007). *Reki i ozero Podmoskov'ya. Istoricheskie putevoditel'* [Rivers and lakes of Moscow region. Historical guide]. Moscow: Veche, 496 p.

2. Vedenin Yu.A. (2021). *Kul'turno-landshaftnyi podkhod k izucheniyu, sokhraneniyu i razvitiyu istoricheskikh gorodov* [Cultural and landscape approach to investigation, preservation, and development of historic towns]. *Izvestiya Rossiiskoi*

akademii nauk. Seriya geograficheskaya [News of the Russian Academy of Sciences. Geographical Series], vol. 85, no. 6, pp. 952-960. DOI: 10.31857/S2587556621060157

3. Drozdov A.V. (2005). *Osnovy ekologicheskogo turizma: uchebnoe posobie* [Fundamentals of ecological tourism: study guide]. Moscow: Gardariki, 271 p.

4. Zemlyanskiy D.Yu., Klimanova O.A., Illarionova O.A., Kolbovskii E.Yu. (2020). *Ekologicheskaya emkost' turistskikh territorii: podkhody k otsenke, indikatory i algoritmy rascheta: kollektivnaya monografiya. Vserossiiskaya akademiya vneshnei torgovli Minekonomrazvitiya Rossii* [Ecological potential of touristic area: approaches to assessment, indicators and calculation algorithms: collective monograph. Russian Foreign Trade Academy of the Ministry of Economic Development of Russia]. Moscow: VAVT, 102 p.

5. Zosimova E.E. (2007). *Osobennosti razvitiya ekologicheskogo turizma na urbanizirovannykh territoriyakh (na primere prigorodnoi zony g. Orla)* [Specific features of the ecological tourism development on urban territories (on the example of the suburban zone of Orel)]. D.Hd. geographical sci. diss. abstract, Kaluga, 25 p.

6. *Istoriko-kul'turnye landshafty basseina reki Pekhorki (Moskovskaya oblast'): klyuchi k reabilitatsii* [Historical and cultural landscapes of the Pekhorka River basin (Moscow Region): keys to rehabilitation]. *Russkoe geograficheskoe obshchestvo* [Russian Geographical Society]. Available at: <http://www.rgo.ru/event/istoriko-kulturnye-landshafty-basseyna-pehorki-moskovskaya-oblast'-klyuchi-k-reabilitatsii> (accessed 25.03.24)

7. Kruzhalin V.I., Shabalina N.V., Tsyshchuk E.A. (2019). *Nauchno-metodicheskie podkhody k turistsko-rekreativnomu proektirovaniyu: munitsipal'nyi uroven'* [Scientific and methodological approaches to tourist and recreational design: municipal level]. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Estestvennyye nauki* [Bulletin of Moscow State Regional University. Series: Natural sciences], no. 3, pp. 9-26. DOI: 10.18384/2310-7189-2019-3-9-26

8. Kuskov A.S., Lysikova O.V. (2004). *Kurortologiya i ozdorovitel'nyi turizm: uchebnoe posobie* [Balneology and medical tourism: study guide]. Rostov-on-Don: Feniks, 320 p.

9. OOPT «Pekhorka» [SPNA «Pekhorka»]. OOPT Rossii [SPNA of Russia]. Available at: <http://www.oopt.aari.ru/oopt/Pekhorka> (accessed 28.03.24)

10. Podrubny D.G. (2023). *Zarubezhnyi opyt geografo-ekologicheskikh issledovaniy dolin malyykh rek dlya turistsko-rekreativnykh tselei* [Foreign experience in the geographic-ecological research on small river valleys for the tourist-recreational purposes]. *Problemy i perspektivy razvitiya turizma: regional'nyi aspekt: Materialy Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Groznyy, 28 aprelya 2023 g.* [Problems and perspectives of tourism development: Proceedings of the All-Russian scientific-practical conference, Grozny, April 2023]. Grozny: A.A. Kadyrov CSU, pp. 172-175. DOI: 10.36684/92-1-2023-172-175

11. Podrubny D.G. (2019). *Ideya sozdaniya parkovoi zony na territorii zakrytogo poligona TBO «Kuchino» Moskovskoi oblasti* [The idea of creating a park area on the territory of closed landfill «Kuchino», Moscow Region]. *Ekologicheskii monitoring opasnykh promyshlennykh ob'ektov: sovremennye dostizheniya, perspektivy i obespechenie ekologicheskoi bezopasnosti naseleniya: sbornik nauchnykh trudov po materialam Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Saratov, 11-13 dekabrya 2019 goda. Chast' 2.* [Environmental monitoring of hazardous industrial facilities: modern achievements, prospects and ensuring the environmental safety of the pop-

ulation: Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference, Saratov, December 11-13, 2019. Part 2]. Saratov: Amirit, pp. 209-212.

12. Podrubny D.G., Kornev K.V. (2022). *Primenenie retrospektivnogo analiza pri izuchenii geoekologicheskikh osobennosti zelenoi infrastruktury (na primere gorodskogo okruga Balashikha Moskovskoi oblasti)* [The application of retrospective analysis in the study of green infrastructure's geoeological features (on the example of Balashikha Urban Okrug, Moscow Region)]. *Transgranichnoe sotrudnichestvo v oblasti ekologicheskoi bezopasnosti i okhrany okruzhayushchei sredy: VI Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya (Gomel', 2-3 iyunya 2022 goda): sbornik materialov* [Transboundary Cooperation in the Field of Environmental Safety and Environmental Protection: VI International scientific and practical conference (Gomel, June 2-3, 2022): collected materials]. Gomel: F. Skorina GSU, pp. 192-196.

13. Podrubny D.G. (2023). *Formirovaniye ekologo-rekreativnykh kompleksov v dolinakh malyykh rek (na primere Moskovskoi oblasti)* [Formation of the ecological and recreational complexes in the small river valleys (on the example of Moscow Region)]. *Aktual'nye problemy prirodoopozovaniya i prirodoobustroystva: Sbornik statei VI Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Penza, 24-25 noyabrya 2023 goda* [Current problems of environmental management and environmental engineering : Proceeding of the VI International scientific and practical conference, Penza, November 24-25, 2023]. Penza: PSAU, pp. 229-233.

14. Podrubny D.G., Shirokova V.A. (2022). *Geoekologicheskiiye osobennosti zelenoi infrastruktury (na primere gorodskogo okruga Balashikha)* [Geoeological specific features of the green infrastructure (on the example of Balashikha Urban Okrug, Moscow Oblast)]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International Agricultural Journal], no. 6 (390), pp. 569-572. DOI: 10.55186/25876740_2022_65_6_569

15. Podrubny D.G., Shirokova V.A. (2024). *Geoekologicheskiiye osobennosti razvitiya rekreatsii i turizma v dolinakh malyykh rek (na primere Tser)* [Geoeological specific features of the recreation and tourism development in small river valleys (on the example of the Central Economic Region)]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International Agricultural Journal], vol. 67, no. 1 (397), pp. 20-23. DOI: 10.55186/25876740_2024_67_1_20

16. *Chislennost' naseleniya Rossiiskoi Federatsii po munitsipal'nym obrazovaniyam na 1 yanvarya 2023 goda* [Population of the Russian Federation among municipalities as at January 1, 2023]. *Federal'naya sluzhba gosudarstvennoi statistiki* [Federal State Statistics Service]. Available at: <http://www.rosstat.gov.ru> (accessed 28.03.24)

17. *Ekskursii* [Tours]. *Balashikhinskii istoriko-khudozhestvennyi muzei* [The history and art museum of Balashikha]. Available at: <http://www.ikmb.ru/ehskursii> (accessed 28.03.24)

18. De Sousa Silva C., Viegas I., Panagopoulos T., Bell S. (2018). Environmental Justice in Accessibility to Green Infrastructure in Two European Cities. *Land*, vol. 7, 134. DOI: 10.3390/land7040134

19. Machado A. (2004). An index of naturalness. *Journal for Nature Conservation*, vol. 12 (2), pp. 95-110. DOI: 10.1016/j.jnc.2003.12.002

20. Maps & Directions. URL: <http://www.mapsdirections.info/> (accessed 29.03.24)

Информация об авторах:

Подрубный Дмитрий Германович, аспирант кафедры геоэкологии и природопользования, Государственный университет по землеустройству, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4139-6684>, dmitrypodrubny@gmail.com

Кулаков Артем Павлович, аспирант, Институт геоэкологии имени Е.М. Сегреева РАН, ORCID: <http://orcid.org/0009-0009-6837-1055>, bomberos@inbox.ru

Широкова Вера Александровна, доктор географических наук, профессор кафедры геоэкологии и природопользования, Государственный университет по землеустройству; заведующая отделом истории наук о Земле, Институт истории естествознания и техники имени С.И. Вавилова РАН, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0839-1416>, shirocova@gmail.com

Наполов Олег Борисович, кандидат технических наук, доцент кафедры космического мониторинга и экологии, Московский государственный университет геодезии и картографии, ORCID: <http://orcid.org/0009-0005-1368-4194>, onapolov@promeco-inst.ru

Information about the authors:

Dmitry G. Podrubny, postgraduate student of the department of geoeology and environmental management, State University of Land Use Planning, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4139-6684>, dmitrypodrubny@gmail.com

Artem P. Kulakov, postgraduate student, Sergeev Institute of Environmental Geoscience of the Russian Academy of Sciences, ORCID: <http://orcid.org/0009-0009-6837-1055>, bomberos@inbox.ru

Vera A. Shirokova, doctor of geography sciences, professor of the department of geoeology and environment management, State University of Land Use Planning; department of history of earth sciences, S.I. Vavilov Institute for the History of Science and Technology of the Russian Academy of Sciences, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0839-1416>, shirocova@gmail.com

Oleg B. Napolov, candidate of technical sciences, associate professor of the department of space monitoring and ecology, Moscow State University of Geodesy and Cartography, ORCID: <http://orcid.org/0009-0005-1368-4194>, onapolov@promeco-inst.ru



Научная статья
УДК 331.445:332.1
doi: 10.55186/25876740_2024_67_3_311

ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ПОКУПАТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ УРОВНЯ ОПЛАТЫ ТРУДА В РЕГИОНАХ

А.С. Шевякин¹, Д.В. Зюкин², О.В. Власова³, Н.С. Бушина³

¹Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, Курск, Россия

²Курский институт менеджмента, экономики и бизнеса, Курск, Россия

³Курский государственный медицинский университет, Курск, Россия

Аннотация. В статье оцениваются темпы качественного роста уровня оплаты труда в регионах Центрального федерального округа (ЦФО) на основе анализа ее покупательной способности применительно к основным видам продовольственных товаров, выявляются сложившиеся тенденции в контексте социально-экономической дифференциации внутри округа. Методология исследования опирается на группировку регионов ЦФО по уровню средней заработной платы в 2022 г., при этом выдвинуто предположение о том, что в регионах с более высокой средней заработной платой уровень покупательной способности населения будет выше. Оценка покупательной способности средней заработной платы населения проводилась на основе расчета соотношения средней заработной платы к уровню цен за единицу рассматриваемого продовольственного товара в каждом конкретном регионе. Определено, что в разрезе сформированных групп сохраняется дифференциация основных тенденций изменения уровня оплаты труда и ее покупательной способности: в регионах с более высокой средней заработной платой уровень покупательной способности населения, как и ожидалось, устойчиво выше. Выявлен общий негативный тренд к снижению покупательной способности к 2022 г. по всем продовольственным направлениям (кроме свинины) среди рассмотренных, что обусловлено высокими темпами инфляции на продовольственном рынке. Авторы пришли к мнению, что в регионах ЦФО с более высоким уровнем оплаты труда динамичные темпы роста показателя способствуют сохранению покупательной способности доходов на более высоком уровне. Сохраняющееся деление регионов ЦФО по уровню социально-экономического развития, и выявление схожих тенденций изменения основных экономических процессов может иметь большое практическое значение, поскольку позволит применять дифференцированный подход к каждой группе регионов и, потенциально, формировать более эффективные для конкретной территории управленческие решения.

Ключевые слова: социально-экономическое развитие, социальная политика, потребительский рынок, средняя заработная плата, покупательная способность доходов, инфляция, межрегиональная дифференциация

Original article

DIFFERENTIATION OF THE PURCHASING POWER OF THE WAGE LEVEL IN THE REGIONS

A.S. Shevyakin¹, D.V. Zyukin², O.V. Vlasova³, N.S. Bushina³

¹Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov, Kursk, Russia

²Kursk Institute of Management, Economics and Business, Kursk, Russia

³Kursk State Medical University, Kursk, Russia

Abstract. The article evaluates the rate of qualitative growth in the level of wages in the regions of the Central Federal District based on an analysis of its purchasing power in relation to the main types of food products, identifies the prevailing trends in the context of socio-economic differentiation within the district. The methodology of the study is based on grouping the regions of the Central Federal District by the level of average wages in 2022, while it is assumed that in regions with higher average wages, the level of purchasing power of the population will be higher. The purchasing power of the average wage of the population was assessed on the basis of calculating the ratio of average wages to the price level per unit of the food product in question in each specific region. It is determined that, in the context of the formed groups, the differentiation of the main trends in the level of wages and their purchasing power has been revealed — in regions with higher average wages, the level of purchasing power of the population, as expected, is steadily higher. A general negative trend towards a decrease in purchasing power by 2022 has been identified in all food sectors (except pork) among those considered, due to high inflation rates in the food market. The authors came to the conclusion that in the regions of the Central Federal District with higher wages, the dynamic growth rates of the indicator contribute to maintaining the purchasing power of incomes at a higher level. The continued division of the Central Federal District regions according to the level of socio-economic development and the identification of similar trends in the main economic processes can be of great practical importance, since it will allow applying a differentiated approach to each group of regions and, potentially, forming more effective management solutions for a specific territory.

Keywords: socio-economic development, social policy, consumer market, average wages, income purchasing power, inflation, interregional differentiation

Введение. В условиях высоких темпов инфляции, которые наиболее активно сопровождают российскую экономику в последние несколько лет, номинальное повышение базовых социально-экономических индикаторов, таких как прожиточный минимум, минимальный размер оплаты труда, средняя заработная плата, среднедушевые доходы и прочие, перестает быть объективным маркером оценки уровня и качества жизни [1, 2]. Сегодня, как и прежде, основным статистическим показателем остается среднедушевой доход, который включает в себя доходы населения от всех видов деятельности. Это непосредственно оплата труда (для наемных работников), доходы от предпринимательской деятельности и собственности, социальные выплаты и прочие поступления [3]. В структуре

среднедушевых доходов населения удельный вес оплаты труда превышает 58%, еще около 20% приходится на социальные выплаты [4]. Поэтому, несмотря на активное развитие альтернативных видов занятости, в условиях сохранения преобладающего положения наемного труда, на первый план выходит уровень средней заработной платы как индикатор экономического развития и состояния рынка труда [5].

Как отмечают исследователи [6, 7, 8], в последние годы темпы роста средней заработной платы в России в наибольшей степени обусловлены инфляционными процессами, при этом реальная заработная плата продолжает снижаться, что способствует снижению покупательной способности населения. В соответствии с методологией Росстата [9], под покупательной

способностью денежных доходов населения следует понимать отражение потенциальных возможностей населения по приобретению товаров и услуг, что выражается через товарный эквивалент среднемесячных денежных доходов населения. Под товарным эквивалентом понимается количество какого-либо одного товара (услуги) с конкретными потребительскими свойствами, которое может быть приобретено при условии, что вся сумма денежных доходов будет направлена только на эти цели.

В результате в основе оценки покупательной способности денежных доходов населения лежит определение количественного объема какого-либо потребительского товара, имеющего высокое практическое значение, который может быть приобретен на соответствующем



рынке при сложившемся уровне цен и доходов населения [10]. Данный подход в сравнении с классической оценкой динамики индикаторов уровня доходов населения в абсолютном и процентном выражении имеет ряд преимуществ, особенно в условиях большой территориальной протяженности страны. Исследователи справедливо отмечают [11, 12, 13], что одной из важных социально-экономических проблем России остается географическая дифференциация в уровне развития, предопределяющая неравный уровень доходов, средней заработной платы, стоимости жизни, а также ее уровня и качества. Регионы Центрального федерального округа (ЦФО) характеризуются наиболее высоким уровнем экономического развития в сравнении с прочими округами страны. При этом даже внутри самого округа уровень социально-экономического развития является неравным, а Москва и Московская область по базовым параметрам кратно выше всех прочих регионов ЦФО [14, 15]. Сопутствующий социально-экономической дифференциации неравный уровень оплаты труда и цен в региональных экономиках, а также различные темпы инфляции осложняют формирование эффективной методологии сравнительной оценки. Поэтому использование экономической категории «покупательная способность» как критерия оценки качественной составляющей величины доходов имеет большое практическое значение.

Объектом исследования являются регионы Центрального федерального округа России, предмет исследования — средняя заработная плата.

Цель исследования — определить темпы качественного роста уровня оплаты труда в регионах ЦФО на основе оценки ее покупательной способности применительно к основным видам продовольственных товаров, выявить сложившиеся тенденции в контексте социально-экономической дифференциации внутри округа.

Гипотеза исследования: отсутствие заметного прогресса в социально-экономическом развитии ЦФО предопределило деление регионов округа на две группы в контексте сохранения дифференциации уровня и покупательной способности оплаты труда; при этом ожидается, что в регионах с более высокой средней заработной платой уровень покупательной способности населения также будет выше.

Методика исследования. В рамках исследования уровень покупательной способности населения определялся применительно к средней заработной плате, поскольку она составляет основную часть доходов населения и характеризует результат труда от основного вида деятельности. Применение среднедушевого дохода в качестве индикатора для оценки в соответствии с поставленными задачами мы считаем нецелесообразным, поскольку данный показатель помимо непосредственно оплаты труда также включает доход от социальных поступлений, объем и доля которых в общей структуре доходов населения в последние годы заметно возросли.

Выбор в качестве объекта исследования регионов ЦФО обусловлен достаточно высоким уровнем их развития и близостью к экономическому центру страны, что предопределяет высокую скорость влияния основных социально-экономических трендов на актуальную ситуацию. Исследование проводилось с использованием статистических данных об уровне средней заработной платы в регионах ЦФО в период 2018–2022 гг. на основе сопоставления данных за принятый в качестве базисного 2018 г. с данными

2022 г., характеризующими актуальную социально-экономическую ситуацию. Для целей исследования из состава регионов ЦФО были исключены Москва и Московская область, поскольку данные субъекты ЦФО характеризуются крайне высоким уровнем экономического развития, определяющим их существенную дифференциацию от прочих регионов округа. С целью нивелирования влияния инфляции на динамику средней заработной платы с использованием индексов потребительских цен индикаторы в фактических ценах были приведены в сопоставимые значения. Исследование дифференциации покупательной способности уровня оплаты труда в регионах осуществлялось на основе набора методов, из которых основополагающими являются метод группировок, горизонтальный и ранговый анализ.

Первый этап исследования включает оценку изменения средней заработной платы в России и ЦФО в фактически действовавших и сопоставимых ценах, что дает возможность выявить общие тенденции в изменении уровня оплаты труда в среднем по стране и в разрезе рассматриваемой географической зоны.

На втором этапе исследования проводится оценка темпов прироста средней заработной платы в фактически действовавших и сопоставимых ценах в разрезе регионов ЦФО по периодам: 2018–2020 гг. и 2020–2022 гг. Выбор для рассматриваемых периодов в качестве точки деления 2020-го года обусловлен произошедшими социально-экономическими преобразованиями на фоне начавшейся пандемии, что предопределило изменение вектора развития. На основе ранжирования регионов ЦФО по размеру средней заработной платы в фактически действовавших ценах в исследуемом периоде была оценена сложившаяся дифференциация уровня оплаты труда и ее изменение с течением времени.

На третьем этапе исследования рассматриваемые регионы ЦФО были сгруппированы по уровню средней заработной платы в 2022 г. с позиции логики, поскольку внутри округа наблюдается четкая градация показателя — до 45 тыс. руб. или более 45 тыс. руб. В разрезе сформированных групп была проведена оценка изменения покупательной способности средней заработной платы населения, выраженная в объеме основных видов продуктов питания — свинине охлажденной, молоке пастеризованном 2,5–3,2% жирности, сахаре-песке и картофеле. Выбор данных продуктов питания в качестве основных для сравнения обусловлен высоким спросом на них на потребительском рынке.

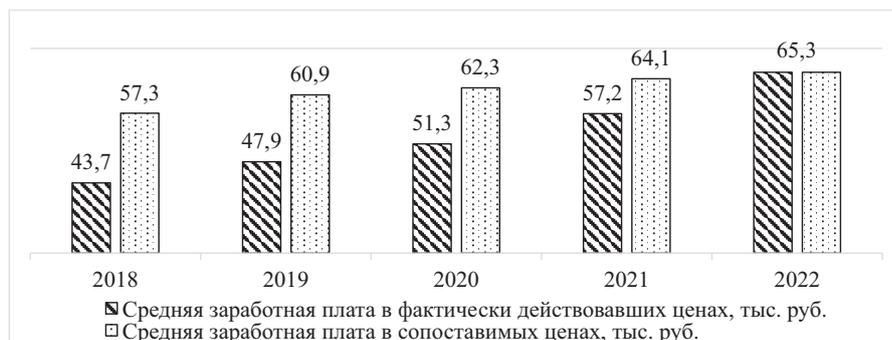
Оценка покупательной способности средней заработной платы населения проводилась на ос-

нове расчета соотношения средней заработной платы к уровню цен за единицу рассматриваемого продовольственного товара в каждом конкретном регионе. Покупательная способность средней заработной платы отражает то количество продовольственного товара, которое можно купить на среднемесячную заработную плату при сложившемся уровне цен на потребительском рынке. При этом чем большее количество товаров можно купить, тем выше покупательная способность заработной платы. Покупательная способность средней заработной платы растет тогда, когда темпы ее роста превышают темпы роста цен на потребительском рынке.

Результаты исследования. Размер средней заработной платы в России номинально сохраняет устойчивую динамику к росту, которая усилилась в последние 3 года на фоне ускорения темпов инфляции в экономике. В результате за 5 лет уровень оплаты труда вырос практически на 50% — с 43,7 до 65,3 тыс. руб. Оценка данных в сопоставимых ценах позволила выявить, что фактический рост среднего уровня оплаты труда за 5 лет не превысил и 15%: за исследуемый период прирост размера средней заработной платы составил не более 8 тыс. руб. При этом в 2018–2019 гг. уровень оплаты труда в России рос более динамично, а в последние годы — заметно замедлился, что является следствием ухудшения экономической ситуации в стране (рис. 1).

В ЦФО, характеризующимся наивысшим уровнем экономического развития, отмечен более высокий уровень оплаты труда, чем в среднем по стране. В фактически действовавших ценах уровень оплаты труда в округе в базисном периоде составлял 54,7 тыс. руб., а уже за 2 года он вырос до 65,3 тыс. руб. В период 2020–2022 гг. динамика к росту показателя усилилась, в результате чего в 2022 г. размер средней заработной платы в ЦФО составил 83,1 тыс. руб. В сопоставимых ценах в 2018 г. средняя заработная плата в ЦФО составляла 71,9 тыс. руб., а наиболее заметный прирост отмечен к 2019 г. — до 77,5 тыс. руб. В последние 3 года темпы роста реального уровня оплаты труда в ЦФО являются невысокими, а общий прирост за 5 лет составляет около 16% (рис. 2).

В результате за прошедшие 5 лет, как в целом по стране, так и в регионах ЦФО, рост реального размера заработной платы составил лишь 15–16%, при этом номинальные высокие темпы роста уровня оплаты труда в пределах 50–55% обусловлены инфляционным ростом цен. При этом покупательная способность доходов населения в условиях высоких темпов инфляции, а особенно на продовольственном рынке, очевидно, снижается.



Источник: составлено на основе данных Росстата [16].

Рисунок 1. Средняя заработная в России в фактически действовавших и сопоставимых ценах в 2018–2022 гг.

Figure 1. Average wages in Russia in actual and comparable prices in 2018–2022



Источник: составлено на основе данных Росстата [16].

Рисунок 2. Средняя заработная в ЦФО в фактически действовавших и сопоставимых ценах в 2018-2022 гг.
Figure 2. Average wages in the Central Federal District in actual and comparable prices in 2018-2022

В разрезе регионов ЦФО сравнительная оценка темпов прироста средней заработной платы в фактически действовавших ценах показала, что в 2018-2020 гг. показатели росли менее динамично, чем в 2020-2022 гг., что также является следствием роста инфляции. Так, в 2018-2022 гг. прирост средней заработной платы по регионам ЦФО варьировал в пределах 12-20%, а в последние 3 года — в пределах 22-30%. При этом в сопоставимых ценах показатель имел более высокую динамику в 2018-2020 гг., а в последние 3 года темпы роста замедлились. Так, к 2020 г. прирост средней заработной платы в регионах ЦФО варьировал в пределах 3,2-9%, а в период 2020-2022 гг. снизился до 0,4-5,5%, а в Калужской области отмечено снижение на 2,6% (табл. 1).

Следовательно, в период 2020-2022 гг. динамичный номинальный рост средней заработной платы в большей степени обусловлен естественным инфляционным ростом цен в экономике, что приводит и к соответствующему повышению величины средней заработной платы, как и других базовых индикаторов, таких как МРОТ и прожиточный минимум. При этом сохранение динамики к росту уровня оплаты труда еще не является свидетельством повышения

покупательной способности доходов населения, поскольку зачастую темпы роста цен на продовольственном рынке, особенно по некоторым направлениям, зависящим от сезонности, урожайности и других внешних факторов, выше темпов роста оплаты труда.

Помимо снижения темпов роста реальной заработной платы в регионах ЦФО еще одной немаловажной проблемой остается дифференциация уровня оплаты труда, которая имеет системный характер во времени. Оценка дифференциации уровня оплаты труда на основе рангового анализа показала, что для большинства регионов ситуация является стабильной: устойчивыми лидерами остаются Калужская и Тульская области, что обусловлено их высокой промышленно-производственным потенциалом. В свою очередь, Ивановская и Тамбовская области характеризуются наименьшим уровнем оплаты труда в округе. Заметного улучшения ситуации к 2022 г. удалось добиться Курской и Белгородской областям, а ухудшилось положение Рязанской области, которая в 2018 г. была 4-й среди регионов ЦФО, а к 2022 г. стала 8-й (рис. 3).

В результате, уровень оплаты труда в каждом конкретном регионе ЦФО дифференцирован

и обусловлен социально-экономическими особенностями территории. Сохранение рейтинга регионов ЦФО по уровню оплаты труда свидетельствует о том, что качественного прогрессивного роста средней заработной платы ни в одном из регионов не происходит, а ежегодное повышение является следствием нормального течения экономических процессов.

По уровню средней заработной платы в 2022 г. была проведена группировка регионов ЦФО на 2 группы, где первая включает 10 субъектов округа с уровнем оплаты труда в пределах 45-54 тыс. руб., а вторая — оставшиеся регионы, где средняя заработная плата менее 45 тыс. руб. Внутри первой группы регионов уровень средней заработной платы варьировал несущественно, за исключением лидирующих Тульской и Калужской областей, в которых показатель дифференцирован и превышал 50 тыс. руб. Внутри второй группы также отмечено достаточно однородное значение размера средней заработной платы, кроме Ивановской области с показателем 36,4 тыс. руб. Между сформированными группами значение средней заработной платы варьирует существенно (45,7 тыс. руб. во Владимирской области и 41,7 тыс. руб. в Смоленской области), что и предопределило градацию по такому критерию (рис. 4).

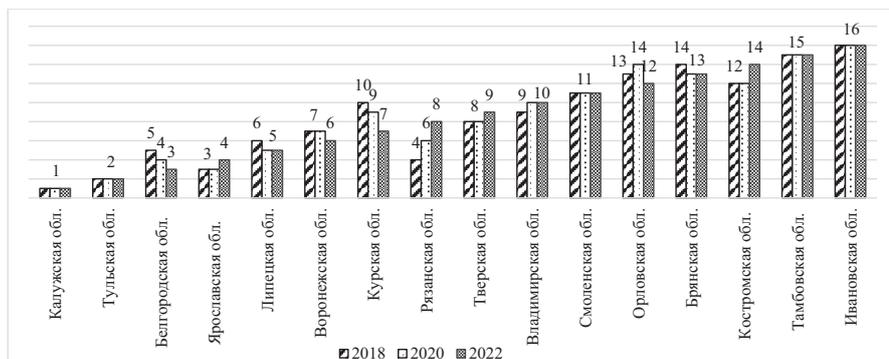
Помимо уровня средней заработной платы в регионах немаловажную роль играет сформированный уровень цен на потребительском рынке, который также внутри округа дифференцирован. Несмотря на то, что между уровнем оплаты труда и стоимостью жизни в регионах существует определенная зависимость, поскольку в регионах с более высокой средней заработной платой и уровень цен в среднем выше, не всегда покупательная способность денежных доходов сохраняется на высоком уровне. В последние годы в экономике сохраняются высокие темпы инфляции, при этом на продовольственном рынке темпы роста цен даже выше, чем в среднем на потребительском рынке, что предопределяет значимость оценки покупательной способности денежных доходов применительно к ключевым видам продовольствия.

Таблица 1. Оценка темпов прироста средней заработной платы в регионах ЦФО в фактически действовавших и сопоставимых ценах в 2018, 2020 и 2022 гг.
Table 1. Estimation of the growth rate of average wages in the Central Federal District regions in actual and comparable prices in 2018, 2020 and 2022

| Регионы ЦФО | Средняя заработная плата в фактически действовавших ценах | | | | | Средняя заработная плата в сопоставимых ценах | | | | |
|----------------------|---|---------|---------|---------------------|---------------------|---|---------|---------|---------------------|---------------------|
| | значение, тыс. руб. | | | изменение, % | | значение, тыс. руб. | | | изменение, % | |
| | 2018 г. | 2020 г. | 2022 г. | в 2020 г. к 2018 г. | в 2022 г. к 2020 г. | 2018 г. | 2020 г. | 2022 г. | в 2020 г. к 2018 г. | в 2022 г. к 2020 г. |
| Калужская область | 38,2 | 44,0 | 53,9 | 15,2 | 22,5 | 52,2 | 55,4 | 53,9 | 6,1 | -2,6 |
| Тульская область | 34,7 | 40,9 | 51,2 | 18,0 | 25,3 | 44,8 | 48,7 | 51,2 | 8,9 | 5,1 |
| Белгородская область | 31,9 | 37,4 | 47,6 | 17,5 | 27,2 | 42,3 | 46,1 | 47,6 | 9,0 | 3,4 |
| Ярославская область | 33,5 | 37,8 | 47,4 | 13,0 | 25,3 | 44,7 | 46,1 | 47,4 | 3,2 | 2,7 |
| Липецкая область | 31,6 | 36,8 | 46,7 | 16,3 | 27,0 | 42,6 | 45,3 | 46,7 | 6,5 | 3,0 |
| Воронежская область | 31,2 | 36,3 | 46,3 | 16,4 | 27,4 | 42,0 | 44,6 | 46,3 | 6,1 | 3,8 |
| Курская область | 29,9 | 35,8 | 46,1 | 19,6 | 28,6 | 40,7 | 44,5 | 46,1 | 9,5 | 3,4 |
| Рязанская область | 31,9 | 36,5 | 45,8 | 14,2 | 25,5 | 42,6 | 44,6 | 45,8 | 4,7 | 2,5 |
| Владимирская область | 30,5 | 35,2 | 45,7 | 15,7 | 29,6 | 40,6 | 43,5 | 45,7 | 7,2 | 4,9 |
| Тверская область | 31,0 | 36,1 | 45,7 | 16,2 | 26,8 | 40,9 | 44,2 | 45,7 | 8,2 | 3,5 |
| Смоленская область | 29,4 | 33,1 | 41,7 | 12,7 | 25,9 | 37,8 | 39,5 | 41,7 | 4,7 | 5,5 |
| Брянская область | 27,3 | 31,9 | 40,8 | 17,2 | 27,7 | 37,0 | 39,7 | 40,8 | 7,5 | 2,7 |
| Орловская область | 27,5 | 31,9 | 40,8 | 16,0 | 28,2 | 36,8 | 39,2 | 40,8 | 6,6 | 4,1 |
| Костромская область | 27,7 | 32,2 | 40,2 | 16,2 | 24,9 | 37,7 | 40,1 | 40,2 | 6,5 | 0,4 |
| Тамбовская область | 26,7 | 31,1 | 39,3 | 16,5 | 26,7 | 36,4 | 38,5 | 39,3 | 6,0 | 2,1 |
| Ивановская область | 25,7 | 29,1 | 36,4 | 13,0 | 25,1 | 34,7 | 36,0 | 36,4 | 3,9 | 0,9 |

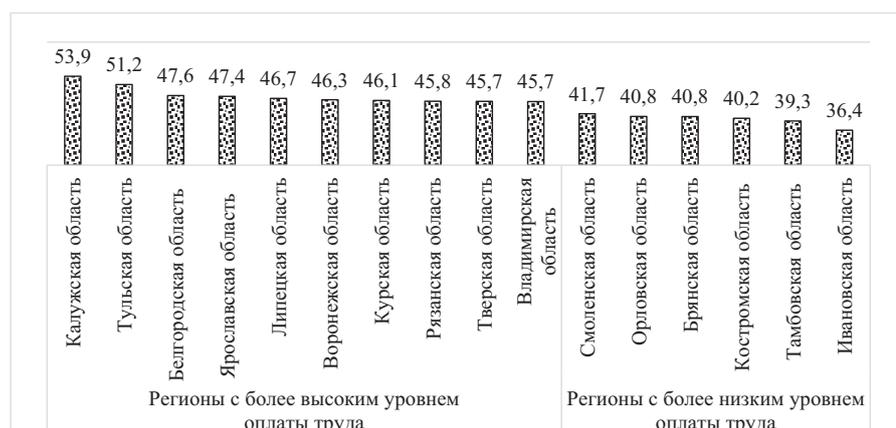
Источник: рассчитано на основе данных Росстата [16].





Источник: составлено на основе данных Росстата [16].

Рисунок 3. Рейтинговая оценка регионов ЦФО по уровню средней заработной платы в 2018-2022 гг.
Figure 3. Rating assessment of the Central Federal District regions by the level of average wages in 2018-2022



Источник: составлено на основе данных Росстата [16].

Рисунок 4. Группировка регионов ЦФО по уровню средней заработной платы в 2022 г.
Figure 4. Grouping of the Central Federal District regions by the level of average wages in 2022

Сравнительная оценка покупательной способности денежных доходов населения в разрезе сформированных групп в стоимости свинины показала, что в группе регионов с более высоким уровнем оплаты труда практически на четверть средняя покупательная способность заработной платы выше, чем во второй группе, хотя темпы роста показателя практически одинаковы, а общей тенденцией является повышение покупательной способности в регионах. Оценка динамики по годам позволила выявить, что в 2018-2022 гг. покупательная способность средней заработной платы в стоимости свинины росла более динамично, чем в 2020-2022 гг. В результате в 2022 г. средняя покупательная способность заработной платы в регионах первой группы оставила 166,5 кг свинины в месяц, а во второй — только 135,3 кг, что свидетельствует об ощутимой дифференциации. Говоря о свиnine, необходимо отметить тот факт, что сохранение низких темпов роста цен на данный вид продукции обусловлен активной реализацией импортозамещения и наращиванием производственных мощностей внутри страны.

Оценка покупательной способности средней заработной платы в стоимости молока пастеризованного 2,5-3,2% жирности в регионах ЦФО показала в 2018-2020 гг. общую тенденцию к повышению покупательной способности до в среднем 722,8 л в месяц в первой группе и 581,3 л — во второй. В период 2020-2022 гг. на фоне роста цен высокими темпами покупательная способность средней заработной платы в обеих группах регионов снизилась. Стоит отметить, что в первой группе регионов с более высоким уровнем доходов снижение в среднем

составило 1,5%, а во второй — 5,1%. В результате за исследуемый период разрыв в уровне покупательной способности средней заработной платы в стоимости молока между первой и второй группой вырос практически до 30%, при этом в регионах первой группы показатель в среднем снизился до 712,2 л в месяц, а во второй — до 551,4 л в месяц (табл. 2).

Покупательная способность средней заработной платы в разрезе сформированных групп регионов, выраженная в стоимости сахара-песка, также в период 2018-2020 гг. сохраняла динамику к росту на уровне 18-20%, а в последние 3 года снизилась более чем на 30%. Стоит отметить, что в регионах второй группы к 2022 г. покупательная способность средней заработной платы снизилась менее существенно, чем в регионах первой группы. Несмотря на это, между группами регионов сохраняется существенный разрыв в уровне покупательной способности, который к 2020 г. усилился, а к 2022 г. — снизился. В результате в 2022 г. покупательная способность денежных доходов в стоимости сахара в первой группе регионов ЦФО составила 702,7 кг в месяц, а во второй — 577,5 кг в месяц (табл. 3).

Схожие тенденции выявлены и при оценке покупательной способности средней заработной платы населения в стоимости картофеля: в период 2018-2020 гг. в обеих группах отмечен рост покупательной способности в среднем на 12-15%, а в последние 3 года — устойчивое снижение практически на четверть. В результате в 2022 г. в регионах первой группы на среднюю заработную плату можно было купить более 123 т картофеля, а в регионах второй группы на 24% меньше — 103,7 кг.

Проведенная группировка регионов ЦФО по уровню средней заработной платы позволила выявить устойчивую тенденцию, связанную с более высокой покупательной способностью денежных доходов населения в тех регионах, где уровень оплаты труда в среднем выше, несмотря на сохранение повсеместной тенденции к росту цен на потребительском рынке. Внутри регионов ЦФО сохраняется существенная дифференциация по уровню средней заработной платы и ее покупательной способности, определяемая экономической специализацией регионов. Так, в число лидеров по размеру оплаты труда входят крупнейшие промышленные центры ЦФО, такие как Калужская и Тульская области, а также аграрные центры — регионы Черноземья — Белгородская, Липецкая, Воронежская и Курская области.

Выводы и рекомендации. Выдвинутая в рамках исследования гипотеза о том, что отсутствие заметного прогресса в социально-экономическом развитии ЦФО предопределило деление регионов округа на две группы в контексте сохранения дифференциации уровня и покупательной способности оплаты труда нашла свое подтверждение. Оценка средней заработной платы в регионах ЦФО показала, что в динамике регионы имеют схожие темпы роста показателя, а их положение внутри округа в большинстве своем является стабильным. Устойчивость положения во времени позволила разделить регионы на две группы — с более высоким уровнем оплаты труда и более низким уровнем оплаты труда. При этом критерием деления стал размер средней заработной платы в 45 тыс. руб. в 2022 г.

В разрезе сформированных групп выявлена дифференциация основных тенденций изменения уровня оплаты труда и ее покупательной способности — в регионах с более высокой средней заработной платой уровень покупательной способности населения, как и ожидалось, устойчиво выше. Выявлен общий негативный тренд к снижению покупательной способности к 2022 г. по всем продовольственным направлениям (кроме свинины) среди рассмотренных, что обусловлено высокими темпами инфляции на продовольственном рынке. В регионах с более высоким уровнем оплаты труда покупательная способность по основным продовольственным направлениям (кроме картофеля) на 20-30% выше, чем в регионах со средней заработной платой до 45 тыс. руб. При этом к 2022 г. общей тенденцией является усиление существующего разрыва между группами регионов.

Это свидетельствует о том, что в регионах ЦФО с более высоким уровнем оплаты труда динамичные темпы роста показателя покупательной способности доходов на более высоком уровне. При этом в регионах с более низким уровнем средней заработной платы темпы роста цен на потребительском рынке существенно выше темпов роста оплаты труда, следствием чего становится динамичное снижение покупательной способности, что усиливает существующую дифференциацию между группами.

Сохраняющееся деление регионов ЦФО по уровню социально-экономического развития и выявление схожих тенденций изменения основных экономических процессов может иметь большое практическое значение, поскольку позволит применять дифференцированный подход к каждой группе регионов и, потенциально, сформировать более эффективные для конкретной территории управленческие решения.



Таблица 2. Сравнительная оценка покупательной способности средней заработной платы в регионах ЦФО в разрезе сформированных групп, выраженная в стоимости охлажденной свинины и пастеризованного молока в 2018, 2020 и 2022 гг.

Table 2. Comparative assessment of purchasing power of average wages in the Central Federal District regions by formed groups, expressed in the cost of chilled pork and pasteurized milk in 2018, 2020 and 2022

| Регионы ЦФО | Покупательная способность средней заработной платы | | | | | | | | | |
|--|--|--------------|--------------|---------------------|---------------------|--|--------------|--------------|---------------------|---------------------|
| | Свинина охлажденная | | | | | Молоко пастеризованное 2,5-3,2% жирности | | | | |
| | значение, кг в месяц | | | изменение, % | | значение, л в месяц | | | изменение, % | |
| | 2018 г. | 2020 г. | 2022 г. | в 2020 г. к 2018 г. | в 2022 г. к 2020 г. | 2018 г. | 2020 г. | 2022 г. | в 2020 г. к 2018 г. | в 2022 г. к 2020 г. |
| <i>1. Группа регионов с более высоким уровнем оплаты труда</i> | | | | | | | | | | |
| Белгородская область | 141,8 | 166,1 | 180,6 | 17,2 | 8,7 | 750,1 | 808,5 | 844,3 | 7,8 | 4,4 |
| Рязанская область | 128,7 | 144,0 | 146,7 | 11,9 | 1,9 | 797,3 | 815,4 | 829,2 | 2,3 | 1,7 |
| Ярославская область | 140,0 | 150,3 | 164,1 | 7,3 | 9,2 | 712,2 | 775,8 | 772,6 | 8,9 | -0,4 |
| Воронежская область | 123,1 | 154,9 | 161,0 | 25,8 | 4,0 | 635,1 | 714,1 | 681,3 | 12,4 | -4,6 |
| Липецкая область | 137,3 | 162,9 | 176,0 | 18,6 | 8,0 | 655,4 | 694,8 | 680,1 | 6,0 | -2,1 |
| Калужская область | 152,3 | 173,1 | 177,0 | 13,6 | 2,3 | 727,3 | 752,9 | 673,5 | 3,5 | -10,5 |
| Владимирская область | 121,2 | 144,5 | 150,4 | 19,2 | 4,1 | 616,0 | 640,1 | 673,0 | 3,9 | 5,1 |
| Тульская область | 153,0 | 185,8 | 180,3 | 21,5 | -3,0 | 717,4 | 712,0 | 667,5 | -0,7 | -6,2 |
| Тверская область | 134,2 | 147,8 | 151,3 | 10,1 | 2,3 | 624,7 | 636,6 | 657,4 | 1,9 | 3,3 |
| Курская область | 130,3 | 155,5 | 177,9 | 19,4 | 14,4 | 661,9 | 677,7 | 642,9 | 2,4 | -5,1 |
| Среднегрупповое значение | 136,2 | 158,5 | 166,5 | 16,4 | 5,1 | 689,7 | 722,8 | 712,2 | 4,8 | -1,5 |
| <i>2. Группа регионов с более низким уровнем оплаты труда</i> | | | | | | | | | | |
| Орловская область | 106,2 | 130,7 | 138,4 | 23,0 | 5,9 | 582,4 | 605,5 | 610,7 | 4,0 | 0,9 |
| Брянская область | 112,4 | 126,3 | 135,9 | 12,3 | 7,6 | 613,0 | 621,3 | 605,7 | 1,4 | -2,5 |
| Смоленская область | 112,2 | 129,5 | 138,4 | 15,4 | 6,9 | 603,5 | 576,9 | 564,7 | -4,4 | -2,1 |
| Костромская область | 104,8 | 119,7 | 133,3 | 14,2 | 11,4 | 537,8 | 572,3 | 533,4 | 6,4 | -6,8 |
| Тамбовская область | 113,3 | 125,7 | 139,7 | 11,0 | 11,1 | 575,4 | 581,0 | 520,0 | 1,0 | -10,5 |
| Ивановская область | 103,0 | 120,2 | 125,8 | 16,7 | 4,7 | 504,9 | 530,6 | 473,9 | 5,1 | -10,7 |
| Среднегрупповое значение | 108,6 | 125,3 | 135,3 | 15,4 | 7,9 | 569,5 | 581,3 | 551,4 | 2,1 | -5,1 |
| Среднее значение покупательной способности денежных доходов в группе 1 выше, чем в группе 2, % | 25,3 | 26,4 | 23,1 | | | 21,1 | 24,3 | 29,2 | | |

Источник: рассчитано на основе данных Росстата [16].

Таблица 3. Сравнительная оценка покупательной способности средней заработной платы в регионах ЦФО в разрезе сформированных групп, выраженная в стоимости сахара-песка и картофеля в 2018, 2020 и 2022 гг.

Table 3. Comparative assessment of purchasing power of average wages in the Central Federal District regions in the context of the formed groups, expressed in the cost of granulated sugar and potatoes in 2018, 2020 and 2022

| Регионы ЦФО | Покупательная способность средней заработной платы | | | | | | | | | |
|--|--|---------------|--------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------|--------------|---------------------|---------------------|
| | Сахар-песок | | | | | Картофель | | | | |
| | значение, кг в месяц | | | изменение, % | | значение, т в месяц | | | изменение, % | |
| | 2018 г. | 2020 г. | 2022 г. | в 2020 г. к 2018 г. | в 2022 г. к 2020 г. | 2018 г. | 2020 г. | 2022 г. | в 2020 г. к 2018 г. | в 2022 г. к 2020 г. |
| <i>1. Группа регионов с более высоким уровнем оплаты труда</i> | | | | | | | | | | |
| Калужская область | 1063,2 | 1305,3 | 830,0 | 22,8 | -36,4 | 158,4 | 177,8 | 141,5 | 12,3 | -20,4 |
| Тульская область | 885,9 | 1044,3 | 726,4 | 17,9 | -30,4 | 135,7 | 158,4 | 134,4 | 16,7 | -15,1 |
| Липецкая область | 880,7 | 1046,4 | 735,3 | 18,8 | -29,7 | 142,8 | 176,0 | 132,1 | 23,2 | -24,9 |
| Белгородская область | 864,3 | 1049,9 | 693,9 | 21,5 | -33,9 | 143,0 | 166,9 | 128,2 | 16,7 | -23,2 |
| Воронежская область | 834,5 | 1037,1 | 702,9 | 24,3 | -32,2 | 139,0 | 158,2 | 123,0 | 13,8 | -22,3 |
| Ярославская область | 877,6 | 1042,1 | 674,4 | 18,7 | -35,3 | 130,4 | 147,0 | 117,8 | 12,8 | -19,9 |
| Курская область | 790,7 | 945,2 | 645,4 | 19,5 | -31,7 | 138,6 | 147,0 | 117,4 | 6,0 | -20,1 |
| Рязанская область | 873,3 | 1037,2 | 659,1 | 18,8 | -36,5 | 137,2 | 161,0 | 115,8 | 17,4 | -28,1 |
| Тверская область | 862,4 | 1038,1 | 693,8 | 20,4 | -33,2 | 134,0 | 152,9 | 114,5 | 14,1 | -25,1 |
| Владимирская область | 831,6 | 984,7 | 665,5 | 18,4 | -32,4 | 126,2 | 142,9 | 107,7 | 13,2 | -24,6 |
| Среднегрупповое значение | 876,4 | 1053,0 | 702,7 | 20,2 | -33,3 | 138,5 | 158,8 | 123,2 | 14,6 | -22,4 |
| <i>2. Группа регионов с более низким уровнем оплаты труда</i> | | | | | | | | | | |
| Орловская область | 673,0 | 816,5 | 573,2 | 21,3 | -29,8 | 117,7 | 132,0 | 113,2 | 12,1 | -14,2 |
| Брянская область | 719,8 | 858,4 | 588,4 | 19,3 | -31,5 | 135,5 | 149,5 | 112,1 | 10,4 | -25,0 |
| Смоленская область | 746,0 | 845,4 | 580,0 | 13,3 | -31,4 | 125,0 | 128,7 | 110,1 | 2,9 | -14,5 |
| Тамбовская область | 721,1 | 861,0 | 585,4 | 19,4 | -32,0 | 114,8 | 135,3 | 101,4 | 17,8 | -25,0 |
| Костромская область | 761,4 | 903,6 | 605,7 | 18,7 | -33,0 | 120,7 | 141,5 | 95,7 | 17,2 | -32,3 |
| Ивановская область | 671,9 | 802,8 | 532,3 | 19,5 | -33,7 | 110,9 | 127,0 | 89,6 | 14,5 | -29,4 |
| Среднегрупповое значение | 715,5 | 847,9 | 577,5 | 18,5 | -31,9 | 120,8 | 135,6 | 103,7 | 12,3 | -23,6 |
| Среднее значение покупательной способности денежных доходов в группе 1 выше, чем в группе 2, % | 22,5 | 24,2 | 21,7 | | | 14,7 | 17,1 | 18,8 | | |

Источник: рассчитано на основе данных Росстата [16].





Список источников

1. Власова О.В., Святова О.В., Головин А.А., Зюкин Д.В., Доренская И.Н. Благополучие населения России в условиях экономического кризиса // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 2. С. 151-157.

2. Малахов А.В., Власова О.В., Еськова Н.А., Репринцева Е.В. Уровень жизни и бедность в России: тенденции и факторы влияния // Азимут научных исследований: экономика и управление. 2023. Т. 12. № 2 (43). С. 32-36. doi: 10.57145/27128482_2023_12_02_06

3. Гисматулин Г.В. Статистика доходов и расходов населения ПО РФ // Аллея науки. 2018. Т. 4. № 1 (17). С. 185-192.

4. Ноева Е.Е. Анализ динамики доходов населения РФ: Социально-экономические аспекты // Вестник Северо-Восточного федерального университета имени М.К. Аммосова. Серия: Экономика. Социология. Культурология. 2021. № 1 (21). С. 41-50. doi: 10.25587/SVFU.2021.21.1.013

5. Lisina, A., Van Kerm, P. (2022). Understanding twenty years of inequality and poverty trends in Russia. *Review of Income and Wealth*, no. 68, pp. 108-130. doi: 10.1111/roiw.12574

6. Соловьева Т.Н., Зюкин Д.А. Бедность населения как препятствие развитию агропродовольственного производства в России // Международный сельскохозяйственный журнал. 2021. № 3 (381). С. 19-22.

7. Dang, Ha.H., Lokshin, M.M., Abanokova, K. et al. (2020). Welfare Dynamics and Inequality in the Russian Federation During 1994-2015. *Eur J Dev Res*, 32, 812846. doi: 10.1057/s41287-019-00241-3

8. Сергеева Н.М., Соловьева Т.Н. Влияние экономического кризиса на состояние и тенденции рынка труда в России // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 6. С. 232-238.

9. Покупательная способность денежных доходов населения. Основные понятия / Росстат. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/met_dendoh.htm (дата обращения: 10.01.2024).

10. Тедеева Р.А., Ковалев А.Н., Болтенков А.Н. Сравнительная характеристика покупательной способности населения регионов России // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. 2020. № 3 (82). С. 114-124. doi: 10.21295/2223-5639-2020-3-114-124

11. Жилин В.В., Калущих Г.Н., Бондарева Г.А., Польская Г.А., Шломина А.М. О проблеме дифференциации уровня оплаты труда в регионах России // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 7. С. 145-152.

12. Vo, H.L., Vo, D.H. (2023). The purchasing power parity and exchange-rate economics half a century on. *Journal of Economic Surveys*, no. (37), pp. 446-479. doi: 10.1111/joes.12504

13. Сергеева Н.М., Соловьева Т.Н., Святова О.В., Зюкин Д.А., Федулов М.А. Влияние специализации на экономическое развитие регионов // Международный сельскохозяйственный журнал. 2022. № 1 (385). С. 28-32.

Информация об авторах:

Шевякин Андрей Сергеевич, кандидат экономических наук, доцент, декан экономического факультета, Курский государственный аграрный университет имени И.И. Иванова, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2892-8612>, andreas21074@mail.ru

Зюкин Дмитрий Викторович, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры управления и связей с общественностью, Курский институт менеджмента, экономики и бизнеса, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9075-0483>, d-zykin@ya.ru

Власова Ольга Владимировна, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики и менеджмента, Курский государственный медицинский университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2247-543X>, olgavlasova82@mail.ru

Бушина Надежда Сергеевна, кандидат фармацевтических наук, доцент кафедры экономики и менеджмента, Курский государственный медицинский университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5569-2903>, n-bush@mail.ru

Information about the authors:

Andrey S. Shevyakin, candidate of economic sciences, associate professor, dean of the faculty of economics, Kursk State Agrarian University named after I.I. Ivanov, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2892-8612>, andreas21074@mail.ru

Dmitry V. Zyukin, candidate of economic sciences, associate professor, associate professor of the department of management and public relations, Kursk Institute of Management, Economics and Business, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9075-0483>, d-zykin@ya.ru

Olga V. Vlasova, candidate of economic sciences, associate professor of the department of economics and management, Kursk State Medical University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2247-543X>, olgavlasova82@mail.ru

Nadezhda S. Bushina, candidate of pharmaceutical sciences, associate professor of the department of economics and management, Kursk State Medical University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5569-2903>, n-bush@mail.ru

14. Бобырева Е.В., Минитаева А.М., Зайченко А.А., Аলেখина А.А., Одевале А.О. Анализ социально-экономического развития регионов ЦФО // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 4. С. 105-110.

15. Пархомчук М.А., Грязнова О.А., Гребнева М.Е., Виноградова Н.И. О проблеме дифференциации уровня оплаты труда в регионах ЦФО // Азимут научных исследований: экономика и управление. 2021. Т. 10. № 1 (34). С. 247-250. doi: <https://doi.org/10.26140/anie-2021-1001-0060>

16. Социально-экономическое положение федеральных округов. Центральный федеральный округ. 2022 / Росстат. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/11109/document/13260> (дата обращения: 10.01.2024).

References

1. Vlasova, O.V., Svyatova, O.V., Golovin, A.A., Zyukin, D.V., Dorenskaya, I.N. (2022). Blagosostoyanie naseleniya Rossii v usloviyakh ehkonomicheskogo krizisa [The welfare of the Russian population in the context of the economic crisis]. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaystvennoi akademii* [Vestnik of Kursk State Agricultural Academy], no. 2, pp. 151-157.

2. Malakhov, A.V., Vlasova, O.V., Es'kova, N.A., Reprintseva, E.V. (2023). Uroven' zhizni i bednost' v Rossii: tendentsii i faktory vliyaniya [Standard of living and poverty in Russia: trends and factors of influence]. *Azimut nauchnykh issledovaniy: ehkonomika i upravlenie* [Azimuth of scientific research: economics and administration], vol. 12, no. 2 (43), pp. 32-36. doi: 10.57145/27128482_2023_12_02_06

3. Gismatulin, G.V. (2018). Statistika dokhodov i raskhodov naseleniya PO RF [Statistics of income and expenses of the population in the Russian Federation]. *Alleya nauki*, vol. 4, no. 1 (17), pp. 185-192.

4. Noeva, E.E. (2021). Analiz dinamiki dokhodov naseleniya RF: Sotsial'no-ehkonomicheskie aspekty [Analysis of income dynamics of the population of the Russian Federation: Socio-economic aspects]. *Vestnik Severo-Vostochnogo federal'nogo universiteta imeni M.K. Ammosova. Seriya: Ehkonomika. Sotsiologiya. Kul'turologiya* [Vestnik of North-Eastern Federal University. Series: Economics. Sociology. Culturalology], no. 1 (21), pp. 41-50. doi: 10.25587/SVFU.2021.21.1.013

5. Lisina, A., Van Kerm, P. (2022). Understanding twenty years of inequality and poverty trends in Russia. *Review of Income and Wealth*, no. 68, pp. 108-130. doi: 10.1111/roiw.12574

6. Solov'eva, T.N., Zyukin, D.A. (2021). Bednost' naseleniya kak prep'yatsvie razvitiya agroproduktov'stvennogo proizvodstva v Rossii [Poverty of the population as an obstacle to the development of agri-food production in Russia]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaystvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 3 (381), pp. 19-22.

7. Dang, Ha.H., Lokshin, M.M., Abanokova, K. et al. (2020). Welfare Dynamics and Inequality in the Russian Federation During 1994-2015. *Eur J Dev Res*, 32, 812846. doi: 10.1057/s41287-019-00241-3

8. Sergeeva, N.M., Solov'eva, T.N. (2022). Vliyaniye ehkonomicheskogo krizisa na sostoyaniye i tendentsii rynka truda v Rossii [The impact of the economic crisis on the state and trends of the labor market in Russia]. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaystvennoi akademii* [Vestnik of Kursk State Agricultural Academy], no. 6, pp. 232-238.

9. Pokupatel'naya sposobnost' denezhnykh dokhodov naseleniya. Osnovnye ponyatiya [The purchasing power of the monetary income of the population. Basic concepts]. Available at: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/met_dendoh.htm (accessed: 10.01.2024).

10. Tedeeva, R.A., Kovalev, A.N., Boltenev, A.N. (2020). Sravnitel'naya kharakteristika pokupatel'noi sposobnosti naseleniya regionov Rossii [Comparative characteristics of the purchasing power of the population of the regions of Russia]. *Vestnik Belgorodskogo universiteta kooperatsii, ehkonomiki i prava* [Herald of the Belgorod University of Cooperation, Economics and Law], no. 3 (82), pp. 114-124. doi: 10.21295/2223-5639-2020-3-114-124

11. Zhilin, V.V., Kalutskikh, G.N., Bondareva, G.A., Pol'skaya, G.A., Shlomina, A.M. (2020). O probleme differentsiatsii urovnya oplaty truda v regionakh Rossii [On the problem of differentiation of the level of wages in the regions of Russia]. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaystvennoi akademii* [Vestnik of Kursk State Agricultural Academy], no. 7, pp. 145-152.

12. Vo, H.L., Vo, D.H. (2023). The purchasing power parity and exchange-rate economics half a century on. *Journal of Economic Surveys*, no. (37), pp. 446-479. doi: 10.1111/joes.12504

13. Sergeeva, N.M., Solov'eva, T.N., Svyatova, O.V., Zyukin, D.A., Fedulov, M.A. (2022). Vliyaniye spetsializatsii na ehkonomicheskoe razvitiye regionov [The influence of specialization on the economic development of regions]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaystvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 1 (385), pp. 28-32.

14. Bobyreva, E.V., Minitaeva, A.M., Zaichenko, A.A., Alekhina, A.A., Odevale, A.O. (2021). Analiz sotsial'no-ehkonomicheskogo razvitiya regionov TSFO [Analysis of the socio-economic development of the Central Federal District regions]. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaystvennoi akademii* [Vestnik of Kursk State Agricultural Academy], no. 4, pp. 105-110.

15. Parkhomchuk, M.A., Gryaznova, O.A., Grebneva, M.E., Vinogradova, N.I. (2021). O probleme differentsiatsii urovnya oplaty truda v regionakh TSFO [On the problem of differentiation of the wage level in the regions of the Central Federal District]. *Azimut nauchnykh issledovaniy: ehkonomika i upravlenie* [Azimuth of scientific research: economics and administration], no. 1 (34), pp. 247-250. doi: <https://doi.org/10.26140/anie-2021-1001-0060>

16. Sotsial'no-ehkonomicheskoe polozheniye federal'nykh okrugov. Tsentral'nyi federal'nyi okrug. 2022 [The socio-economic situation of the federal districts. Central Federal District. 2022]. Available at: <https://rosstat.gov.ru/folder/11109/document/13260> (accessed: 10.01.2024).



Научная статья

УДК 339.7, 336.7

doi: 10.55186/25876740_2024_67_3_317

ТОРГОВО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО СТРАН БРИКС В АГРОСЕКТОРЕ: ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ НОВЫХ ФИНАНСОВЫХ И ВАЛЮТНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

Е.Б. Стародубцева¹, В.Н. Володина², М.Б. Медведева¹

¹Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва, Россия

²Фининформсервис НИКА, Москва, Россия

Аннотация. Статья посвящена анализу торгово-экономических отношений стран БРИКС в области сельского хозяйства, дается оценка сложившегося уровня связей между его участниками, их позиции в системе международного разделения труда и отраслевой специализации. На основе статистического инструментария показаны основные направления внешнеэкономического сотрудничества с учетом его потенциала. Обстоятельно рассмотрены такие цифровые активы, как Token BRICS, Food token. Раскрыты сферы применения новых цифровых инструментов и их особенности в качестве платежных средств, применяемых в сельском хозяйстве. Особое внимание уделено процессу создания единой торгово-клиринговой инфраструктуры БРИКС, в рамках которой будут осуществляться биржевые торги зерном между компаниями стран-членов объединения. Авторами предложен комментарий введения коллективной валюты БРИКС как универсальной расчетной единицы в условиях дедолларизации. Направление данного исследования актуально для реализации сельскохозяйственных товаров в условиях антироссийских санкций, наращивания взаимной торговли стран БРИКС.

Ключевые слова: торгово-экономическое сотрудничество стран БРИКС, международная торговля сельскохозяйственными товарами, зерновая биржа, Token BRICS, Food token, коллективная цифровая валюта

Original article

TRADE AND ECONOMIC COOPERATION OF THE BRICS COUNTRIES IN THE AGRICULTURAL SECTOR: THE PROSPECT OF USING NEW FINANCIAL AND CURRENCY INSTRUMENTS

E.B. Starodubtseva¹, V.N. Volodina², M.B. Medvedeva¹

¹Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia

²Fininformservice NIKА, Moscow, Russia

Abstract. The article is devoted to the analysis of trade and economic relations of the BRICS countries in the field of agriculture; an assessment is made of the current level of connections between its participants, their position in the system of international division of labor and sectoral specialization. Based on statistical tools, the main directions of foreign economic cooperation are shown, taking into account its potential. Such digital assets as Token BRICS, Food token are considered in detail. The scope of application of new digital instruments and their features as means of payment used in agriculture are revealed. Particular attention is paid to the process of creating a unified BRICS trading and clearing infrastructure, within the framework of which exchange trading in grain will be carried out between companies of the member countries of the association. A commentary is offered on the introduction of the BRICS collective currency as a universal unit of account in the context of de-dollarization. The direction of this research is relevant for the sale of agricultural goods in the context of anti-Russian sanctions and increasing mutual trade of the BRICS countries.

Keywords: trade and economic cooperation of the BRICS countries, international trade in agricultural goods, grain exchange, Token BRICS, Food token, collective digital currency

Введение. В настоящее время БРИКС выступает динамично развивающейся организацией. В 2023 г. она увеличилась сразу до 10 членов, при этом предполагается ее дальнейшее расширение. Однако основой БРИКС выступают пять стран — Бразилия, Россия, Индия, Китай, ЮАР, которые по совокупному вкладу в мировую экономику превосходят другие страны. Данная организация или интеграционное объединение, в первую очередь, ставило своей целью развитие взаимной торговли, исходя из конкретных преимуществ каждой страны. Бразилия — один из лидеров по экспорту продовольственных товаров и минерального сырья, Россия — экспортер минеральных и других природных ресурсов, Индия — поставщик

в сфере информационных технологий. Китай — ведущий производитель товаров массового потребления, а ЮАР известна огромным разнообразием полезных ископаемых и минеральных ресурсов.

После 2006 г. — даты образования БРИКС — торговля между этими странами получила новый импульс. В первую очередь, речь идет о торговле сельскохозяйственными товарами, в частности зерновыми. Между тем темпы ее роста в определенной степени в последнее время не столь высоки и одной из причин данного положения являются трудности в расчетах. Начавшийся процесс дедолларизации в мировой экономике, проблемы с волатильностью национальных валют приводят к необходимости

создания нового средства платежа и формирования собственной инфраструктуры для реализации сельскохозяйственных товаров. Последнее время имеется ряд публикаций на этот счет, в частности Колесова В.П. [6]; Володиной В.Н. [7, 8]; Леоновой К.С. [13]; Рудаковой О.С., Стародубцевой Е.Б. [8]; Поповой Е.М., Степкиной Ю.А. [15]; Ярыгиной И.З. [20].

Цель статьи — анализ торгово-экономических отношений стран-членов БРИКС в сфере сельского хозяйства и выявление на этой основе проблем и перспектив их дальнейшего развития. Объектом исследования выступают торгово-экономические отношения стран БРИКС. Предметом исследования является торговля сельскохозяйственной продукцией.



Методологическую базу исследования составляют методы статистического, сравнительного и логического анализа.

Товарооборот между странами. На протяжении всего существования БРИКС взаимная торговля между странами пятерки имела положительную динамику. Так, с 2011 по 2022 гг. взаимный товарооборот вырос с 173,14 млрд долл. до 422 млрд долл. Введенные санкции против России увеличили темпы роста и абсолютную величину торгового оборота. Особенно это коснулось торговли между Россией, Индией и Китаем. Так, по итогам 2022 г. внешнеторговый оборот России с партнерами по БРИКС увеличился на 40,5% и достиг рекордных 230 млрд долл. — 27% всего внешнеторгового товарооборота РФ [12]. Однако торговля между отдельными странами организации остается несбалансированной. Россия практически со всеми странами имеет положительное сальдо торгового баланса (с Бразилией — 5,9 млрд долл., Индией — 37,7 млрд долл., Китаем — 38 млрд долл., ЮАР — 264 млн долл.), а другие страны между собой имеют либо отрицательное, либо положительное сальдо [22] (табл. 1).

В целом в 2022 г. торговое сальдо Бразилии с БРИКС составило 25,91 млрд долл. (экспорт — 126,92 млрд долл., импорт — 101,01 млрд долл.), Китая с БРИКС -1 млрд долл. (экспорт — 414 млрд долл., импорт — 413 млрд долл.), сальдо торгового баланса России с БРИКС было также положительным — 85 млрд долл. (экспорт — 175 млрд долл., импорт — 90 млрд долл.). А торговое сальдо Индии с БРИКС было отрицательным и составило -185,14 млрд долл. (экспорт — 86,07 млрд долл., импорт — 271,21 млрд долл.). У ЮАР с БРИКС также сложилось отрицательное сальдо, величина которого -21 млрд долл. (экспорт — 21 млрд долл., импорт — 42 млрд долл.) [1].

Внутренний товарооборот БРИКС составляет сотни миллиардов долларов в год (один только российско-китайский товарооборот по итогам 2022 г. составил 190 млрд в долларовом эквиваленте). При этом взаимная торговля между странами занимает небольшое место в общем объеме товарооборота — около 6%. В большинстве стран, особенно в Китае торговля приходится на внешние страны (табл. 2).

Причина подобной ситуации — структура товарооборота. Основные товаропотоки между странами БРИКС, исходя из их конкурентных преимуществ, связаны с движением сырьевых и продовольственных ресурсов, а вот готовую продукцию вынуждены приобретать в развитых странах. Это связано и со сформировавшимися глобальными цепочками стоимости, где указанные страны, кроме Китая, встроены в входящие цепочки стоимости. Доказательством служит тот факт, что основная статья импорта всех стран-участниц — это машинное и транспортное оборудование. В России оно составляет 48,6% всего импорта, в ЮАР — 31%, Бразилии — 34%, Индии -21%, а в Китае — 34%.

Очевидно, что после присоединения с 1 января 2024 г. новых стран к БРИКС объем торговли возрастет и его доля в мировом товарообороте увеличится. На сегодняшний день на страны БРИКС приходится примерно 20% объемов мировой торговли. Это около 7,5 трлн долл. Предполагается, что внешнеторговый оборот стран БРИКС+ составит 10 трлн долл., доля торговли товарами составит 25% мировой торговли, торговля услугами — 15% (в настоящее время — 12%) [19].

Одной из ведущих статей товарооборота между странами БРИКС выступает сельскохозяйственная продукция. В 2022 г. валовая продукция сельского хозяйства пяти стран составила более 50% от общемирового объема.

Практически все виды продовольственных товаров производятся в данных странах — зерновые, мясо-молочные, фрукты и овощи, рыба, масличные и др. На них приходится 42% мирового урожая зерновых или 1,17 млрд т. При этом большая часть зерновых (94%) находит потребление в рамках этих же стран. Тем не менее в 2022 г. они импортировали с мирового рынка сельскохозяйственной продукции на сумму 320 млрд долл. [21]. Около 74% сельскохозяйственного импорта группы приходится на Китай, 12% — на Индию, 8% — Россию, 4% — Бразилию и 2% — Южную Африку. На взаимные поставки пришлось 23% всего импорта или 73 млрд долл. Ключевыми сельскохозяйственными товарами, импортируемыми странами БРИКС, являются соевые бобы, пальмовое масло, говядина, кукуруза, ягоды, пшеница, хлопок, домашняя птица, свинина, продукция птицеводства, абрикосы и персики, сорго, рис и сахар. Страны данного объединения выступают и как экспортеры продовольствия. Так, в экспорте Бразилии на продовольствие приходится 29%, России — 7%, Китая — 8%, ЮАР — 5%.

Особенно важным направлением взаимной торговли выступает торговля зерновыми. Данные страны занимают ведущее место в мире по производству зерновых, на них приходится более 40% мирового производства зерна. Как показывает статистика, на протяжении последних лет происходит постоянный рост зерновых во всех странах БРИКС (табл. 3) [17].

Согласно расчетам Союза экспортеров зерна, страны БРИКС к концу 2023 г. произвели 1,17 млрд т зерновых в год (42% мирового объема) и потребили 1,1 млрд т (40% мирового потребления). Несмотря на общий уровень достаточности данных товаров в целом, объем производства на душу населения в отдельных странах недостаточен. Так, по данным ФАО,

Таблица 1. Сальдо торгового баланса стран БРИКС, млрд долл.
Table 1. The trade balance of the BRICS countries, billion dollars

| Страны | Бразилия | Россия | Индия | Китай | ЮАР |
|----------|----------|--------|---------|---------|---------|
| Бразилия | - | +5,9 | +2,95 | - 29 | - 0,8 |
| Россия | -5,9 | - | - 38,75 | - 38 | - 0,264 |
| Индия | -2,7 | +37,7 | - | - 38,96 | +2,00 |
| Китай | +29 | +38 | - 77,12 | - | -10,4 |
| ЮАР | +0,8 | +0,264 | -2 | +10,4 | - |

Источник: рассчитано по <https://trendeconomy.ru/> URL: <https://trendeconomy.ru/> (дата обращения: 02.02.2024).

Таблица 2. Доля стран БРИКС в интеграционной торговле, %
Table 2. Share of BRICS countries in integration trade, %

| | Бразилия | Россия | Индия | Китай | ЮАР |
|-----------------------------|----------|--------|-------|-------|-----|
| Доля стран БРИКС в экспорте | 38,3 | 69 | 19 | 12 | 17 |
| Доля стран БРИКС в импорте | 37 | 47 | 37 | 15 | 38 |

Источник: рассчитано по SBS (sbs-consulting.ru). URL: <https://www.sbs-consulting.ru> (дата обращения: 02.02.2024).

Таблица 3. Производство зерновых в странах БРИКС, млн т
Table 3. Cereal production in BRICS countries, million tonnes

| Страны | 2000 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Бразилия | 45 | 87 | 98 | 98 | 103 | 82 | 115 | 100 | 117 | 118 | 116 | 135 |
| Россия | 65 | 71 | 92 | 105 | 105 | 121 | 136 | 113 | 121 | 134 | 121 | 154 |
| Индия | 186 | 239 | 246 | 235 | 235 | 252 | 260 | 263 | 274 | 285 | 288 | 315 |
| КНР | 405 | 567 | 587 | 596 | 618 | 617 | 615 | 610 | 614 | 617 | 633 | 685 |
| ЮАР | 14 | 14 | 14 | 17 | 12 | 10 | 19 | 15 | 13 | 18 | 19 | 16 |
| Итого | 715 | 978 | 1037 | 1051 | 1073 | 1082 | 1145 | 1101 | 1139 | 1172 | 1177 | 1305 |

Источник: BRICS Joint Statistical Publication-2022.pdf (rosstat.gov.ru).



производство зерна на душу населения в Индии в 2022 г. составило 187 кг на человека в год, что намного ниже уровня безопасности, установленного ФАО (400 кг на человека). Производство зерна на душу населения в ЮАР также находится ниже основного уровня. Поэтому необходимая потребность погашается за счет импорта зерна. Наибольшее значение в этом играют поставки зерна из России и Бразилии.

В то же время страны активно экспортируют отдельные виды зерновых. На них приходится порядка 25% мирового экспорта пшеницы, 40% риса и 6% кукурузы. В экспорте пшеницы лидером является Россия (ее доля составляет 22% мирового экспорта), затем Бразилия (1,3%). По экспорту риса лидирует Индия (33,6% от общего объема), 3% приходится на КНР, на Бразилию — 2,3%. Главным экспортером кукурузы в БРИКС является Бразилия с долей в 4,6% мирового экспорта, на Индию и ЮАР приходится по 0,3% соответственно. Основным поставщиком зерна выступает Россия, экспорт которой в 2023 г. составил 60 млн т, а в 2024 г. прогнозируется на уровне 65 млн т.

Предполагается, что за счет присоединения аграрных стран к БРИКС, потребности в целом могут быть покрыты за счет производства и соответственно импорта внутри данной организации. После расширения БРИКС с 1 января 2024 г. за счет новых стран производство зерна в объединении достигнет 1,24 млрд т в год (44% мирового), а потребление приблизится к 1,23 млрд т (44%) [3]. Аналогичная ситуация с пшеницей: производство составит 377 млн т (48%), потребление — 374 млн т (47%). Производство кукурузы достигнет 501 млн т, ее потребление — 484 млн т. Оба показателя составляют 40% от мирового объема [2]. Все это приведет к расширению товарооборота между странами и улучшению показателей торговых балансов в отдельных странах.

Проблемы и перспективы расширения торгово-экономических отношений стран БРИКС. Проблема, однако, заключается в том, что основная мировая торговля зерном происходит на американских биржах, валютой торгов выступает доллар, порядок торговли определяется правилами данных бирж, прежде всего Чикагской товарной биржей, зерновые индексы и соответственно ценообразование также находится под влиянием торгов на данной бирже. Страны БРИКС, являясь ключевыми участниками мирового рынка зерна, тем не менее не могут полноценно участвовать в формировании цены на такие важные для их продовольственной безопасности и экономики базовые сельхозпродукты, как пшеница, ячмень и кукуруза, поскольку мировые цены на них формируются в третьих странах [9]. Это осложняет расширение товаропотоков между странами БРИКС. В этой связи необходимо создать собственные ценовые индикаторы, инструменты хеджирования, а также информационные продукты для зернового рынка. Реализация вышеозначенных идей возможна только при условии развития биржевой торговли зерном, так как именно биржа выступает гарантом прозрачности процесса ценообразования на зерновые.

Решением выступает создание собственной торговой площадки — зерновой биржи БРИКС, а 5 марта 2024 г. Президент Российской Федерации В.В. Путин поддержал эту идею [2]. Организация биржи позволит решить, на наш взгляд,

несколько задач. Во-первых, проведение торгов на такой бирже странами БРИКС приведет к более четкому ценообразованию на товары данных стран; во-вторых, валютой торгов станет не доллар, а другая валюта — либо национальная, либо наднациональная; в-третьих, будет создана конкурентная среда для реализации зерновых другими странами-производителями.

Еще одной проблемой, сдерживающей торговлю между странами БРИКС, выступает валюта платежа. Дальнейшее развитие торговли между странами связано с расширением возможностей расчетов. Если ранее страны оплачивали импортируемые товары в долларах или евро, то в настоящий период ситуация изменилась. В результате введенных санкций оплата в долларах стала ограниченной и осуществляется с большими затратами. Национальные валюты могут лишь частично выполнять такую функцию. Причиной выступает несбалансированность взаимной торговли. Очевидно, что для платежей нужна альтернативная валюта [11]. В качестве таковой может выступать и одна из основных резервных валют, например, китайский юань, но нужна и наднациональная валюта. Последняя при этом могла бы выступать только как расчетная единица, выполняющая лишь функцию международного средства платежа. Примерами подобных расчетных единиц, известных в мировой практике, являются: экю, переводной рубль, СДР. Однако разработка и введение такой счетной единицы требуют времени, создания определенной инфраструктуры, единого клирингового центра. На данный момент проблема международных расчетов пока не нашла своего решения.

Определенным шагом в решении указанной выше проблемы явился Указ Президента Российской Федерации «О специальном порядке проведения расчетов по внешнеторговым контрактам на поставку российской сельскохозяйственной продукции» (2023 г.), предполагающий допуск импортеров на российские товарные биржи либо в форме участия в регулярных торгах, либо в форме специализированных закупочных аукционов, что позволит импортерам получить прямой и технологичный доступ

к уникальной базе поставщиков российской сельхозпродукции [9]. Оплата товаров будет осуществляться в рублях, для этого импортеры должны открыть в банках специальные рублевые счета типа «З» и специальные валютные счета типа «З». Подобная система позволит расширить товарооборот зерновыми. Но пока есть определенные трудности, связанные с формированием механизма рублевого фондирования операций импортеров из дружественных стран.

В настоящее время цифровизация охватила все аспекты экономической жизни, в том числе и валютные отношения. Сегодня в условиях расширения рынка криптовалют появляются предложения по их использованию в международных расчетах. Основная проблема при этом заключается в высокой волатильности таких валют. Решением могло бы стать создание стейблкоина, курс которого был бы фиксирован и обеспечен активами, например, золотом, платиной и палладием; такая стабилизированная криптовалюта могла бы стать валютой стран БРИКС [10].

В этой связи в качестве расчетного инструмента можно предложить токены, которые имеют, как правило, товарное обеспечение, обращаются на бирже и могут выступать в качестве средства платежа [15]. В настоящее время токены выпускаются уже во многих странах и, в частности, достаточно известны выпускаемые в Бразилии «зерновые» токены, способствующие привлечению средств фермерами. Подобные токены выпускаются в ЮАР и в России [8]. Поэтому «зерновые» токены могут применяться в расчетах не только между этими странами, но и другими странами БРИКС, а также основными партнерами России и ЮАР по агроэкспорту.

В соответствии с «Дорожной картой до 2025 года» по созданию и функционированию цифрового БРИКС-токена (рис.) в августе 2023 г. был выпущен BRICS Food Token (BFT), который может стать инструментом для расчетов между странами БРИКС по поставкам продуктов питания [7, 23]. Основой для реализации таких токенов выступает созданная платформа New Silk

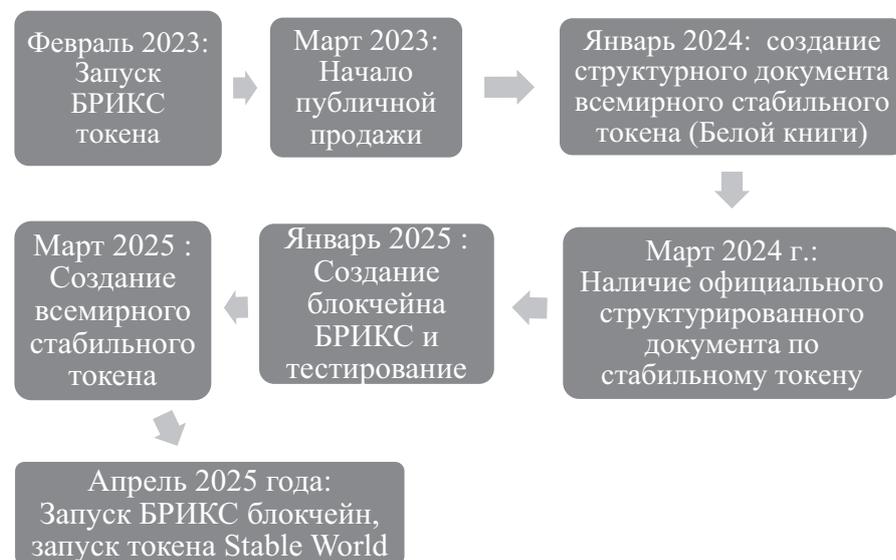


Рисунок. Стратегия развития и запуск токена
Figure. Development strategy and launch of the token



Road BRICS — торгово-логистическая площадка — на ней обращаются токены и криптовалюты. Данный токен, аналогично другим, выполняет следующие функции: средства платежа (могут быть использованы вместо аккредитива), быть залоговым средством (выступать в форме банковской гарантии). Оптовые покупатели продуктов питания могут приобрести у Цифрового Банка БРИКС токены BFT и рассчитываться ими с поставщиками, участниками проекта BRICS Food Token. Это позволит покупателям получать значительные скидки.

Однако применение токенов в международных расчетах имеет определенные трудности, связанные с ограниченным кругом контрагентов, обеспечением определенным продуктом и обращением на соответствующих рынках. Поэтому можно констатировать, что это — некая отраслевая валюта [8].

Но подобная система расчетов также имеет серьезные проблемы с конвертацией валют и соответственно может привести к росту цен на товары, спровоцировать снижение объемов торговли или привести к отказу от расчетов на этой основе. А это — достаточно весомый аргумент в пользу единой цифровой валюты БРИКС с применением опыта Бразилии, Китая и России в части создания цифровой национальной валюты [16].

Пока данный проект апробируется только на примере трех стран, и такая валюта последовательно будет использоваться всеми имеющимися и вновь принятыми странами БРИКС [14]. По прогнозам, «R5» (потенциальная коллективная валюта) полноценно начнет функционировать только к 2050 г.

Результаты исследования. Торгово-экономические отношения стран БРИКС имеют тенденцию к развитию. Присоединение новых членов способствует более серьезному росту национальных экономик стран, расширению товарооборота между ними, увеличению их доли в мировом хозяйстве. Особенно это касается производства зерновых культур, так как в основном присоединившиеся страны являются аграрными. В этой связи для более устойчивой торговли необходимо создание зерновой биржи БРИКС, которая станет дополнением к существующим зерновым биржам и позволит сформировать в дальнейшем независимую экосистему торговли зерном. Для стран БРИКС это очень важно, исходя из их роли на мировом рынке зерновых культур. Как отмечалось выше, на пять стран объединения приходится более 40% мирового урожая зерновых, из которых 94% потребляется самими странами, и эта доля имеет тенденцию к увеличению. В подобных условиях валюта платежа должна быть иной нежели доллар, а цена формироваться на основе спроса и предложения продовольственных товаров именно данных стран. Существующая же система ценообразования на зерно не устраивает не только страны БРИКС, но и других производителей зерновых. Кроме того, необходимо создавать при БРИКС экосистему независимых от доллара и евро страховщиков по зерновым поставкам, работать над более справедливой логистикой.

Расширение наложенных на Россию санкций, с одной стороны, способствует увеличению взаимной торговли, с другой стороны, требует новых подходов к формированию внешнеэкономических связей между странами. Еще одной

проблемой, с которой сталкиваются экспортеры и импортеры, выступают трудности в проведении платежей. Понимание необходимости в разработке наднациональной валюты приводит к появлению ряда проектов в этой сфере. Большинство проектов по внедрению межнациональной валюты в расчетах основывается в целом на единых принципах цифровых валют. Однако подходы достаточно различны. Единым выступает понимание необходимости такой валюты, исходя из трудностей при проведении расчетов и проблем развития торговли между странами БРИКС, ее цифровой характер, использование основ цифровых валют центральных банков, осуществление нескольких этапов по внедрению валюты, создание финансовой инфраструктуры и ее функционирования. Основные разногласия связаны с пониманием обеспеченности данной валюты — либо биржевые товары, либо золото, либо облигации Нового Банка развития (ранее известного как Новый Банк развития БРИКС). В первых двух случаях возникают проблемы волатильности валют. Золото уже было демонетизировано, и вновь опираться только на него не представляется возможным. Растущий товарооборот, а следовательно, и объем эмиссии, не в полной мере может быть покрыт золотым запасом. В этом случае, на наш взгляд, необходимо прибегнуть к дуальности обеспечения.

Еще одна проблема — это конвертация валют и использование одной валюты, либо корзины валют. В настоящее время используются только юаня в качестве резервной валюты БРИКС не встречает единого одобрения среди участвующих стран. Кроме того, это может привести к «юанизации» экономик, поэтому реальнее было бы использовать корзину валют.

На данный момент существует ряд причин, которые препятствуют созданию единой валюты.

Во-первых, геополитические факторы. Страны БРИКС самостоятельно определяют свои политические предпочтения и поэтому их экономическое сотрудничество часто зависит от этого фактора. Например, опасаясь вторичных санкций, страны осторожно пытаются развивать дальнейшее сотрудничество, особенно в финансовой сфере, при этом некоторые страны в большей степени ориентированы на сотрудничество с развитыми странами, нежели с членами БРИКС.

Во-вторых, недостаточная развитость самих финансовых систем указанных стран. Для введения наднациональной валюты, независимо в каком виде она будет внедрена, необходима развитая финансовая инфраструктура, включающая и национальные платежные системы, и банковскую сеть филиалов и представительств, а это требует достаточно больших капиталовложений, что не всем странам окажется под силу [18].

В-третьих, процесс расширения БРИКС. Если на данный момент очевидны различия в экономическом положении пяти стран, то с присоединением дополнительных государств этот фактор еще больше возрастет из-за проблем экономического и финансового характера, что потребует дополнительного периода их полноценного вхождения в интеграционный объединение.

На наш взгляд, создание сегодня единой валюты преждевременно. Актуальным видится

применение расчетной единицы, как таковой, на основе корзины валют. А пока необходимо расширить оплату национальными валютами посредством использования механизма конверсионной торговли, проведения расчетов через банки-корреспонденты, имеющие представительства или филиалы в странах-участниках. В рамках БРИКС будет выстраиваться независимая платежная система на базе блокчейна и цифровых валют.

Список источников

1. Анализ экономик стран БРИКС и их сотрудничества с Россией в части международной торговли. URL: <https://www.sbs-consulting.ru/upload/iblock/115/lz1x15dgmix0xp05nqnc38np0ivsrms.pdf?ysclid=lq569kdrqz537193755> (дата обращения: 03.01.2024).
2. Бизнес-сообщества стран БРИКС положительно оценили идею создания зерновой биржи. URL: <https://www.agroinvestor.ru/markets/news/41964-biznes-soobshchestva-stran-briks> (дата обращения: 06.03.2024).
3. БРИКС готова стать самодостаточным рынком зерна. URL: <https://www.finmarket.ru/main/article/6098046?ysclid=ltkxjxgn8922949614> (дата обращения: 10.03.2024).
4. Кузнецов А.В. Восточный вектор трансформации мировой валютной системы // Мировая экономика и международные отношения. 2023. Т. 67. № 64. С. 22-32. doi: 10.20542/0131-2227-2023-67-1-2-22-32
5. В Союзе экспортеров зерна заявили, что РФ создает новый контур международного агрорынка. URL: <https://www.interfax.ru/russia/915367> (дата обращения: 03.02.2024).
6. Васюков Е.А., Колесов В.П. Направления сотрудничества стран БРИКС в области валютных отношений: проблемы и перспективы // Финансы, деньги, инвестиции. 2023. № 1 (85). С. 3-9. doi: 10.36992/2222-0917_2023_1_3
7. Володина В.Н. Food token: новый цифровой актив стран БРИКС // Банковские услуги. 2023. № 12. С. 22-27. doi: 10.36992/2075-1915_2023_12_22
8. Володина В.Н., Рудакова О.С., Солдатова А.О., Стародубцева Е.Б. Дальнейший анализ формирования экосистемы «зерновых» токенов и возможность их оборота в некоторых странах ЕАЭС и БРИКС / от теории вопроса к практике применения // Международный сельскохозяйственный журнал. 2024. № 1 (397). С. 43-47. doi: 10.5186/25876740_2024_67_1_43. EDN BYIFXS
9. Глава Союза экспортеров: Достоверных ценовых индикаторов на рынке зерна РФ без развития биржевой торговли не будет // сайт interfax.ru. URL: <https://www.interfax.ru/interview/902228> (дата обращения: 13.03.2024).
10. Гусева И. Один «БРИКС» — сколько это будет в рублях? А в юанях? // Свободная пресса. 20.06.2023. URL: <https://svpressa.ru/economy/article/376982/> (дата обращения: 03.02.2024).
11. Дедолларизация: Бразилия предлагает ускорить процесс по созданию единой валюты БРИКС. URL: <https://topwar.ru/217681-dedollarizacija-braziliya-predlagayet-uskorit-process-po-sozdaniyu-edinoj-valjuty-briks.html> (дата обращения: 03.02.2024).
12. Катырин С. Объемы взаимной торговли продовольствием в рамках БРИКС динамично растут. URL: <https://news.tpprf.ru/news/5031430/> (дата обращения: 10.01.2024).
13. Леонова К.С. Торгово-экономическое сотрудничество БРИКС в условиях мировой экономической рецессии // Экономические отношения. 2020. Т. 10. № 2. С. 331-340.
14. Лисовик Я. Проект «P5» БРИКС: осуществим ли он? URL: <https://brics-plus-analytics.org> (дата обращения: 03.02.2024).



15. Попова Е.М., Степкина Ю.А., Соловьев Н.А. Трансграничные платежи в криптовалюте в современных условиях // *Финансы, деньги, инвестиции*. 2023. № 2 (86). С. 9-15.
16. Расчеты в цифровых валютах БРИКС. URL: <https://arb-cons.ru/articles/settlements%20in%20BRICS%20digital%20currencies/> (дата обращения: 03.02.2024).
17. Сенотрусова С.В., Свиных В.Г., Горчак М.О. Формирование российского агропродовольственного рынка злаков // *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2019. № 4. С. 21-24.
18. Что мешает созданию единой валюты БРИКС: мнение экспертов. URL: <https://finance.mail.ru/2023-08-22/chto-meshaet-sozdaniyu-edinoy-valyuty-briks-mnenie-ekspertov-57515137/> (дата обращения: 11.01.2024).
19. Шлюшенкова К.А. Потенциал и направления развития взаимной торговли стран БРИКС // *International Journal of Humanities and Natural Sciences*. 2023. Т. 6-4 (81). С. 23-32.
20. Ярыгина И.З. Механизмы финансового сотрудничества БРИКС в современных условиях // *Банковские услуги*. 2023. № 1. С. 2-8. doi: 10.36992/2075-1915_2023_1_2. EDN BQXLLJ
21. BRICS Joint Statistical Publication-2022. Available at: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/BRICS%20Joint%20Statistical%20Publication-2022> (accessed: 01.12.2023).
22. BRICS 2023. *Economic Bulletin*. Available at: https://cbr.ru/Collection/Collection/File/47728/BRICS_Bulletin_2023.pdf (accessed: 01.03.2024).
23. BRICS-TOKEN. Available at: https://brics-token.com/wp-content/uploads/2023/01/BRICS-TOKEN-PRESENTATION_fr_en.pdf (accessed: 01.03.2024).
24. Paulo Nogueira Batista JR (2023). Uma moeda BRICS? *Jornal do Brasil*. Available at: <https://jornalgn.com.br/brics/uma-moeda-brics-por-paulo-nogueira-batista-jr/> (accessed: 01.03.2023).
4. Kuznetsov, A.V. (2023). Vostochnyi vektor transformatsii mirovoi valyutnoy sistemy [Eastern vector of transformation of the world monetary system]. *Mirovaya ekonomika i mezhdunarodnye otnosheniya* [World economy and international relations], vol. 67, no. 64, pp. 22-32. doi: 10.20542/0131-2227-2023-67-1-2-22-32
5. V Soyuze ehksporterov zerna zavavili, chto RF sozdaet novyi kontur mezhdunarodnogo agrorynka [The Union of Grain Exporters stated that the Russian Federation is creating a new contour of the international agricultural market]. Available at: <https://www.interfax.ru/russia/915367> (accessed: 03.02.2024).
6. Vasyukov, E.A., Kolesov, V.P. (2023). Napravleniya sotrudnichestva stran BRICS v oblasti valyutnykh otnoshenii: problemy i perspektivy [Areas of cooperation between the BRICS countries in the field of monetary relations: problems and prospects]. *Finansy, den'gi, investitsii* [Finances, money, investments], no. 1 (85), pp. 3-9. doi: 10.36992/2222-0917_2023_1_3
7. Volodina, V.N. (2023). Food token: novyi tsifrovoy aktiv stran BRICS [Food token: a new digital asset of the BRICS countries]. *Bankovskie uslugi* [Banking services], no. 12, pp. 22-27. doi: 10.36992/2075-1915_2023_12_22
8. Volodina, V.N., Rudakova, O.S., Soldatova, A.O., Starodubtseva, E.B. (2024). Dal'neishii analiz formirovaniya ehkositemy «zernovykh» tokenov i vozmozhnost' ikh oborota v nekotorykh stranakh EAEHS i BRICS / ot teorii voprosa k praktike primeneniya [Further analysis of the formation of the ecosystem of "grain" tokens and the possibility of their circulation in some countries of the EAEU and BRICS / from the theory of the issue to the practice of application]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaystvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 1 (397), pp. 43-47. doi: 10.55186/25876740_2024_67_1_43. EDN BYFYSX
9. Glava Soyuzha ehksporterov: Dostovernyykh tsenovykh indikatorov na rynke zerna RF bez razvitiya birzhevoi trgovli ne budet [Head of the Union of Exporters: There will be no reliable price indicators on the Russian grain market without the development of exchange trading]. Available at: <https://www.interfax.ru/interview/902228> (accessed: 13.03.2024).
10. Guseva, I. (2023). Odin «BRICS» — skol'ko eto budet v rublyakh? A v yuanyakh? [One "BRICS" — how much will it be in rubles? And in yuan?]. *Svobodnaya pressa*. Available at: <https://svpressa.ru/economy/article/376982/> (accessed: 03.02.2024).
11. Dedollarizatsiya: Braziliya predlagaet uskorit' process po sozdaniyu edinoy valyuty BRICS [De-dollarization: Brazil proposes to speed up the process of creating a single BRICS currency]. Available at: <https://topwar.ru/217681-dedollarizatsiya-braziliya-predlagaet-uskorit-process-po-sozdaniyu-edinoy-valyuty-briks.html> (accessed: 03.02.2024).
12. Katyryn, S. Ob'emy vzaimnoi trgovli prodovol'stviem v ramkakh BRICS dinamichno rastut [The volume of mutual food trade within BRICS is growing dynamically]. Available at: <https://news.tpprf.ru/news/5031430/> (accessed: 10.01.2024).
13. Leonova, K.S. (2020). Torgovo-ehkonomicheskoe sotrudnichestvo BRICS v usloviyakh mirovoi ehkonomicheskoi retsessii [BRICS trade and economic cooperation in the context of the global economic recession]. *Ehkonomicheskie otnosheniya* [Economic relations], vol. 10, no. 2, pp. 331-340.
14. Lisovolik, Ya. Proekt «R5» BRICS: osushchestvim li on? [The BRICS R5 project: is it feasible?]. Available at: <https://brics-plus-analytics.org> (accessed: 03.02.2024).
15. Popova, E.M., Stepinkina, Yu.A., Solov'ev, N.A. (2023). Transgranichnye platizhi v kriptovalyute v sovremennykh usloviyakh [Cross-border payments in cryptocurrency in modern conditions]. *Finansy, den'gi, investitsii* [Finances, money, investments], no. 2 (86), pp. 9-15.
16. Raschety v tsifrovyykh valyutakh BRICS [Settlements in BRICS digital currencies]. Available at: <https://arb-cons.ru/articles/settlements%20in%20BRICS%20digital%20currencies/> (accessed: 03.02.2024).
17. Senotrusova, S.V., Svinukhov, V.G., Gorchak, M.O. (2019). Formirovanie rossiiskogo agroprodovol'stvennogo rynka zlakov [Formation of the Russian agro-food market of cereals]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaystvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 4, pp. 21-24.
18. Chto meshaet sozdaniyu edinoy valyuty BRICS: mnenie ehkspertov [What prevents the creation of the BRICS currency: expert opinion]. Available at: <https://finance.mail.ru/2023-08-22/chto-meshaet-sozdaniyu-edinoy-valyuty-brics-mnenie-ekspertov-57515137/> (accessed: 11.01.2024).
19. Shlyushenkova, K.A. (2023). Potentsial i napravleniya razvitiya vzaimnoi trgovli stran BRICS [Potential and directions for the development of mutual trade of the BRICS countries]. *International Journal of Humanities and Natural Sciences*, vol. 6-4 (81), pp. 23-32.
20. Yarygina, I.Z. (2023). Mekhanizmy finansovogo sotrudnichestva BRICS v sovremennykh usloviyakh [Mechanisms of BRICS financial cooperation in the current environment]. *Bankovskie uslugi* [Banking services], no. 1, pp. 2-8. doi: 10.36992/2075-1915_2023_1_2. EDN BQXLLJ
21. BRICS Joint Statistical Publication-2022. Available at: <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/BRICS%20Joint%20Statistical%20Publication-2022> (accessed: 01.12.2023).
22. BRICS 2023. *Economic Bulletin*. Available at: https://cbr.ru/Collection/Collection/File/47728/BRICS_Bulletin_2023.pdf (accessed: 01.03.2024).
23. BRICS-TOKEN. Available at: https://brics-token.com/wp-content/uploads/2023/01/BRICS-TOKEN-PRESENTATION_fr_en.pdf (accessed: 01.03.2024).
24. Paulo Nogueira Batista JR (2023). Uma moeda BRICS? *Jornal do Brasil*. Available at: <https://jornalgn.com.br/brics/uma-moeda-brics-por-paulo-nogueira-batista-jr/> (accessed: 01.03.2023).

References

Информация об авторах:

Стародубцева Елена Борисовна, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры мировой экономики и мировых финансов, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8638-0854>, evdokija59@mail.ru
Володина Валерия Николаевна, генеральный директор ООО «Фининформсервис НИКА», nikainform@mail.ru
Медведева Марина Борисовна, кандидат экономических наук, профессор кафедры мировой экономики и мировых финансов, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, ORCID: <http://orcid.org/0000-001-7028-9602>, mbmedvedeva@fa.ru

Information about the authors:

Elena B. Starodubtseva, doctor of economic sciences, professor, professor of the department of world economy and global finance, Financial University under the Government of the Russian Federation, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8638-0854>, evdokija59@mail.ru
Valeria N. Volodina, general director of Fininformservice NIKА LLC, nikainform@mail.ru
Marina B. Medvedeva, candidate of economic sciences, professor of the department of world economy and global finance, Financial University under the Government of the Russian Federation, ORCID: <http://orcid.org/0000-001-7028-9602>, mbmedvedeva@fa.ru





ПРИОРИТЕТЫ АГРАРНОЙ ПОЛИТИКИ США ПО ПОДДЕРЖКЕ СЕЛЬХОЗПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ И ОБЕСПЕЧЕНИЮ ДОМИНИРОВАНИЯ НА МИРОВОМ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОМ РЫНКЕ

Л.Г. Чувакина

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, Москва, Россия

Аннотация. В статье рассмотрены инструменты и методы государственной поддержки сельхозпроизводителей в США. Подчеркнута важность политики обеспечения фермерских доходов через прямое бюджетное субсидирование, льготное кредитование, субсидированное страхование. Проанализированы программы государственной поддержки фермеров. Раскрыта институциональная и правовая основа государственного регулирования сельского хозяйства. Особое внимание уделено финансированию энергетических программ, направленных на стимулирование энергоэффективности фермерских хозяйств, развитие альтернативных технологий получения энергии, реализации экологически чистых проектов, что позволит сделать более конкурентоспособными американских сельхозпроизводителей. Рассмотрены вопросы, раскрывающие государственную политику и меры по поддержке экспорта. Раскрыты приоритеты американской стратегии внешнеэкономической экспансии путем ограничения доступа агропродовольственных товаров стран-конкурентов на мировые сельскохозяйственные рынки. Делается вывод о необходимости принятия мер по противодействию американской политике «скрытых» санкций в отношении агропродовольственного сектора России, попыткам не допустить российские агропродовольственные товары на рынки стран Африки и Азии, нуждающихся в качественных продуктах питания в условиях усиления продовольственного кризиса и роста числа голодающих в мире.

Ключевые слова: продовольственная безопасность, государственное регулирование, фермерские хозяйства, сельскохозяйственные цены, экспансия экспорта, «скрытые» санкции

Original article

PRIORITIES OF US AGRICULTURAL POLICY TO SUPPORT AGRICULTURAL PRODUCERS AND ENSURE DOMINANCE IN THE GLOBAL FOOD MARKET

L.G. Chuvakhina

Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia

Abstract. This article deals with the tools and methods of government support for agricultural producers in the United States. The importance of the policy of ensuring farm incomes through direct budget subsidies, preferential lending, and subsidized insurance is emphasized. State support programs for farmers are analyzed. The institutional and legal basis of state regulation of agriculture is revealed. Particular attention is paid to financing energy programs aimed at stimulating the energy efficiency of farms, the development of alternative energy technologies, and the implementation of environmentally friendly projects, which will make American agricultural producers more competitive. Issues that reveal government policy and measures to support exports are considered. The priorities of the American strategy of foreign economic expansion by limiting the access of agri-food products of competing countries to world agricultural markets are revealed. It is concluded that it is necessary to take measures to counter the American policy of “hidden” sanctions against the Russian agri-food sector, attempts to prevent Russian agri-food products from entering the markets of African and Asian countries that need quality food products in the context of an intensifying food crisis and a growing number of hungry people in the world.

Keywords: food security, government regulation, farms, agricultural prices, export expansion, “hidden” sanctions

Введение. В условиях постоянно происходящих изменений на мировом продовольственном рынке и экономической турбулентности, вызванной последствиями пандемии и современной геополитической ситуацией, роль государства в поддержке и стимулировании производителей сельхозпродукции становится все более актуальной. Государственное регулирование доминирует в аграрном секторе США. Рынок призван лишь стимулировать повышение эффективности сельскохозяйственного производства. Это означает необходимость выделения значительных средств из бюджета на поддержку отрасли и обеспечение продовольственной безопасности даже при благоприятной рыночной конъюнктуре. Для поддержки аграрного сектора и стимулирования его развития в США действует целый ряд государственных программ. В качестве приоритетных направлений аграрной политики определены: поддержка сельскохозяйственного производства и рынка сбыта агропродовольственной продукции; расширение участия государства в кредитовании сельхозпроизводителей; экспансия экспорта. Государство оказывает помощь производителям агропродовольственной продукции при возникновении

чрезвычайных ситуаций природного, экологического, социально-политического характера. Будучи одним из ведущих производителей агропродовольственной продукции, США стремятся не только обеспечивать продовольствием собственное население, но и активно участвовать в формировании мировых аграрных тенденций, исходя исключительно из национальных интересов, для достижения доминирования на мировом продовольственном рынке с использованием инструментов аграрного протекционизма и скрытого санкционного давления, как это имеет место в отношении России.

Цель исследования заключается в выявлении наиболее значимых инструментов и методов государственной поддержки американских сельскохозяйственных производителей и стратегических приоритетов аграрной политики США по доминированию на мировом продовольственном рынке. Для достижения цели поставлены и решены следующие **задачи:**

– проведена оценка степени и значимости государственного регулирования аграрного сектора США в поддержке сельхозпроизводителей и обеспечении продовольственной безопасности;

– определены приоритетные меры государственной поддержки сельхозпроизводителей;

– исследованы вводимые США «скрытые» санкции в отношении агропродовольственного сектора России в целях ограничения российского экспорта.

Объектом исследования являются приоритетные направления аграрной политики США по поддержке сельхозпроизводителей и доминированию на мировом продовольственном рынке.

Предметом исследования являются основные инструменты и методы воздействия государства на развитие аграрного сектора страны и обеспечение экспортной экспансии.

Методологической базой исследования являются методы контекстного и логического анализа, методы сравнения и обобщения.

Результаты исследования. В США разработан экономический механизм государственного регулирования сельского хозяйства на федеральном уровне. Решающая роль в осуществлении государственного регулирования принадлежит Конгрессу США, определяющему формы, методы, направления государственного



регулирования через принятие законопроектов, в подготовке которых участвуют постоянно действующие комиссии его обеих палат. Принятие Конгрессом сельскохозяйственных актов сопровождается публичным обсуждением, в котором принимают участие государственные служащие, представители крупного агробизнеса и фермерских хозяйств, ученые. Конгресс регулирует деятельность Министерства сельского хозяйства (USDA), утверждает его бюджет с разбивкой по ведомствам и программам. В 2023 г. Министерство сельского хозяйства получило от Конгресса бюджетные средства в размере 475 млрд долл. или порядка 4% от всего федерального бюджета США [1].

Аграрный сектор США встроен в систему государственного регулирования национальной экономики с 1930-х годов. До этого государственное вмешательство в сельское хозяйство носило фрагментарный характер. В период Великой депрессии президентом США Ф. Рузвельтом был принят пакет антикризисных мер, затронувший и сельское хозяйство в связи с разразившимся аграрным кризисом. Была принята новая аграрная программа правительства, изложенная в положениях федерального Закона о регулировании сельского хозяйства (Agricultural Adjustment Act) от 12 мая 1933 г., ставшего первым «фермерским биллем» [2]. В последующие годы «фермерские билли» периодически принимались, как правило, раз в пять лет. Последний «фермерский билль» или Закон «Об улучшении сельского хозяйства» (Agriculture Improvement Act of 2018) был принят в декабре 2018 г. со сроком действия до 2023 г., а отдельных положений — до 2028 г. В ноябре 2023 г. действие Закона было продлено до конца 2024 г. [3]. В тексте «фермерских биллей» отсутствуют целевые индикаторы, но четко определены основные направления аграрной политики страны как гаранты стабильности национального агропродовольственного комплекса. На уровне штатов также принимаются сельскохозяйственные акты, однако они отводятся вспомогательная роль, поскольку они закладывают правовую основу для решения вопросов регионального и местного характера.

В законодательном акте 1933 г. были заложены основные принципы и формы государственного регулирования сельского хозяйства, действующие и в настоящее время. В качестве наиболее важных положений были определены: достижение стабилизации рыночных цен на сельскохозяйственную продукцию через их регулирование; поддержка доходов фермеров; уменьшение и рефинансирование фермерской задолженности; развитие системы фермерского кредита; предоставление компенсации фермерам, сокращающим посевные площади. Закон о сельском хозяйстве 1933 г. предоставил правительству возможность скупать у фермеров излишки зерна для продажи на случай плохой погоды или других форсмажорных обстоятельств. В целях поддержки фермеров было принято решение о создании сбытовых кооперативов для реализации сельскохозяйственных товаров. Принятый в 1938 г. Закон о регулировании сельского хозяйства (Agricultural Adjustment Act of 1938) усилил государственный контроль за поступлением на рынок основных сельскохозяйственных продуктов [4]. Было решено отказаться от уничтожения «излишков» продукции в пользу их хранения и перейти к политике выплат фермерам денежных средств в счет еще не реализованного урожая в целях поддержания цен на сельскохозяйственные продукты.

Принятие в июле 1954 г. Закона о развитии торговли сельскохозяйственными товарами и помощи, известного как Закон 480 (P.L. 480),

создало правовую основу для экспортной экспансии, субсидируемой за счет бюджета. Согласно Закону 480, со второй половины 1950-х годов действуют программы международной гуманитарной продовольственной помощи, предполагающие поставку в развивающиеся страны американской сельскохозяйственной продукции [5]. В целях расширения экспорта в принятом Законе 480 оговорены условия, при которых развивающимся странам предоставлялась возможность получения льготного долгосрочного кредитования для приобретения американской сельскохозяйственной продукции, а также возможность осуществления оплаты поставляемой продукции в национальной валюте.

Особую остроту экспортная проблема приобрела в начале 1980-х годов. Переход в 1981 г. к политике удорожания доллара усугубил проблемы с экспортом продукции сельского хозяйства на фоне сокращения мирового спроса из-за переживаемых странами-импортерами валютных трудностей, роста производства в европейских странах, укрепления позиций конкурентов-экспортеров, что привело к сокращению доходов американских фермеров. Дороговизна и ограниченность кредита усугубили положение и поставили сельское хозяйство США в ситуацию финансового кризиса. Многие фермерские хозяйства оказались закредитованными, уровень их задолженности во многих случаях превысил опасный порог (долг в размере 40% от стоимости капитала). Начались банкротства. Большинство мелких семейных ферм были ликвидированы. Оставшиеся превратились в подсобные хозяйства для своих владельцев. Средние фермы переживали серьезный кризис, не могли обеспечить прожиточного минимума владельцам в силу нерентабельности производства. Рентабельными оставались только крупные хозяйства, впоследствии превратившиеся в агропродовольственные объединения с участием промышленного капитала.

В условиях перепроизводства сельскохозяйственной продукции и невысокого мирового спроса в США, в соответствии с принятым в 1985 г. Актом о продовольственном обеспечении, была начата масштабная программа по выводу земель из оборота, в результате принятия которой уже в начале 1990-х годов около 15 млн га высокоэродированных земель оказались законсервированными. В 1990 г. было начато осуществление программы создания резерва заболоченных территорий, что означало отказ на период действия программы от производственного использования заболоченных земель. Политика консервации земель не только ограничила перепроизводство сельхозпродукции, но и увеличила потенциал аграрного сектора в последующие годы.

Обеспечение доходов для нормального экономического функционирования сельскохозяйственных производителей рассматривается в качестве главной функции аграрной политики США. Инструментом государственной поддержки являются реализуемые Министерством сельского хозяйства США программы, по которым фермерам предоставляют гранты на решение проблем сбыта выращенной ими продукции, оказывают техническую помощь в строительстве и ремонте объектов инфраструктуры, финансируют обучение, проведение научных исследований. Министерство сельского хозяйства США (USDA) осуществляет более 60 программ помощи фермерам.

Американские фермерские хозяйства получают выплаты от государства с целью компенсации возможных потерь, связанных с колебаниями цен, неблагоприятными климатическими

изменениями и другими факторами, негативно влияющими на доходы сельхозпроизводителей. Фермерские субсидии, ориентированные на стабилизацию цен, включают в себя программы государственных закупок для поддержки цен на определенные виды сельскохозяйственной продукции. Основная часть прямых платежей сельхозпроизводителям была отменена в ходе проведенной в 2014 г. реформы аграрной политики. Так, были прекращены государственные выплаты за объем используемых посевных площадей. Финансовая поддержка предоставляется фермерам в случае снижения доходов через Программу покрытия рисков в сельском хозяйстве (Agriculture Risk Coverage, ARC), принятую в 2014 г., и Программу покрытия ценовых потерь (Price Loss Coverage, PLC), принятую в 2018 г. [6].

Приоритетным направлением субсидирования сельского хозяйства является страхование урожая сельскохозяйственных культур, осуществляемое Федеральной корпорацией по страхованию сельскохозяйственных культур (Federal Crop Insurance Corporation — FCIC) [7]. Страхование урожая осуществляется через коммерческие страховые компании, которые гарантируют выплату премии страхователям. Несмотря на то, что страховой продукт продается и обслуживается коммерческими страховыми компаниями, условия и тарифы агрострахования контролируются государственными структурами. Страховые продукты разрабатывает Агентство по управлению рисками (Risk Management Agency — RMA), созданное при Министерстве сельского хозяйства США [8]. Оно же контролирует деятельность FCIC. Правительство субсидирует порядка 60% страховых взносов. Субсидированное страхование распространяется более чем на сто сельскохозяйственных культур. Фермеры, пользующиеся программой страхования, делают расходы на страхование с правительственными структурами, что помогает сделать страхование более доступным для сельскохозяйственных производителей. Фермер должен уплатить только свою часть суммы премии.

В США для поддержания доходов фермерам, которые не могут взять кредиты на общих основаниях в коммерческих банках, предоставляются льготные кредиты через государственные программы, нацеленные на обеспечение финансовой устойчивости сельскохозяйственных предприятий. Основными получателями кредитов являются владельцы небольших фермерских хозяйств, испытывающих затруднения с обеспечением залога. Фермеры используют кредиты для оплаты операционных расходов, сельскохозяйственной техники, удобрений. Министерство сельского хозяйства предлагает программы кредитования для развития сельских районов, включая кредиты на приобретение сельскохозяйственных земель, хозяйственных построек. Наряду с Министерством сельского хозяйства, кредиты сельхозпроизводителям предоставляет Товарная кредитная корпорация (Commodity Credit Corporation, CCC), являющаяся одним из наиболее важных звеньев в институциональной системе государственного регулирования сельского хозяйства и агробизнеса, председателем совета директоров которой является министр сельского хозяйства США [9]. Товарная кредитная корпорация осуществляет кредитование фермеров в момент сбора урожая в целях удержания их от выхода на рынок в период самых низких цен, тем самым поддерживая уровень рыночных цен внутри страны на достаточно высоком уровне. Товарная кредитная корпорация предоставляет гарантированные кредиты для сезонного финансирования, кредиты на временное хранение сельскохозяйственной



продукции. Важную роль в системе кредитования играет Фермерская кредитная система (ФКС) (Farm Credit System — FCS), включающая кооперативные кредитные организации, выдающие сельхозпроизводителям кредиты под низкие процентные ставки [10]. Деятельность кооперативных кредитных организаций не подвержена налогообложению. Они платят только налог на недвижимость на общих основаниях. Хотя ФКС является частной структурой, ее деятельность регулируется Министерством сельского хозяйства США.

Государство выделяет денежные средства на реализацию энергетических программ, направленных на стимулирование энергоэффективности фермерских хозяйств и развитие альтернативных технологий получения энергии. Обязательное финансирование энергетических программ на пятилетний период, согласно Закону 2014 г., составило 685 млн долл. Законом 2018 г. финансирование было сокращено до 375 млн долл., тогда как в целом на поддержку аграрного сектора на период до конца 2023 г. было выделено 428 млрд долл. США [11]. Это означает, что ежегодно фермеры и в целом аграрная отрасль могут рассчитывать на государственную поддержку в пределах порядка 85 млрд долл. США. Принятый в США в июле 2022 г. и вступивший в силу с начала января 2023 г. Закон о сокращении инфляции (Inflation Reduction Act, IRA), где климатической повестке уделено не меньшее внимание, чем вопросам снижения бюджетного дефицита и уровня инфляции, выдвинул в качестве одной из главных целей — стимулирование ускоренного развития чистой энергетики, альтернативных технологий получения энергии [12]. Закон делает упор на предоставление значительных государственных субсидий предприятиям, производящим товары с использованием «зеленых» технологий, что касается и агропродовольственной сферы. IRA учредил программу «Фонд сокращения выбросов парниковых газов», которая призвана предоставлять гранты на конкурсной основе для привлечения частного капитала для финансирования экологически чистых проектов, быстрого внедрения технологий с низким или нулевым уровнем выбросов парниковых газов. Финансирование экологически чистых проектов позволит сделать американских сельхозпроизводителей более конкурентоспособными, учитывая, что углеродоемкость американской экономики в среднем почти на 50% меньше углеродоемкости торговых партнеров США. Углеродное преимущество аграрного сектора США выше, чем у Китая, России, ЕС, Канады, Бразилии [13]. В Законе делается упор на выделение денежных средств на восстановление сельскохозяйственных земель.

Американским фермерам оказывается помощь при «чрезвычайных ситуациях», к которым относят не только события природного характера, но и события, вызванные геополитическими факторами. Речь идет о введении ограничений на закупки американской агропродовольственной продукции зарубежными потребителями. Так, из-за «торговой войны» между США и Китаем поставки продовольствия в Китай сократились. Для компенсации потерь фермеров в июле 2018 г. была принята специальная «Программа помощи рынку» (Market Facilitation Program) и предусмотрены компенсирующие выплаты в размере 12 млрд долл. [14]. Правила Всемирной торговой организации (ВТО) позволяют развитым странам, в том числе США, субсидировать до 5% от стоимости общего объема сельскохозяйственного производства.

В сложной ситуации оказались фермеры в период коронавирусной пандемии. В 2020 г.

в апреле было объявлено о предоставлении агропродовольственному комплексу США в рамках Программы его поддержки в период пандемии коронавируса (Coronavirus Food Assistance Program, CFAP) 19 млрд долл. [15]. Принятые государством меры позволили достаточно быстро нейтрализовать шок, с которым столкнулись фермерские хозяйства. Программа предусматривала, во-первых — оказание прямой поддержки фермерам, во-вторых — стабилизацию рынка сельхозпродукции. В сентябре 2020 г. Программа поддержки агропродовольственного комплекса была пролонгирована. Дополнительно было предоставлено фермерам 14 млрд долл. из средств Товарной кредитной корпорации. В 2021 г. Министерство сельского хозяйства США компенсировало сельхозхозяйственным работникам издержки, вызванные пандемией в размере 600 млн долл. США. Средства, в первую очередь, были направлены на соблюдение карантина и прохождение тестов на коронавирус, на средства индивидуальной защиты. Выделенные средства были распределены в качестве грантов между администрациями штатов, руководителями местных органов самоуправления и некоммерческими организациями [16]. К началу 2023 г. США почти полностью преодолели последствия коронавирусной пандемии, однако понимание того, что локальные вспышки еще возможны, заставили подойти к сотрудничеству в сфере здравоохранения осмысленно. Сферу лекарственных препаратов и медицинского оборудования не затронули санкции, вводимые США на различные виды продукции зарубежных стран и, прежде всего, России.

Переход в 2022 г. к политике удорожания доллара на фоне повышения ключевой ставки Федеральной резервной системы (ФРС) США с 0-0,25 до 5,25-5,5% в мае 2024 г. усугубил проблемы с экспортом продукции сельхозпроизводителей в условиях сокращения мирового спроса из-за роста цен на агропродовольственные товары, что привело к сокращению доходов американских фермеров.

Стремление поддержать доходы американских сельхозпроизводителей, обеспечить их необходимым посевным материалом, неорганическими удобрениями, а также сдержать рост мировых цен на сельскохозяйственную продукцию, учитывая зависимость национального аграрного сектора от общемировых тенденций в ценообразовании, объясняет позицию США, отказавшись от введения прямых секторальных санкций в отношении агропродовольственных товаров и удобрений из России. Из-за значительного роста цен на продукты питания в США продовольственная инфляция в реальном выражении опережала общую инфляцию в стране. Антироссийские амбиции США сдерживались возможностью введения Россией в качестве ответных мер запрета на поставки неорганических удобрений в США, нехватка которых весьма чувствительна для американского аграрного сектора. Более того, в июне 2022 г. США призвали национальные транспортные и сельскохозяйственные компании закупать больше удобрений в России, поскольку сокращение их поставок на американский рынок в 2022 г. сказалось на положении фермеров, столкнувшихся с нехваткой неорганических удобрений и высокими ценами на топливо. Отказ от российских удобрений мог сказаться на урожайности культур и привести к разорению многих фермерских хозяйств, учитывая, что Россия является вторым после Китая производителем удобрений и крупнейшим мировым экспортером с долей в 16%. Несмотря на то, что США являются крупным производителем и экспортером удобрений, американские

компании не могут полностью удовлетворить спрос национальных сельхозпроизводителей. В США 6% потребляемых в стране калийных удобрений, 20% диаммонийфосфатных, 13% карбидных удобрений поступает по импорту из России [17]. Доходы России от экспорта удобрений на мировой рынок увеличились в 2022 г. на 70% против 2021 г. [18]. Таким образом, обладание неорганическими удобрениями дает возможность России использовать их в качестве стратегического рычага глобального влияния на конъюнктуру мировых рынков сельскохозяйственной продукции.

Стремясь ограничить влияние России на мировые рынки продовольствия, США используют скрытые ограничения, затрагивающие проблемы транспортировки аграрной продукции. Результатом политики США является нежелание многих международных логистических компаний работать с российскими экспортными компаниями. Проблемы с логистикой затрудняют поставки на экспорт излишков зерна. Нереализованные объемы требуют обеспечения сохранности зерновых масс, что предполагает дополнительные затраты. При сохранении медленных темпов отгрузки на экспорт могут остаться нереализованными миллионы тонн зерна, что означает недополучение российскими аграриями значительных денежных средств. Таким образом, из-за логистических проблем, как результат скрытых американских ограничений, мировые импортеры зерна испытывают трудности в приобретении российской продукции. Действия США по подрыву цепочек поставок направлены на передел глобального агропродовольственного рынка, ослабление торгово-экономического взаимодействия России с зарубежными партнерами. После приостановки экспорта пшеницы, ячменя и кукурузы из России в первой половине 2022 г., контролирующей одну треть мирового зернового рынка, резко выросли мировые цены на зерно. Цена на пшеницу на европейском рынке в июне 2022 г. достигла рекордной отметки в 435 евро за тонну [19]. Разразившийся зерновой кризис привел к тому, что в декабре 2023 г. число голодающих в мире возросло до 280 млн человек. Серьезный недостаток в продовольствии испытывали наименее развитые страны Африки и Азии. Негативный эффект усиливался за счет нестабильного положения на мировом рынке неорганических удобрений, превышения спроса над предложением, что создавало условия для возникновения кризисной ситуации на рынке продовольствия. Только за первые полгода 2022 г. экспорт удобрений из России сократился на одну четверть по сравнению с аналогичным периодом предыдущего года. Понимание невозможности преодолеть мировой продовольственный кризис без российско-го зерна и удобрений делает нецелесообразной международную изоляцию России, поскольку найти полноценную замену российской продукции на мировом рынке не так просто, учитывая недостаточную устойчивость глобальной продовольственной системы. Россия фактически контролирует почти треть мирового экспорта пшеницы, значительные объемы поставок ячменя и других зерновых культур. В 2022-2023 гг. положение России на мировом рынке зерна было более стабильным, чем других стран-экспортеров. Из-за природно-климатических условий США, Канада, Франция и Индия сократили объемы своего зернового экспорта. В 2023 г. плохие погодные условия нанесли ущерб аграрному сектору США в размере более 1 млрд долл.

Несмотря на существующие проблемы, США не отказываются от намерения снизить зависимость мирового продовольственного рынка от



российских агропродовольственных товаров. В декабре 2023 г. США ввели запрет на импорт из России лосося, трески, минтая и краба. В январе 2024 г. Палата представителей Конгресса США приняла Законопроект «О снижении зависимости от российской сельхозпродукции» (No Russian Agricultural Act), обязывающий Министерство финансов поддерживать выделение средств национальными и международными финансовыми институтами для инвестирования в проекты, снижающие зависимость от российской агропродовольственной продукции [20]. Речь идет, прежде всего, о российском зерне и удобрениях и касается не только их потребления в США, но и в других странах. Между тем добиться быстрого увеличения производства зерна непросто. Даже значительное расширение посевных площадей не компенсирует тот огромный объем сельскохозяйственной продукции, который в настоящее время находится под прямым или косвенным контролем России.

Принятие законопроекта No Russian Agricultural Act в краткосрочной перспективе не создаст серьезных проблем, поскольку его вступление в силу не означает возможность формального запрета на импорт российской сельхозпродукции в мире. Однако неформально США могут ввести запрет или скрытые ограничения на импорт российской сельхозпродукции и будут делать все, чтобы к нему подключились другие страны, обещая им при отказе от российской продукции предоставлять американские товары на особых условиях. США всегда уделяли достаточно внимания продвижению своей продукции на мировой рынок, используя кредитные программы, программы поставок агропродовольственной продукции для других стран. Принимая данный законопроект, США нацелены выместить Россию с рынков развивающихся стран Африки и Азии и закрепить позиции на этих рынках американских сельхозпроизводителей.

Аналитические итоги. В условиях растущей нехватки продовольствия в мире принципиально важным становится увеличение сельскохозяйственного производства и расширение экспортных поставок агропродовольственных товаров странами-производителями на мировой продовольственный рынок. В этих условиях обостряется конкурентная борьба между Россией и США за рынки сбыта сельхозпродукции. При этом США, стремясь ограничить экспорт российского зерна, растительного масла в страны Африки и Азии, и одновременно, предоставляя особые преференциальные условия для реализации продукции американских сельхозпроизводителей, рассматривают в качестве эффективного средства ослабления позиции России на мировом продовольственном рынке «неформальный запрет» российского импорта с использованием политических и экономических инструментов давления на торговых партнеров, что создает риски сокращения российского экспорта. В качестве меры противодействия политике США можно рассматривать предоставление иностранным государствам кредитов под закупки российской агропродовольственной продукции.

Информация об авторе:

Чувахина Лариса Германовна, доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры мировой экономики и мировых финансов, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8283-4372>, Scopus ID: 57200545335, Researcher ID: AAB-8601-2022, l-econom@mail.ru

Information about the author:

Larisa G. Chuvakhina, doctor of economic sciences, associate professor, professor of the department of world economics and world finance, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8283-4372>, Scopus ID: 57200545335, Researcher ID: AAB-8601-2022, l-econom@mail.ru

Список источников

1. Department of Agriculture (USDA). Available at: <https://www.usaspending.gov/agency/department-of-agriculture?fy=2023> (accessed: 10.05.2024).
2. Agriculture Adjustment Act of 1933. Available at: <https://fraser.stlouisfed.org/archival/1341/item/457089> (accessed: 09.04.2024).
3. Agriculture Improvement Act of 2018. Public Law 115-334. Dec. 20, 2018. Available at: https://www.congress.gov/bill/115th-congress/house_bill/2/text/pl?overview=closed (accessed: 09.04.2024).
4. Agricultural Adjustment Act of 1938. Available at: https://ballotpedia.org/Agricultural_Adjustment_Act_of_1938 (accessed: 09.04.2024).
5. USAID and PL-480, 1961-1969. Available at: <https://history.state.gov/milestones/1961-1968/pl-480> (accessed: 10.05.2024).
6. USDA. ARC/PLC Program. Available at: https://www.fsa.usda.gov/programs-and-services/arcplc_program/index (accessed: 10.05.2024).
7. USDA. FCIC Federal Crop Insurance Corporation. Available at: <https://www.rma.usda.gov/en/Federal-Crop-Insurance-Corporation> (accessed: 10.05.2024).
8. USDA. Risk Management Agency. Available at: <https://www.rma.usda.gov/> (accessed: 10.05.2024).
9. USDA. Commodity Credit Corporation. Available at: <https://www.usda.gov/ccc> (accessed: 11.05.2024).
10. Farm Credit System (FCS): What it Means, How it Works, History. Available at: <https://www.investopedia.com/terms/f/farm-credit-system.asp> (accessed: 11.05.2024).
11. Овчинников О.Г. Сельскохозяйственный закон 2018 г.: основные положения и тенденции в государственной аграрной политике США // Экономика сельского хозяйства России. 2019. № 8. С. 87-100.
12. A User Guide to the Inflation Reduction Act: How New Investments Will Deliver Good Jobs, Climate Action, and Health Benefits. Available at: <https://www.bluegreenalliance.org/wp-content/uploads/2022/10/BGA-IRA-User-GuideFINAL-1.pdf> (accessed: 11.05.2024).
13. Европейский механизм пограничной углеродной корректировки — ключевые вопросы и влияние на Россию. URL: https://energy.skolkovo.ru/downloads/documents/SEneC/SKOLKOVO_EneC_RU_CBAM.pdf (дата обращения: 12.04.2024).
14. USDA 2020 Budget Summary. USDA, 2019. Available at: <https://www.usda.gov/sites/default/files/documents/fy2020-budget-summary.pdf> (accessed: 22.04.2024).
15. Coronavirus and USDA Assistance for Farmers. USDA. Available at: <https://www.farmers.gov/coronavirus> (accessed: 01.05.2024).
16. В США пострадавшим от пандемии сельхозработникам выделяют \$700 млн. URL: <https://tass.ru/ekonomika/12330561> (дата обращения: 10.05.2024).
17. Снятие санкций: США разрешили проводить покупки российских удобрений. URL: <https://www.gazeta.ru/business/2022/07/14/15126272.shtml> (дата обращения: 10.05.2024).
18. Russian fertilisers exports revenue surged 70% in 2022 as prices jumped. Available at: <https://www.ft.com/content/c10bcdb9-d01d-4a01-a4a1-38736e263a1e> (accessed: 01.05.2024).
19. Wheat Prices Hit Record High After Indian Export Ban. Available at: <https://www.barrons.com/amp/news/wheat-prices-hit-record-high-after-indian-export-ban-01652697907> (accessed: 01.05.2024).
20. H.R. 4768 (EH) — No Russian Agriculture Act. Available at: <https://www.govinfo.gov/app/details/BILLS-118hr4768eh> (accessed: 01.05.2024).

References

1. Department of Agriculture (USDA). Available at: <https://www.usaspending.gov/agency/department-of-agriculture?fy=2023> (accessed: 10.05.2024).

2. Agriculture Adjustment Act of 1933. Available at: <https://fraser.stlouisfed.org/archival/1341/item/457089> (accessed: 09.04.2024).
3. Agriculture Improvement Act of 2018. Public Law 115-334. Dec. 20, 2018. Available at: https://www.congress.gov/bill/115th-congress/house_bill/2/text/pl?overview=closed (accessed: 09.04.2024).
4. Agricultural Adjustment Act of 1938. Available at: https://ballotpedia.org/Agricultural_Adjustment_Act_of_1938 (accessed: 09.04.2024).
5. USAID and PL-480, 1961-1969. Available at: <https://history.state.gov/milestones/1961-1968/pl-480> (accessed: 10.05.2024).
6. USDA. ARC/PLC Program. Available at: https://www.fsa.usda.gov/programs-and-services/arcplc_program/index (accessed: 10.05.2024).
7. USDA. FCIC Federal Crop Insurance Corporation. Available at: <https://www.rma.usda.gov/en/Federal-Crop-Insurance-Corporation> (accessed: 10.05.2024).
8. USDA. Risk Management Agency. Available at: <https://www.rma.usda.gov/> (accessed: 10.05.2024).
9. USDA. Commodity Credit Corporation. Available at: <https://www.usda.gov/ccc> (accessed: 11.05.2024).
10. Farm Credit System (FCS): What it Means, How it Works, History. Available at: <https://www.investopedia.com/terms/f/farm-credit-system.asp> (accessed: 11.05.2024).
11. Овчинников, О.Г. (2019). *Sel'skokhozyaystvennyi zakon 2018 g.: osnovnye polozheniya i tendentsii v gosudarstvennoy agrarnoy politike SSHA [Agricultural Law 2018: main provisions and trends in US state agricultural policy]. *Ekonomika sel'skogo khozyaystva Rossii [Economics of agriculture of Russia]*, no. 8, pp. 87-100.*
12. A User Guide to the Inflation Reduction Act: How New Investments Will Deliver Good Jobs, Climate Action, and Health Benefits. Available at: <https://www.bluegreenalliance.org/wp-content/uploads/2022/10/BGA-IRA-User-GuideFINAL-1.pdf> (accessed: 11.05.2024).
13. Evropeiskii mekhanizm pogranichnoi uglernodnoi korrekcirovki — klyuchevye voprosy i vliyaniye na Rossiyu [European border carbon adjustment mechanism — key issues and impact on Russia]. Available at: https://energy.skolkovo.ru/downloads/documents/SEneC/SKOLKOVO_EneC_RU_CBAM.pdf (accessed: 12.04.2024).
14. USDA 2020 Budget Summary. USDA, 2019. Available at: <https://www.usda.gov/sites/default/files/documents/fy2020-budget-summary.pdf> (accessed: 22.04.2024).
15. Coronavirus and USDA Assistance for Farmers. USDA. Available at: <https://www.farmers.gov/coronavirus> (accessed: 01.05.2024).
16. V SSHA postradavshim ot pandemii sel'khozrabotnikam vydelyat \$700 mln [In the United States, \$700 million will be allocated to agricultural workers affected by the pandemic]. Available at: <https://tass.ru/ekonomika/12330561> (accessed: 10.05.2024).
17. Snyatie sanktsii: SSHA razreshili provodit' pokupki rossiiskikh udobrenii [Lifting of sanctions: The United States allowed purchases of Russian fertilizers]. Available at: <https://www.gazeta.ru/business/2022/07/14/15126272.shtml> (accessed: 10.05.2024).
18. Russian fertilisers exports revenue surged 70% in 2022 as prices jumped. Available at: <https://www.ft.com/content/c10bcdb9-d01d-4a01-a4a1-38736e263a1e> (accessed: 01.05.2024).
19. Wheat Prices Hit Record High After Indian Export Ban. Available at: <https://www.barrons.com/amp/news/wheat-prices-hit-record-high-after-indian-export-ban-01652697907> (accessed: 01.05.2024).
20. H.R. 4768 (EH) — No Russian Agriculture Act. Available at: <https://www.govinfo.gov/app/details/BILLS-118hr4768eh> (accessed: 01.05.2024).





ИЗМЕНЕНИЕ ОБЪЕМОВ МЕЖДУНАРОДНОЙ ТОРГОВЛИ ЭКЗОТИЧЕСКИМИ ТРОПИЧЕСКИМИ ФРУКТАМИ

Н.Г. Платоновский¹, Т.В. Остапчук¹, Р.Р. Мухаметзянов¹,
А.В. Шулдяков², А.Г. Гамидов¹

¹Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева,
Москва, Россия

²Российский научно-исследовательский институт экономики, политики и права
в научно-технической сфере, Москва, Россия

Аннотация. В этой научной статье авторы поставили цель исследовать изменение за 2011-2022 гг. объемов и структуры (по странам) международной торговли экзотическими тропическими фруктами. На основе статистической базы Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО) мы выяснили, что за этот период по глобальному экспорту она увеличилась в 2,12 раза (с 646,342 тыс. т до 1371,977 тыс. т), а импорту в 1,96 раза (с 811,232 тыс. т до 1593,386 тыс. т). Авторы составили рейтинг стран, которые в 2022 г. находились в десятке лидеров по натуральным параметрам международной торговли этими видами плодово-ягодной продукции, и нашли абсолютные и относительные изменения по ним соответствующих показателей относительно аналогичных за 2011 г. Мы выявили, что в 2022 г. в первой пятерке по экспорту экзотических тропических фруктов были представлены (учитывая, что Китай и Гонконг в статистике ФАО рассматриваются отдельно) Таиланд, Гонконг, Вьетнам, Египет и Китай. В совокупности эти страны обеспечили 90,37% от соответствующего глобального показателя при этом на долю Таиланда приходилось 60,3%. Авторы определили, что в первой пятерке по импорту экзотических тропических фруктов в 2022 г. находились Китай, Гонконг, Канада, Россия и Сингапур. В совокупности эти страны обеспечили 89,29% от соответствующего глобального показателя, при этом на долю Китая (вместе с Гонконгом) приходилось 80,87%. Это свидетельствует о достаточно высокой концентрации международной торговли этой категорией плодово-ягодной продукции.

Ключевые слова: международная торговля, экзотические тропические фрукты, экспорт, импорт, страны, рейтинг, Россия

Original article

CHANGES IN INTERNATIONAL TRADE IN EXOTIC TROPICAL FRUIT

N.G. Platonovskiy¹, T.V. Ostapchuk¹, R.R. Mukhametzyanov¹,
A.V. Shuldyakov², A.G. Gamidov¹

¹Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

²Russian Research Institute of Economics, Politics and Law in Science and Technology, Moscow, Russia

Abstract. In this scientific article, the authors set a goal to explore changes in the volume and structure (by country) of international trade in exotic tropical fruits over 2011-2022. Based on the statistical database of the UN Food and Agriculture Organization (FAO), we found that during this period, global exports increased by 2.12 times (from 646.342 thousand tons to 1371.977 thousand tons), and imports by 1.96 times (from 811.232 thousand tons to 1593.386 thousand tons). The authors compiled a rating of countries that in 2022 were in the top ten in terms of natural parameters of international trade in these types of fruit and berry products, and found absolute and relative changes in their corresponding indicators relative to similar ones for 2011. We found that in 2022 in the top five in exports exotic tropical fruits were represented (given that China and Hong Kong are considered separately in FAO statistics) Thailand, Hong Kong, Vietnam, Egypt and China. Together, these countries contributed 90.37% of the corresponding global figure, with Thailand accounting for 60.3%. The authors determined that the top five imports of exotic tropical fruits in 2022 were China, Hong Kong, Canada, Russia and Singapore. Together, these countries contributed 89.29% of the corresponding global figure, with China (together with Hong Kong) accounting for 80.87%. This indicates a fairly high concentration of international trade in this category of fruit and berry products.

Keywords: international trade, exotic tropical fruits, export, import, countries, rating, Russia

Введение. В современном мире фрукты, ягоды и орехи тропического и субтропического происхождения занимают существенное значение в глобальных валовых сборах и в международной торговле плодово-ягодной продукцией [1]. Еще в прошлом столетии стал укрепляться перечень основных из них по параметрам общемирового производства и интернационального оборота [2]. Несомненным лидером по этим показателям были и продолжают оставаться бананы [3]. Хотя они и уступают некоторым фруктам, ягодам и орехам тропического и субтропического происхождения по международной торговле [4], чистая валютная выручка выращивающих и экспортирующих их стран достигает довольно серьезных значений [5]. Некоторые государства Латинской Америки, несмотря на сравнительно маленькую численность жителей, входят в число его важнейших поставщиков на мировой рынок плодово-ягодной продукции [6]. За счет вы-

сокой концентрации производства и небольшое население внешняя торговля бананами в них достаточно высокая [7]. Такие цитрусовые фрукты, как апельсины и мандарины, которые также культивируются в тропическом и субтропическом климате, занимают в интернациональном обороте товарами этой продуктовой подгруппы третью и четвертую позицию [8].

Совершенствование технологий выращивания, хранения, переработки и транспортировки (в том числе за рубежом) плодово-ягодной продукции тропического и субтропического происхождения внесли свой вклад в расширение объемов и ассортимента в международной торговле ими [9]. Постепенно происходила и либерализация интернационального оборота, хотя здесь наблюдались случаи целенаправленного ограничения доступа товаров этой продовольственной подгруппы на рынки стран-импортеров, в частности так называемая «банановая торго-

вая война» [10]. Тем не менее, за счет роста параметров экспорта из производящих плодово-ягодную продукцию государств улучшилось разнообразие и круглогодичная доступность в ней в закупающих ее странах [11].

В последние два десятилетия постепенно стали увеличиваться объемы международной торговли менее распространенными в мире фруктами, ягодами и орехами тропического и субтропического происхождения, отсюда называемые некоторыми специалистами экзотическими. Однако, в русскоязычной научной экономической литературе очень мало работ по этой проблеме, что обусловило наш интерес к ней, а также ее актуальность и новизну. В связи с выше обозначенной основной целью нашего исследования выступило изучение изменения за 2011-2022 гг. объемов и структуры интернационального оборота этой категории плодово-ягодной продукции.



Материалы и методы исследования. Информационной базой для проведения нашего анализа выступили данные статистической базы Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО). В соответствии с ней в разделе «trade» выделяется подгруппа «Other tropical fruits, p.e.c.», в которую входят не включенные в другие категории прочие тропические и субтропические фрукты и ягоды. То есть, это наименее участвующие в интернациональном обороте виды свежей плодово-ягодной продукции. Можно сказать, что это экзотические для населения России и большинства других стран умеренного климатического пояса экзотические фрукты, поэтому мы так и обозначили эту подгруппу. В частности, как следует из ее описания в обозначенной выше статистической базе, в нее включаются дуриан, карамбола, фейхоа, маракуйя, личи, рамбутан, гранадиллы, аки, саподилла, и другие плоды.

На основе данных ФАО мы отразили на рисунке 1 изменение за 2011-2022 гг. натуральных объемов международной торговли экзотических тропических фруктов. Проведенные нами расчеты послужили базой для составления авторами в табличной форме двух рейтингов: первый — по трансформации за 2011-2022 гг. объемов и структуры (по странам) общемирового импорта экзотических тропических фруктов, второй — аналогичный по импорту. В таблицах полученные нами по каждому из этих государств результаты за 2022 г. мы соотнесли в целях сравнения изменений с их уровнем в 2011 г., что и было охарактеризовано в тексте статьи.

Результаты и обсуждение. Отразим изменение за 2011-2022 гг. объемов общемирового экспорта и импорта экзотических тропических фруктов (рис. 1). Видно, что в течение этого периода в целом прослеживается тенденция их роста, за исключением некоторого снижения в 2013-2017 гг. по второму из этих направлений интернационального оборота. Также заметно превышение физических параметров глобального импорта над экспортом. При этом оно довольно значительно и стабильно, кроме 2016 г. и 2017 г. На наш взгляд, в данном случае, это связано с тем, что ФАО формирует свою базу данных на основе представляемой информации из национальных статистических органов. В случае импортирующих стран она более правдива, учитывая не только развитость их экономик, но и соответствующего учета интернационального оборота. Тогда как государства, экспортирующие экзотические тропические фрукты, в большинстве своем являются развивающимися, поэтому здесь могут быть определенные ошибки или неполнота предоставляемой информации. Тем не менее, именно статистика ФАО является официальным источником, на основе которого можно проанализировать изменение параметров глобального экспорта и импорта определенных видов плодово-ягодной продукции, в том числе в разрезе участвующих в этих процессах стран.

Учитывая, что в случае экзотических тропических фруктов именно предьявители спроса на них играют гораздо большее значение в стимулировании их интернационального оборота, чем его производители, охарактеризуем изменение объемов импорта экзотических тропических фруктов за 2011-2022 гг. в мире в целом и в десяти крупнейших по этому показателю странах (табл. 1). Заметьно, что несомненным лидером в этом рейтинге является КНР. При этом,

ее доля в соответствующем глобальном показателе возросла за обозначенный период с 39,79% до 70,04%. Однако, при этом сократилось значение Гонконга с 36,17% до 10,83%. Мы понимаем, что эта территория является неотъемлемой частью Китая, однако пока ФАО его учитывает отдельно, так же, как Макао и Тайвань.

В числе основных стран по импорту экзотических тропических фруктов оказалась Канада. В нашем рейтинге она занимала третью позицию и в 2011 г., и в 2022 г. При этом, несмотря на увеличение за обозначенный период физических объемов ввоза в данное государство экзотических тропических фруктов с 56,166 тыс. т до 74,281 тыс. т, доля Канады в соответствующем глобальном показателе сократилась с 6,92% до 4,66%.

Интересно, что в 2022 г. на четвертом месте составленного нами рейтинга оказалась Россия, хотя еще в 2011 г. они были минимальны. Отметим, что наша страна с давних пор участвует в международной торговле плодово-ягодной продукцией тропического и субтропического происхождения, причем в имперский период не только как импортер, но и как экспортер выращенных в оранжевых некоторых фруктов. Однако, в те времена их объемы были незначительны. В период СССР, особенно в последние

три десятилетия его существования, значительно выросли закупки за рубежом некоторых наиболее распространенных в интернациональном обороте видов плодово-ягодной продукции тропического и субтропического происхождения [12]. В частности, в 1981-1990 гг. средние ежегодные объемы ее импорта в Советский Союз составляли: апельсинов — 308,3 тыс. т, лимонов и лаймов — 94,6 тыс. т, грейпфрута — 69,1 тыс. т, бананов — 69,1 тыс. т, мандаринов — 12,1 тыс. т [13]. После распада СССР Россия стала более активным участником международной торговли плодово-ягодной продукцией в целом, а также тропического [14] и субтропического (в частности, цитрусовых [15]) происхождения в частности. Более того, постепенно в начале XXI века она вошла в число крупнейших импортеров товаров этой продовольственной подгруппы [16]. С одной стороны, это негативно отразилось на состоянии плодово-ягодного подкомплекса в ряде регионов нашей страны, с другой стороны, увеличило физическую доступность во фруктах, ягодах, орехах и продуктах их переработки иностранного производства [17].

Пятое место в нашем рейтинге в 2022 г. занял Сингапур, хотя его позиции по сравнению с 2011 г. значительно снизились как в абсолютном, так и относительном выражении.

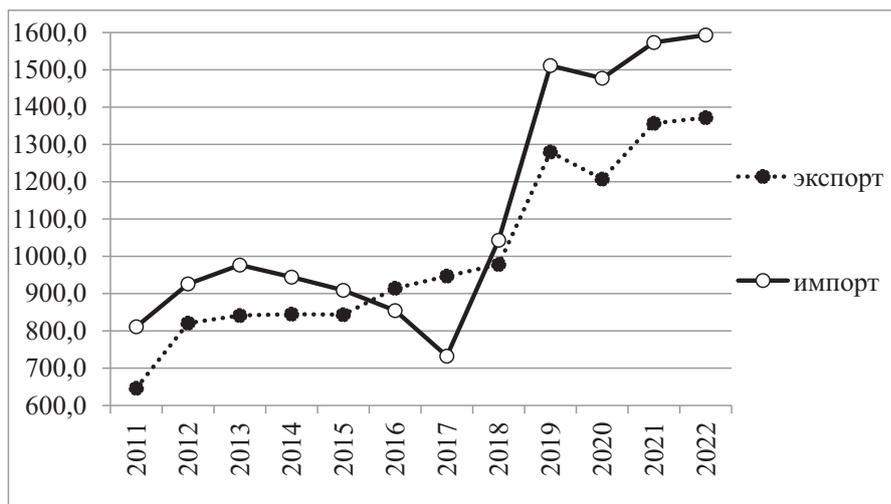


Рисунок 1. Изменение за 2011-2022 гг. объемов общемирового экспорта и импорта экзотических тропических фруктов, тыс. т

Figure 1. Change for 2011-2022 volumes of global exports and imports of exotic tropical fruits, thousand tons

Таблица 1. Изменение за 2011-2022 гг. объемов и структуры (по странам) общемирового импорта экзотических тропических фруктов

Table 1. Change for 2011-2022 volumes and structure (by country) of global imports of exotic tropical fruits

| Страны | тыс. тонн | | 2022 г. к 2011 г., раз | доля, % | | 2022 г. к 2011 г. (+, -) |
|-------------------|-----------|----------|------------------------------|---------|---------|--------------------------------|
| | 2011 г. | 2022 г. | | 2011 г. | 2022 г. | |
| КНР | 322,817 | 1115,964 | 3,46 | 39,79 | 70,04 | 30,24 |
| Гонконг | 293,400 | 172,528 | 0,59 | 36,17 | 10,83 | -25,34 |
| Канада | 56,166 | 74,281 | 1,32 | 6,92 | 4,66 | -2,26 |
| Россия | 0,001 | 37,757 | 37757,15 | 0,00 | 2,37 | 2,37 |
| Сингапур | 48,905 | 22,251 | 0,45 | 6,03 | 1,40 | -4,63 |
| Саудовская Аравия | 0,221 | 21,231 | 96,07 | 0,03 | 1,33 | 1,31 |
| Вьетнам | 0,000 | 19,523 | - | 0,00 | 1,23 | 1,23 |
| США | 5,488 | 16,374 | 2,98 | 0,68 | 1,03 | 0,35 |
| Малайзия | 10,861 | 15,963 | 1,47 | 1,34 | 1,00 | -0,34 |
| Тайвань | 16,375 | 14,304 | 0,87 | 2,02 | 0,90 | -1,12 |
| Остальные страны | 56,998 | 83,209 | 1,46 | 7,03 | 5,22 | -1,80 |
| Мир в целом | 811,232 | 1593,386 | 1,96 | 100,0 | 100,0 | - |





Таблица 2. Изменение за 2011-2022 гг. объемов и структуры (по странам) общемирового экспорта экзотических тропических фруктов
Table 2. Change for 2011-2022 volumes and structure (by country) of global exports of exotic tropical fruits

| Страны | тыс. тонн | | 2022 г. к 2011 г., раз | доля, % | | 2022 г. к 2011 г. (+, -) |
|------------------|-----------|----------|------------------------------|---------|---------|--------------------------------|
| | 2011 г. | 2022 г. | | 2011 г. | 2022 г. | |
| Таиланд | 271,949 | 827,294 | 3,04 | 42,08 | 60,30 | 18,22 |
| Гонконг | 274,903 | 152,774 | 0,56 | 42,53 | 11,14 | -31,40 |
| Вьетнам | 0,000 | 121,202 | - | 0,00 | 8,83 | 8,83 |
| Египет | 25,218 | 95,087 | 3,77 | 3,90 | 6,93 | 3,03 |
| КНР | 5,310 | 43,431 | 8,18 | 0,82 | 3,17 | 2,34 |
| Малайзия | 19,515 | 30,543 | 1,57 | 3,02 | 2,23 | -0,79 |
| Индонезия | 12,746 | 30,540 | 2,40 | 1,97 | 2,23 | 0,25 |
| США | 19,582 | 23,508 | 1,20 | 3,03 | 1,71 | -1,32 |
| Буркина-Фасо | 7,233 | 12,066 | 1,67 | 1,12 | 0,88 | -0,24 |
| ЮАР | 1,479 | 7,683 | 5,19 | 0,23 | 0,56 | 0,33 |
| Остальные страны | 8,407 | 27,850 | 3,31 | 1,30 | 2,03 | 0,73 |
| Мир в целом | 646,342 | 1371,977 | 2,12 | 100,0 | 100,0 | - |

Рассмотрим изменение объемов экспорта экзотических тропических фруктов за 2011-2022 гг. в мире в целом и в десяти крупнейших по этому показателю странах (табл. 1). Заметно, что несомненным лидером в этом рейтинге является Таиланд. При этом, в течение этого периода поставки из данного азиатского государства в международную торговлю исследуемых видов плодово-ягодной продукции возросли в 3,04 раза: с 271,949 тыс. т до 827,294 тыс. т. Это привело к росту значения Таиланда в соответствующем глобальном показателе с 42,08% до 60,30%.

Гонконг, будучи частью КНР, находилась на втором месте по экспорту экзотических тропических фруктов. Однако, как мы выяснили в предыдущей таблице, эта территориально-административная единица была также на второй позиции по их импорту. То есть, по сути через Гонконг значительная масса рассматриваемой категории плодово-ягодной продукции реэкспортом следует в остальную часть материкового Китая. Тем не менее, как показывают данные ФАО, за 2011-2021 гг. доля этой территории в интернациональном обороте экзотических тропических фруктов существенно сократилась.

В течение охваченного исследованием периода практически с нуля выросло значение Вьетнама как по импорту, так и экспорту данных видов плодово-ягодной продукции. При этом, в отличие от Гонконга, эта азиатская держава не только выступает транзитным государством для международной торговли экзотическими тропическими фруктами, но и сама производит их.

Египет, оказавшийся на четвертой позиции составленного нами рейтинга по экспорту, довольно значительно повысил объемы поставок в другие страны этой категории плодово-ягодной продукции. Если в 2011 г. они составляли 25,218 тыс. т, то в 2022 г. — 95,087 тыс. т, то есть выросли в 3,77 раза. В итоге доля этого североафриканского государства в соответствующем общемировом показателе увеличилась с 3,90% до 6,93%. Учитывая, что импорт экзотических тропических фруктов в эту державу отсутствует (согласно данным ФАО), следовательно, в ней за охваченное время исследования выросли и параметры их производства.

КНР, находясь на пятом месте в нашем рейтинге, также поставляет в другие страны определенную часть ввезенных на его территорию исследуемых видов плодово-ягодной продукции.

Выводы. на основании проведенного нами исследования изменение параметров международной торговли экзотическими тропическими фруктами мы сформулировали ряд выводов, которые могут быть использованы для дальнейшего обсуждения этой проблемы.

1. Объемы общемирового экспорта рассматриваемой подгруппы за 2011-2022 гг. увеличились с 646,342 тыс. т до 1371,977 тыс. т (в 2,12 раза), а импорта с 811,232 тыс. т до 1593,386 тыс. т (в 1,96 раза). При этом, за этот период их доля в соответствующих показателях по плодово-ягодной продукции в целом возросла с 0,71% до 1,19% и с 0,91% до 1,4% соответственно. Согласно нашим расчетам на основе статистических данных ФАО мы выяснили, что за охваченный двенадцатилетний период среднее превышение объемов глобального импорта экзотических тропических фруктов над их экспортом был равен 108,42 тыс. т. Мы объясняем это неполнотой представленной информации по их поставкам из некоторых стран.

2. В 2022 г. среди субъектов-импортеров рассматриваемой подгруппы в первой десятке были представлены следующие страны: КНР — 70,04% от соответствующего общемирового показателя, Гонконг — 10,83%, Канада — 4,66%, Россия — 2,37%, Сингапур — 1,40%, Саудовская Аравия — 1,33%, Вьетнам — 1,23%, США — 1,03%, Малайзия — 1,00%, Тайвань — 0,90%. В совокупности на них пришлось 94,78% от объемов глобального импорта экзотических тропических фруктов, причем на Китай (с учетом Гонконга и Тайваня) — 81,76%. Отметим, что наша держава существенно увеличила относительно 2011 г. закупки за рубежом этих видов плодово-ягодной продукции.

3. В 2022 г. среди субъектов-экспортеров рассматриваемой подгруппы в первой десятке были представлены следующие страны: Таиланд — 60,30% от соответствующего общемирового показателя, Гонконг — 11,14%, Вьетнам — 8,83%, Египет — 6,93%, КНР — 3,17%, Малайзия — 2,23%, Индонезия — 2,23%, США — 1,71%, Буркина-Фасо — 0,88%, ЮАР — 0,56%. В совокупности на них пришлось 97,97% от объемов глобального экспорта экзотических тропических фруктов. Заметно, что ряд стран из этой десятки находятся в числе лидеров и по импорту этих видов плодово-ягодной продукции. В связи с этим было бы целесообразно выявить нетто-экспортеров и импортеров рассматриваемой

подгруппы. Однако, это будет предметом исследования в наших последующих исследованиях.

Что касается нашей державы, то благодаря проводимой в последнее десятилетие политики импортозамещения, в том числе в отечественном садоводстве, увеличиваются площади под многолетними насаждениями, растут валовые сборы некоторых плодово-ягодных культур [18]. В результате, снизилась доля импорта в российском балансе ресурсов и использования фруктов и ягод [19]. Однако, хоть по данной продовольственной подгруппе в целом и наблюдалось уменьшение их закупок за рубежом, однако импорт в 2021-2022 гг. многих видов плодово-ягодной продукции тропического и субтропического происхождения не сократился, а даже увеличился по сравнению со средним уровнем 2011-2020 гг. как в натуральном, так и стоимостном выражении [20]. На наш взгляд, в перспективе, несмотря на положительные тенденции в развитии отечественного садоводства, Россия и дальше будет выступать одним из крупнейших их импортеров, в том числе и экзотических тропических фруктов.

Список источников

- Mukhametzyanov, R.R. and others. Factors and Trends in the Development of International Trade in Fruit and Berry Products. // Digital Agriculture for Food Security and Sustainable Development of the Agro-Industrial Complex. Springer, Cham. 2023. С. 147-153. DOI: 10.1007/978-3-031-27911-9_18.
- Агирбов Ю.И. Состояние мирового рынка плодово-ягодной продукции // Международный сельскохозяйственный журнал. 2012. № 1. С. 40-42. EDN OXPXIB.
- Mukhametzyanov R.R. and others. Changes in Global Production and Trade of Major Tropical Fruits // Digital Agriculture for Food Security and Sustainable Development of the Agro-Industrial Complex. Springer, Cham. 2023. С. 155-161. DOI: 10.1007/978-3-031-27911-9_17.
- Платоновский Н.Г. Международная торговля основными тропическими фруктами // Международный сельскохозяйственный журнал. 2022. № 3(387). С. 274-277. DOI: 10.55186/25876740_2022_65_3_274.
- Мухаметзянов Р.Р. Чистая валютная выручка стран мира от внешней торговли бананами // Международный сельскохозяйственный журнал. 2022. № 4(388). С. 435-438. DOI: 10.55186/25876740_2022_65_4_435.
- Platonovskiy N.G. and others. International Banana Trade: Volumes, Countries, and Trends // Sustainable Development of the Agrarian Economy Based on Digital Technologies and Smart Innovations. Advances in Science, Technology & Innovation. Springer, Cham. 2024. P. 25-30. DOI: 10.1007/978-3-031-51272-8_5.
- Хежев А.М. Внешняя торговля бананами в основных странах-производителях // Международный сельскохозяйственный журнал. 2022. № 6(390). С. 618-621. DOI: 10.55186/25876740_2022_65_6_618.
- Mukhametzyanov R.R. and others. Changing the Global Production and Trade of Citrus Fruits // Sustainable Development of the Agrarian Economy Based on Digital Technologies and Smart Innovations. Advances in Science, Technology & Innovation. Springer, Cham. 2024. P. 19-24. DOI: 10.1007/978-3-031-51272-8_4.
- Агирбов Ю.И. Тенденции импорта плодово-ягодной продукции в мире и в Российскую Федерацию // Экономика сельского хозяйства России. 2020. № 3. С. 97-104. DOI 10.32651/203-97.
- Frolova E.Yu. Contradictions to regulatory measures and their impact on global and national agricultural markets // International Scientific and Practical Conference «Russia 2020 — a new reality: economy and society» (ISPCR 2020): Proceedings of International Scientific and Practical Conference «Russia 2020 — a new reality: economy and society», Veliky Novgorod, 09-10 декабря 2020 г. Vol. 164. Veliky Novgorod: Atlantid Press, 2021. P. 276-280. DOI: 10.2991/aebmrk.210222.054.



11. Романюк, М.А. Россия и другие страны на мировом рынке плодово-ягодной продукции // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2021. № 6. С. 129-147. DOI: 10.26897/0021-342X-2021-6-129-147.

12. Mukhametzyanov, R.R. and others. Development Trends of the Russian Fruit and Berry Market // International Scientific and Practical Conference «Russia 2020 — a new reality: economy and society» (ISPCR 2020): Proceedings of International Scientific and Practical Conference «Russia 2020—a new reality: economy and society», Veliky Novgorod, 09–10 декабря 2020 года. Veliky Novgorod: Atlantis Press, 2021. P. 287-292. DOI 10.2991/aebmr.k.210222.056.

13. Мухаметзянов Р.Р. Развитие плодово-ягодного рынка России // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2012. № 1. С. 17-25. EDN OQQRJ.

14. Джанчарова Г.К. Россия в международной торговле основными тропическими фруктами // Экономика сельского хозяйства России. 2021. № 12. С. 78-85. DOI: 10.32651/2112-78.

15. Агирбов Ю.И. Россия в международной торговле плодами цитрусовых культур // Экономика сельского хозяйства России. 2020. № 7. С. 103-110. DOI: 10.32651/207-193.

16. Mukhametzyanov, R.R. Russia as a Subject of the World Market for Staple Tropical Fruits // Advances in economics, business and management research (AEBMR), Veliky Novgorod, 07–08 декабря 2021 года. Veliky Novgorod: Atlantis Press, 2022. P. 594-602. DOI 10.2991/aebmr.k.220208.084.

17. Агирбов Ю.И. Современные состояния и основные направления развития регионального плодово-овощного подкомплекса России // Международный сельскохозяйственный журнал. 1998. № 1. С. 52-55. EDN YDCJLS.

18. Арзамасцева Н.В. Изменение объемов производства фруктов, ягод и винограда в России // Экономика сельского хозяйства России. 2022. № 9. С. 67-72. DOI: 10.32651/229-67.

19. Джанчарова Г.К. Ресурсы и использование плодово-ягодной продукции в основных странах ЕАЭС // Экономика сельского хозяйства России. 2021. № 3. С. 98-105. DOI: 10.32651/213-98.

20. Мухаметзянов Р.Р. Изменение стоимостных объемов внешней торговли России плодово-ягодной продукцией // Экономика сельского хозяйства России. 2023. № 4. С. 116-121. DOI: 10.32651/234-116.

References

1. Mukhametzyanov R.R. and others (2023). Factors and Trends in the Development of International Trade in Fruit and Berry Products. In: *Digital Agriculture for Food Security and Sustainable Development of the Agro-Industrial Complex*. Springer, Cham, pp. 147-153. DOI 10.1007/978-3-031-27911-9_18.

2. Agirbov Yu.I. (2012). Sostoyaniye mirovogo rynka plodovo-yagodnoi produktsii [Condition of the global market of fruit output]. *International agricultural journal*, no. 1, pp. 40-42.

3. Mukhametzyanov R.R. and others (2023). Changes in Global Production and Trade of Major Tropical Fruits. In: *Digital Agriculture for Food Security and Sustainable Development of the Agro-Industrial Complex*. Springer, Cham, pp. 155-161. DOI 10.1007/978-3-031-27911-9_17.

4. Platonovskiy N.G. (2022). Mezhdunarodnaya torguemost' osnovnymi tropicheskimi fruktami [International marketability of the main tropical fruits]. *International Agricultural Journal*, no. 3, pp. 274-277. DOI: 10.55186/25876740_2022_65_3_274.

5. Mukhametzyanov R.R. (2022). Chistaya valyutnaya vyruchka stran mira ot vneshney torgovli bananami [Net foreign exchange revenue of countries from foreign trade in bananas]. *International Agricultural Journal*, no. 4(388), pp. 435-438. DOI: 10.55186/25876740_2022_65_4_435.

6. Platonovskiy N.G. and others (2024). International Banana Trade: Volumes, Countries, and Trends. In: *Sustainable Development of the Agrarian Economy Based on Digital Technologies and Smart Innovations. Advances in Science, Technology & Innovation*. Springer, Cham, P. 25-30. DOI 10.1007/978-3-031-51272-8_5.

7. Khezhev A.M. (2022). Vneshnyaya torguemost' bananami v osnovnykh stranakh-proizvoditelyakh [External tradability of bananas in main producing countries]. *International Agricultural Journal*, no. 6 (390), pp. 618-621. DOI: 10.55186/25876740_2022_65_6_618.

8. Mukhametzyanov R.R. and others (2024). Changing the Global Production and Trade of Citrus Fruits. In: *Sustainable Development of the Agrarian Economy Based on Digital Technologies and Smart Innovations. Advances in Science, Technology & Innovation*. Springer, Cham, P. 19-24. DOI: 10.1007/978-3-031-51272-8_4.

9. Agirbov Yu.I. (2020). Tendentsii importa plodovo-yagodnoi produktsii v mire i v Rossiiskuyu Federatsiyu [Trends of import of fruit and berry products in the world and to the Russian Federation]. *Economics of agriculture of Russia*, no. 3, pp. 97-104. DOI: 10.32651/203-97.

10. Frolova E.Yu. and others (2021). Contradictions to regulatory measures and their impact on global and national agricultural markets. *Proceedings of the International Scientific and Practical Conference «Russia 2020 — a new reality: economy and society»*, In *Advances in Economics, Business and Management Research (AEBMR)*, Atlantis Press, pp. 276-280. DOI: 10.2991/aebmr.k.210222.054.

11. Romanyuk M.A. (2021). Rossiya i drugie strany na mirovom rynke plodovo-yagodnoi produktsii [Russia and other countries in the global fruit and berry market]. *Izvestiya of Timiryazev agricultural academy*, no. 6, pp. 129-147. DOI: 10.26897/0021-342X-2021-6-129-147.

12. Mukhametzyanov R.R. and others (2021). Development trends of the Russian fruit and berry market, Proceedings of the International Scientific and Practical Conference «Russia 2020 — a new reality: economy and society», In *Advances in Economics, Business and Management Research (AEBMR)*, Atlantis Press, pp. 287-292. DOI: 10.2991/aebmr.k.210222.056.

13. Mukhametzyanov R.R. (2012). Razvitiye plodovo-yagodnogo rynka Rossii [Development of the fruit and berry market in Russia]. *Izvestiya of Timiryazev agricultural academy*, no. 1, pp. 17-25.

14. Dzhancharova G.K. (2021). Rossiya v mezhdunarodnoi torgovle osnovnymi tropicheskimi fruktami [Russia in the international trade of the main tropical fruits]. *Economics of agriculture of Russia*, no. 12, pp. 78-85. DOI: 10.32651/2112-78.

15. Agirbov Yu.I. (2020). Rossiya v mezhdunarodnoi torgovle plodami tsitrusovykh kul'tur [Russia is in the international trade in citrus fruits]. *Economics of agriculture of Russia*, no. 7, pp. 103-110. DOI: 10.32651/207-193.

16. Mukhametzyanov R.R. (2022). Russia as a Subject of the World Market for Staple Tropical Fruits. Proceedings of the *Advances in economics, business and management research (AEBMR)*, 07–08 December 2021, Veliky Novgorod: Atlantis Press, pp. 594-602. DOI: 10.2991/aebmr.k.220208.084.

17. Agirbov Yu.I. (1998). Sovremennoe sostoyaniya i osnovnye napravleniya razvitiya regional'nogo plodoovoshchnogo kompleksa Rossii [Current state and main directions of development of the regional fruit and vegetable complex in Russia]. *International Agricultural Journal*, no. 1, pp. 52-55.

18. Arzamastseva N.V. (2022). Izmeneniye ob'emov proizvodstva fruktov, yagod i vinograda v Rossii [Changes in the production of fruits, berries and grapes in Russia]. *Economics of agriculture of Russia*, no. 9, pp. 67-72. DOI: 10.32651/229-67.

19. Dzhancharova G.K. (2021). Resursy i ispol'zovanie plodovo-yagodnoi produktsii v osnovnykh stranakh EAEHS [Resources and use of fruit and berry products in the main countries of the EAEU]. *Economics of agriculture of Russia*, no. 3, pp. 98-105. DOI: 10.32651/213-98.

20. Mukhametzyanov R.R. (2023). Izmeneniye stoimostnykh ob'emov vneshney torgovli Rossii plodovo-yagodnoj produktsii [Changes in the value of Russia's foreign trade in fruit and berry products]. *Economics of agriculture of Russia*, no. 4, pp. 116-121. DOI: 10.32651/234-116.

Информация об авторах:

Платоновский Николай Геннадьевич, кандидат экономических наук, доцент кафедры управления, Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9189-8340>, platonovsky@rgau-msha.ru

Остапчук Татьяна Владимировна, кандидат экономических наук, доцент кафедры бухгалтерского учета, финансов и налогообложения, Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0217-4218>, tostapchuk@rgau-msha.ru

Мухаметзянов Рафаил Рувинович, кандидат экономических наук, доцент кафедры политической экономии и мировой экономики, Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1239-5201>, mrafailr@yandex.ru

Шулдяков Александр Владимирович, кандидат экономических наук, старший научный сотрудник в центре оперативного мониторинга и оценки развития науки и инноваций, Российский научно-исследовательский институт экономики, политики и права в научно-технической сфере, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0831-3127>, suljdkow@gmail.com

Гамидов Абдурахман Гаджиевич, кандидат технических наук, доцент кафедры сопротивление материалов и детали машин, Российский государственный аграрный университет — МСХА имени К.А. Тимирязева, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4222-3726>, 2gamidov@rgau-msha.ru

Information about the authors:

Nikolay G. Platonovskiy, candidate of economic sciences, associate professor of the department of management, Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9189-8340>, platonovsky@rgau-msha.ru

Tatiana V. Ostapchuk, candidate of economic sciences, associate professor of the department of accounting, finance and taxation, Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0217-4218>, tostapchuk@rgau-msha.ru

Rafail R. Mukhametzyanov, candidate of economic sciences, associate professor of the department of political economy and world economy, Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1239-5201>, mrafailr@yandex.ru

Alexander V. Shuldyakov, candidate of economic sciences, senior researcher at the center for operational monitoring and assessment of the development of science and innovation, Russian Research Institute of Economics, Politics and Law in Science and Technology, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0831-3127>, suljdkow@gmail.com

Abdurahman G. Gamidov, candidate of technical sciences, associate professor of the department of strength of materials and machine parts, Russian State Agrarian University — Moscow Timiryazev Agricultural Academy, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4222-3726>, 2gamidov@rgau-msha.ru





АГРАРНАЯ РЕФОРМА И ФОРМЫ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ

Научная статья

УДК 631.153:519.7

doi: 10.55186/25876740_2024_67_3_330

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ: ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ РОСТА НА УРОЖАЙНОСТЬ (ПРОДУКТИВНОСТЬ) СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

В.Г. Григулецкий

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия

Аннотация. Представлен краткий анализ результатов основных опубликованных работ по проблеме «цифровое сельское хозяйство» Российской Федерации и отмечается, что в целом отсутствие основных элементов *цифрового земледелия* и соответствующей инфраструктуры сдерживает внедрение и развитие этих технологий, оборудования, материалов и не способствует развитию *цифрового сельского хозяйства* в России; представлен сравнительный анализ известных цифровых моделей роста и продуктивности (Э.А. Митчерлих, В.Г. Григулецкий). На основе новой цифровой модели роста и продуктивности сельскохозяйственных культур проведены расчеты для разных растений и почвенно-климатических условий, показывающие хорошее соответствие опытных и расчетных (прогнозных) значений урожаев. Впервые на основе численных расчетов определены значения коэффициентов действия разных факторов и обоснован характер изменения кривых роста растений: начальный этап нормального развития растения происходит по экспоненциальному закону, затем наступает фаза прямой пропорциональной зависимости роста (массы) растения от количества действующих питательных веществ, дальнейшее увеличение количества питательных веществ уменьшает темп роста и происходит его замедление.

Ключевые слова: факторы роста, урожайность, потенциальная продуктивность, сила действия фактора роста, прирост урожая, кривая роста урожайности, дозы удобрений, «начальное» значение урожая, математическая модель, дифференциальное уравнение, начальные условия, частное решение уравнения

Original article

DIGITAL AGRICULTURAL TECHNOLOGIES: INFLUENCE OF GROWTH FACTORS ON YIELD (PRODUCTIVITY) OF AGRICULTURAL CROPS

V.G. Griguletsky

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia

Abstract. A brief analysis of the results of the main published works on the problem of “digital agriculture” in the Russian Federation is presented and it is noted that in general, the lack of basic elements of digital agriculture and the corresponding infrastructure hinders the introduction and development of these technologies, equipment, materials and does not contribute to the development of digital agriculture in Russia; a comparative analysis of well-known digital models of growth and productivity is presented (E.A. Mitscherlikh, V.G. Griguletsky). Based on a new digital model of the growth and productivity of agricultural crops, calculations were carried out for different plants and soil and climatic conditions, showing good agreement between the experimental and calculated (predicted) yield values. For the first time, on the basis of numerical calculations, the values of the coefficients of action of various factors were determined and the nature of changes in plant growth curves was substantiated: the initial stage of normal plant development occurs according to an exponential law, then a phase of direct proportional dependence of plant growth (weight) on the amount of active nutrients begins, a further increase in the amount of nutrients substances reduces the growth rate and slows it down.

Keywords: growth factors, yield, potential productivity, strength of the growth factor, yield increase, yield growth curve, fertilizer doses, “initial” yield value, mathematical model, differential equation, initial conditions, particular solution of the equation

В теории, между теорией и практикой нет никакого различия!
На практике, между практикой и теорией есть большое различие!!
Нет ничего практичнее хорошей теории!!!

Густав Роберт Киргофф,
немецкий математик, механик, физик (1824-1887 гг.),
член-корреспондент *Петербургской академии наук* (1862 г.),
член Берлинской академии наук (1875 г.),
член Лондонского королевского научного общества (1875 г.)

Введение. Главной задачей современного развития агропромышленного комплекса Российской Федерации является повышение плодородия почв и увеличение урожайности (продуктивности) сельскохозяйственных культур на основе передовых технологий, техники и материалов и, в частности, использования «цифровых технологий»; можно считать, что «*цифровое земледелие*» — это комплекс передовых агротехнологических, агротехнических, мелиоративных, экономических и экологических мероприятий, своевременное выполнение которых обеспечит получение экономически обоснованных урожаев разных сельскохозяйственных культур.

Необходимость и актуальность разработки цифровых моделей роста и продуктивности сельскохозяйственных растений (культур) определена в основных положениях Программы «Цифровая экономика» Российской Федерации [1], где отмечается целесообразность создания условий для развития общества знаний, повышение доступности и качества товаров и услуг, произведенных в цифровой экономике с использованием современных цифровых технологий. В частности, в статьях С.Б. Огневцева [2-4] описаны этапы развития информационных технологий, как-то: автоматизация, информатизация, цифровизация и т. д. Рассмотрены тенденции и понятия современного этапа цифровизации и сквозные технологии, предлагаемые программой «Цифровая экономика». Обосновывается необходимость создания цифровой платформы АПК, как важной составляющей современной цифровой экономики. Целью разработки и развития цифровой платформы АПК является увеличение эффективности работы сельскохозяйственных и агропромышленных предприятий за счет широкого внедрения в производственные процессы новых цифровых, в том числе сквозных, технологий и инновационных бизнес-моделей рыночного взаимодействия этих предприятий на основе модели «платформа как сервис». Определяются задачи и структура цифровой платформы, в которую входят субплатформы,



соответствующие агропродовольственным рынкам, и модули-приложения, служащие для решения различных практических задач. Предлагается последовательность этапов разработки цифровой платформы. Обосновывается экономический эффект внедрения предлагаемой платформы и необходимость государственных вложений в этот проект.

В статьях В.И. Кириюшина, А.Л. Иванова [5], И.С. Санду [6], И.Г. Ушачева [7] с соавторами описаны многие важные концептуальные вопросы организации и работы цифровой экономики в АПК, как общая часть аграрной политики в Российской Федерации.

В статьях В.И. Меденникова, Ф.И. Ерешко, В.В. Кульба [8-9] с системных позиций рассматривается процесс детерминологизации появившихся в связи со всеобщей цифровизацией общества новых понятий: «цифровая экосистема», «экосистема цифровой экономики», «цифровая бизнес-экосистема», «цифровая платформенная экосистема» и т. д. Показано, что бизнес-сообщество в погоне за модными словами, уже не обладающими научной точностью, приводит к упрощению заключенных в них понятий, которые в результате теряют строгую концептуальность, системность, однозначность. *Многозначность понятий, усиленная неопределенностью трактовки цифровой платформы, представленной десятками определений, ведет к размыванию и запутыванию научного системного подхода к цифровизации управления реальной экономики, к ее дезинтеграции, то есть ведет к огромному числу вариантов развития данного процесса, препятствующему выполнению основного требования цифровой экономики — максимальной интеграции данных и алгоритмов. Исходя из результатов моделирования, рассматриваются методы формирования научно обоснованной цифровой экосистемы агропромышленного комплекса, основу которой составляет единое информационное интернет-пространство цифрового взаимодействия страны, интегрирующего единую цифровую платформу управления производством и единую платформу информационных научно-образовательных ресурсов. Комплексная реализация представленной цифровой экосистемы АПК позволит сократить затраты на выполнение программы цифровой экономики в десятки-сотни раз.*

В работе Н.Н. Сологуб, О.И. Улановой, Н.И. Остробородовой, Д.А. Остробородовой [11] подробно рассматриваются проблемы и перспективы внедрения цифровых технологий в сельское хозяйство Российской Федерации на современном этапе. Проведен анализ состояния аграрного комплекса в контексте инновационного развития. В современном сельском хозяйстве возрастает необходимость в применении современных технологий, в том числе систем сбора, хранения и обработки данных. Использование IT-технологий способствует повышению урожайности и рентабельности сельского хозяйства, снижению материальных затрат, более эффективному распределению средств. Обозначены основные направления цифровизации аграрного сектора, предусматривающие прохождение нескольких этапов. Выделены приоритетные задачи, реализация которых станет возможна благодаря государственной поддержке и согласованной работе всех заинтересованных участников данного процесса. По мнению авторов работы [11], в условиях глобализации для повышения конкурентоспособности своей продукции Россия должна принять вызовы цифровизации и активно внедрять IT-технологии в сельское хозяйство. Цифровые технологии позволяют контролировать полный цикл растениеводства или животноводства — «умные» устройства измеряют и передают параметры почвы, растений, микроклимата и т.д. Все эти данные с датчиков, дронов и другой техники анализируются специальными программами. Мобильные или онлайн-приложения приходят на помощь фермерам и агрономам — чтобы определить благоприятное время для посадки или сбора урожая, рассчитать схему удобрений, спрогнозировать урожай и многое другое. Внедрение передовых информационных технологий сократит объем ручного труда и расходы, повысив производительность и урожайность.

В монографии [12] описано текущее состояние и перспективы развития цифрового сельского хозяйства; в книге приводится определение «точное земледелие» — широкий спектр технологий от планирования посева и подготовки почвы, мониторинга состояния и управления посевом, контроля уровня влажности, минерализации почвы и температурного режима до сбора урожая; *точное земледелие призвано оптимизировать операционные расходы и повысить урожайность (в среднем на 15-20 %) путем сокращения объемов используемых семян, агрохимикатов, удобрений и воды, более эффективного использования земли; с учетом особенностей того или иного участка определяются агрокультура с наибольшей урожайностью, а также оптимальная методика выращивания и ухода для максимизации урожайности.* В общем в книге [12] представлен анализ текущего состояния и перспектив развития цифровизации и интеллектуализации сельского хозяйства, применения систем точного земледелия, технологий интернета вещей, использования интеллектуальных систем

Таблица 1. Рейтинг востребованности основных элементов точного (цифрового) земледелия и интернета вещей [12], %

Table 1. Rating of demand for the main elements of precision (digital) agriculture and the Internet of things [12], %

| №№ п.п. | Элементы цифрового земледелия | Баллы, % |
|---------|--------------------------------------|----------|
| 1 | Дифференцирование внесения удобрений | 96 |
| 2 | Составление цифровых карт | 96 |
| 3 | Мониторинг состояния посевов | 91 |
| 4 | Дифференцированные поливы | 87 |
| 5 | Локальный отбор и анализ почвы | 82 |
| 6 | Определение границ полей | 80 |
| 7 | Дистанционное зондирование | 73 |
| 8 | Обработка больших массивов данных | 65 |
| 9 | Дифференцированный посев | 65 |
| 10 | Дифференцированная обработка почвы | 62 |
| 11 | Искусственный интеллект для АПК | 56 |
| 12 | Интернет вещей (IoT) | 49 |

в растениеводстве и животноводстве, робототехнических систем и систем мониторинга; с целью контроля и управления сельскохозяйственным производством.

Основные положения цифрового сельского хозяйства определены в Ведомственном Проекте «Цифровое сельское хозяйство» [13]. В обзорной аналитической работе [14] отмечается, что единая концепция развития *цифрового сельского хозяйства России* предполагает выполнение следующих основных мероприятий:

- разработка и создание системы геоинформационного мониторинга агропромышленного производства;
- разработка и создание интеллектуальной системы поддержки принятия решений;
- разработка и создание интеллектуальных роботизированных средств агропромышленного производства;
- кадровое обеспечение цифрового агропромышленного производства и др.

Среди особо востребованных элементов цифровых технологий земледелия в монографии [12] специально отмечаются дифференцированное внесение удобрений (96%), составление цифровых карт (96%), мониторинг состояния посевов (91%) и т.д. (табл. 1).

В целом в статьях [2-11] рассмотрены концепция и концептуальные вопросы работы цифровой экономики в АПК, поэтому важно разработать математические (цифровые) модели для конкретных процессов и сельскохозяйственных технологий. Отсутствие основных элементов цифрового земледелия и соответствующей инфраструктуры в России сдерживает внедрение и развитие этих технологий, оборудования и материалов для АПК; нехватка IT-специалистов, отсутствие устройств, датчиков и оборудования российского производства для АПК не способствуют развитию цифрового земледелия в Российской Федерации.

Новый закон действия факторов роста и урожайность сельскохозяйственных культур. В работах Э.А. Митчерлиха [15-18] и других авторов опубликовано большое количество опытных данных (лабораторные, вегетационные и полевые эксперименты), при математической обработке которых использовались следующие формулы:

$$A = \frac{y_1^2 - y_0 y_2}{2y_1 - y_0 - y_2}, \quad (1)$$

$$k = \frac{\lg(A - y_0) - \lg(A - y_1)}{x_1 - x_0}, \quad (2)$$

$$b = \frac{\lg(A) - \lg(A - y_0)}{c}, \quad (3)$$

$$y(x) = A[1 - 10^{-kx}], \quad (4)$$

A — максимально возможный урожай, полученный при оптимальном количестве изучаемого фактора роста (x); k — коэффициент действия данного фактора роста (x); b — запас питательного вещества в почве; y(x) — количество урожая конкретного растения при внесении в почву определенного количества питательного вещества (x); y₀, y₁, y₂ — количества урожая в опытах (экспериментах) через равные интервалы изменения питательных веществ: x₂ - x₁ = x₁ - x₀, причем y₀ = y(x₀), y₁ = y(x₁), y₂ = y(x₂).





Из таблицы 2 видно, что предложенная в работах [19, 20] цифровая модель роста и продуктивности растений является более общей, чем известная модель академика Э.А. Митчерлиха [15-18]; в отличие от основного положения «закона Митчерлиха», согласно которому: урожайность (y) и прирост урожая (dy) пропорциональны недостатку урожая

Таблица 2. Сравнительный анализ моделей роста и продуктивности растений
Table 2. Comparative analysis of plant growth and productivity models

| №№ п.п. | Митчерлих Э.А. | Григулецкий В.Г |
|--|---|---|
| Основное уравнение | | |
| 1 | $\frac{dy}{dx} = k(A - y)$ | $\left(\frac{1}{B + y}\right) \frac{dy}{dx} = c(A - y)$ |
| Начальные условия | | |
| 2 | $y(x_0) = y_0$ | $y(x_0) = y_0$ |
| Частное решение | | |
| 3 | $\lg \left[\frac{(A - y_0)}{(A - y)} \right] = k(x - x_0)$ | $\ln \left[\frac{(A - y_0)(B + y)}{(A - y)(B + y_0)} \right] = c(A + B)(x - x_0)$ |
| Максимальный урожай | | |
| 4 | $A = \frac{y_2^2 - y_1 \cdot y_3}{2y_2 - y_1 - y_3}$ | $A + B = \frac{2(y_0 + y_1)(y_0 + y_2)(y_0 + y_3) - (y_0 + y_2)^2(y_1 + y_3 + 2y_0)}{(y_0 + y_1)(y_0 + y_3) - (y_0 + y_2)^2}$ |
| Коэффициент действия фактора | | |
| 5 | $k = \frac{\lg(A - y_1) - \lg(A - y_2)}{x_2 - x_1}$ | $c = \frac{\ln[(A - y_0)(B + y)] - \ln[(B + y_0)(A - y)]}{(A + B)(x - x_0)}$ |
| Количество питательных веществ в почве | | |
| 6 | $b = \frac{\lg(A) - \lg(A - y_0)}{k}$ | $b = \frac{\ln[(A - y_0)(B + y_1)] - \ln[(B + y_0)(A - y_1)]}{(A + B)c}$ |

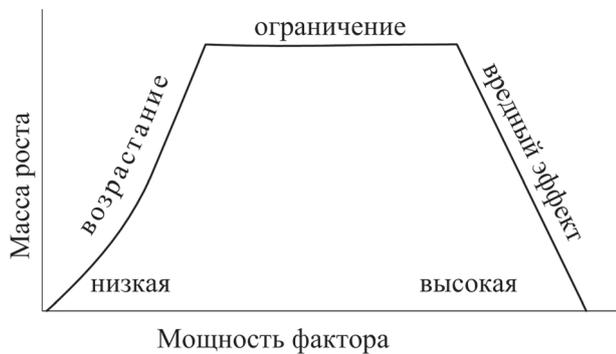


Рисунок 1. Общее отношение между отдельным фактором и ростом растения. Возрастание фактора обуславливает усиление роста до точки, когда какой-либо из факторов становится ограничивающим, после чего дальнейшее возрастание не оказывает эффекта. Наконец избыток фактора вызывает какой-нибудь вредный эффект, причиняемый им
Figure 2. General relationship between a single factor and plant growth. An increase in a factor causes growth to increase to the point where one of the factors becomes limiting, after which further increases have no effect. Finally, an excess of a factor causes some harmful effect caused by it

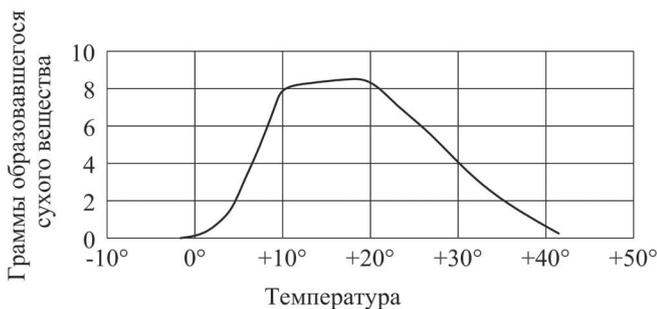


Рисунок 2. Отношение между температурой и ростом растения
Figure 2. Relationship between temperature and plant growth

до максимальной его величины (A), поэтому можно записать основное дифференциальное уравнение вида:

$$\frac{dy}{dx} = k(A - y), \tag{5}$$

ниже принимается следующее утверждение: урожайность (y) и прирост урожая (dy) возрастают при увеличении количества факторов роста (x), пропорционально количеству урожая (A - y), не достигнутого до предельной (максимальной) потенциальной урожайности (A), и возможному значению урожая (B + y), выше некоторого минимального (начального) значения урожая (B), поэтому можно использовать следующее основное дифференциальное уравнение:

$$\frac{dy}{dx} = c(A - y)(B + y), \tag{6}$$

c — коэффициент относительного действия данного фактора роста (x).

Влияние разных факторов роста на урожайность (продуктивность) сельскохозяйственных культур. В монографии Э.Дж. Рэсселя [21] при описании почвенных условий, влияющих на рост растений, отмечают следующие основные пять факторов, оказывающих действие на рост растений:

- снабжение водой;
- снабжение воздухом;
- температура почвы и воздуха;
- обеспечение питательными веществами (удобрения, микроэлементы, макроэлементы);
- вредные факторы (и т.д.).

Общая закономерность изменения массы роста растения от мощности действующих факторов роста показана на рисунке 1 (рис. 9, стр. 44, [21]).

Подобная кривая изменения массы листа лавровишневого дерева от температуры показана на рисунке 2 (рис. 5, стр. 39, [21]).

Отметим кривые изменения массы сухого вещества томатов, выращиваемых в сосудах с песком (рис. 3) и почвой (рис. 4) при разных количествах воды и нитратов (рис. 8, стр. 44, [21]).

На рисунке 5 показаны кривые изменения массы сухого вещества при внесении азотистых питательных веществ на рост ячменя (рис. 1, стр. 31, [21]).

На рисунке 6 приведены кривые урожайности овса в зависимости от количества монофосфата кальция (рис. 2, стр. 32, [21]).

На рисунке 7 показаны кривые изменения урожайности овса в опытах в сосудах при внесении разного количества фосфата и воды (рис. 3, стр. 36, [21]).

Отметим общий характер представленных на рисунках 3-7 кривых: они приближенно определяют сигмоидальную линию, или s-кривую. По мнению Э.Дж. Рэсселя [21], действие каждого отдельного фактора роста можно изобразить кривой, определяющей действие одного фактора до того момента, когда второй (следующий) фактор начинает быть недостаточным; тогда кривая значительно изменяется: вместо того, чтобы непрерывно

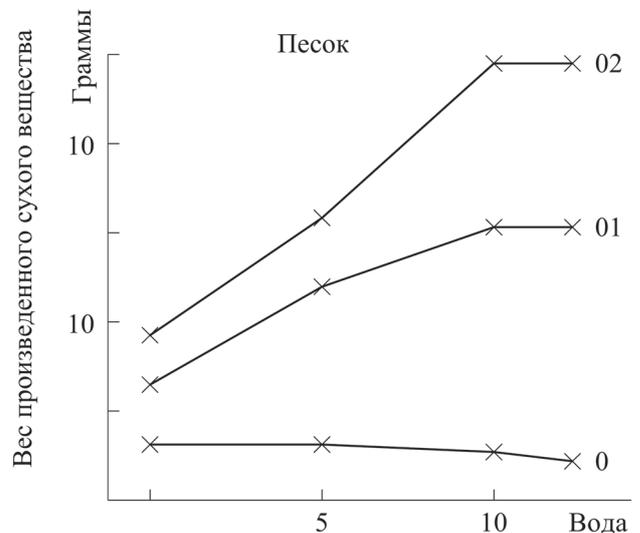


Рисунок 3. Эффект изменяющихся количеств воды и азота на рост томатов в сосудах с песком
Figure 3. Effect of varying amounts of water and nitrogen on the growth of tomatoes in containers with sand

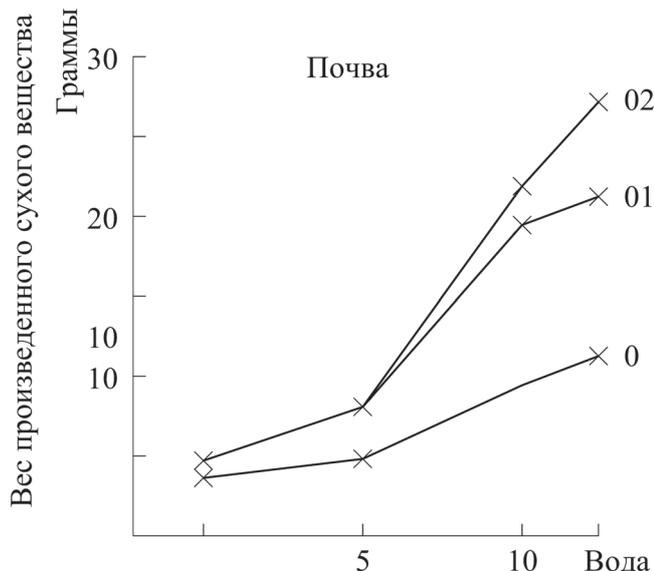


Рисунок 4. Эффект изменяющихся количеств воды и азота на рост томатов в сосудах с почвой
Figure 4. Effect of varying amounts of water and nitrogen on tomato growth in pots of soil

продолжаться, усиление роста начинает понижаться или даже прекращаться; фактор, оказывающийся таким образом недостаточным и останавливающий, или сильно задерживающий процесс, который должен был бы быть непрерывным, называется «ограничивающим фактором»; рост начинается снова, когда увеличивается величина «ограничивающего фактора», пока этот фактор не оказывается снова недостаточным, или не делается недостаточным какой-либо новый фактор; действие различных факторов роста является комплексным, взаимосвязанным и уменьшение количества одного фактора может ограничить (уменьшить) действие других факторов роста. В таблице 3 представлены опытные данные урожая овса в сосудах при внесении разного количества фосфатов (первый фактор) и воды (второй фактор) (табл. VII, стр. 36, [21]).

Из данных таблицы 3 видно, что относительное изменение урожайности овса при разных количествах фосфатов и воды приблизительно отражается сигмовидной кривой (рис. 7). Рассмотрим применение новой цифровой модели роста и продуктивности растений для описания опытных данных

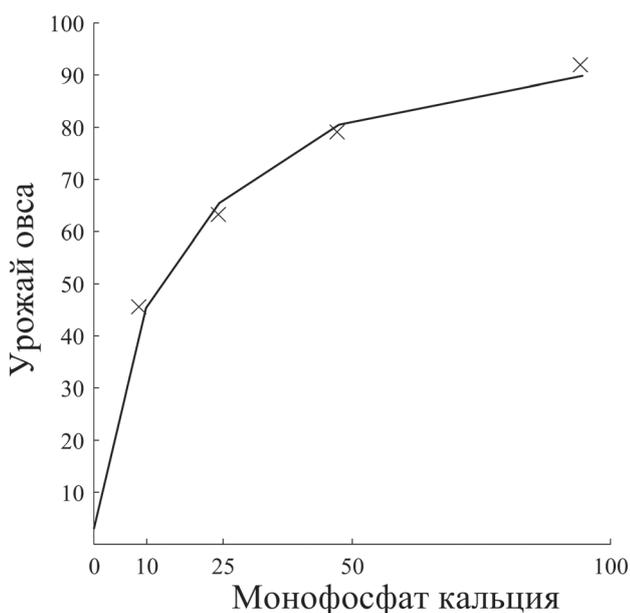


Рисунок 6. Кривая Митчерлиха, показывающая отношение между урожаем овса и количеством внесенного фосфата
Figure 6. Mitscherlich curve showing the relationship between oat yield and the amount of phosphate applied

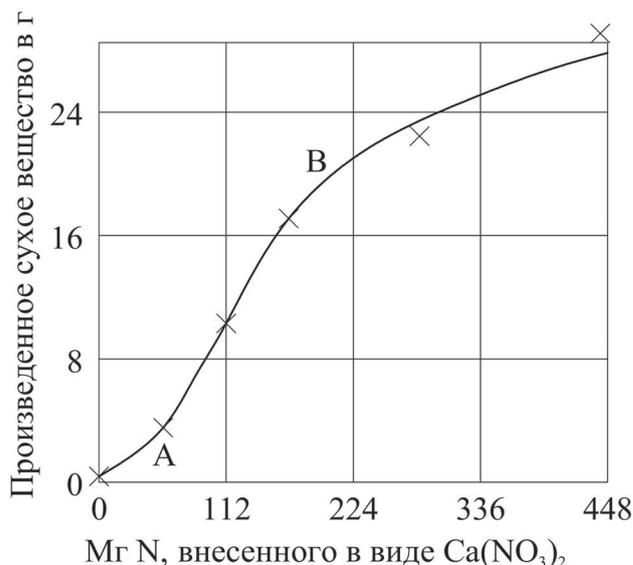


Рисунок 5. Эффект снабжения азотистой пищей на рост ячменя (Гельригель)
Figure 5. Effect of nitrogenous food supply on barley growth (Gellriegel)

разных исследователей и разных факторов роста. Рассмотрим опытные данные о влиянии фосфорных удобрений (x) на урожайность (y), полученные в первых экспериментах Э.А. Митчерлиха (табл. II, стр. 541, [15]) (табл. 4). Находим значение коэффициента A, который определяет максимальный возможный урожай:

$$A + B = \frac{2(3,1 + 3,1)(3,1 + 26,6)(3,1 + 44,1) - (3,1 + 26,6)^2(3,1 + 44,1 + 6,2)}{(3,1 + 3,1)(3,1 + 44,1) - (3,1 + 26,6)^2} = 50,42,$$

откуда следует:

$$A = 50,42 - 3,1 = 47,32.$$

Находим значение «коэффициента действия фактора роста» (c) на интервале от $x_0 = 0,5$ до $x = 1,0$:

$$c = \frac{\ln[(47,32 - 26,6)(3,1 + 44,1)] - \ln[(3,1 + 26,6)(47,32 - 44,1)]}{50,42(1,0 - 0,5)} = 0,092222.$$

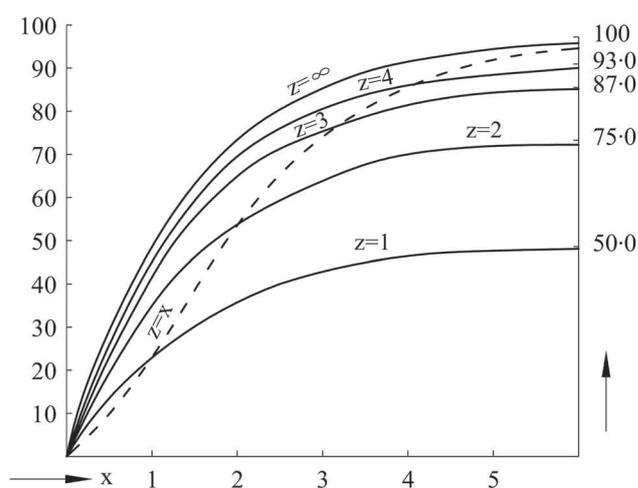


Рисунок 7. Эффект на урожай при изменении двух факторов. Сплошные линии: урожай для различных величин z каждая из которых остается постоянной, в то время как x меняется. Пунктирная линия: урожай, когда x и z изменяются одновременно, при чем каждый из них имеет свою величину «действующей массы» (Wirkungsmenge)
Figure 7. Effect on yield when changing two factors. Solid lines: yield for different values of z, each of which remains constant while x varies. Dotted line: yield when x and z change simultaneously, each of them having its own "effective mass" value (Wirkungsmenge)





Таблица 3. Урожай овса (г) в опытах, проведенных в сосудах при внесении разного количества фосфатов и воды
Table 3. Oat yield (g) in experiments conducted in vessels with the addition of different amounts of phosphates and water

| №№ п.п. | Доза фосфата кальция | 1 доза воды (а) | 2 доза воды (b) | Отношение b/a |
|---------|----------------------|-----------------|-----------------|---------------|
| 1 | 0 | 6,4 | 11,0 | 1,72 |
| 2 | 1 | 14,6 | 25,6 | 1,75 |
| 3 | 2 | 22,6 | 36,6 | 1,62 |
| 4 | 4 | 29,7 | 53,1 | 1,79 |
| 5 | 8 | 41,3 | 70,5 | 1,71 |
| 6 | 16 | 50,8 | 77,5 | 1,53 |
| 7 | 32 | 55,7 | 88,5 | 1,59 |

Таблица 4. Зависимость урожайности зерновых (у) от количества фосфорных удобрений (х) в опытах Э.А. Митчерлиха
Table 4. Dependence of grain yield (y) on the amount of phosphorus fertilizers (x) in the experiments of E.A. Mitscherlich

| №№ п.п. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------------|------|------|-------|-------|-------|
| Доза удобрений, х | 0,00 | 0,10 | 0,25 | 0,50 | 1,00 |
| Урожай (опыт), у | 3,1 | 8,1 | 15,8 | 26,6 | 44,1 |
| Урожай (расчет) | 3,10 | 6,10 | 12,51 | 26,60 | 44,10 |

Таблица 5. Средняя урожайность картофеля (у) в зависимости от количества калийных удобрений (х) в опытах Э.А. Митчерлиха
Table 5. Average potato yield (y) depending on the amount of potassium fertilizers (x) in the experiments of E.A. Mitscherlich

| №№ п.п. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------------|------|-------|-------|--------|-------|
| Доза удобрений, х | 0,00 | 0,10 | 0,25 | 0,50 | 1,00 |
| Урожай (опыт) у | 6,4 | 29,1 | 44,7 | 62,7 | 70,2 |
| Урожай (расчет) | 10,8 | 28,0 | 45,7 | 61,9 | 73,0 |
| Урожай (расчет) | 6,40 | 16,62 | 37,57 | 62,699 | 70,20 |

Таблица 6. Результаты действия азота на урожайность ячменя в песчаной почве
Table 6. Results of the effect of nitrogen on barley yield in sandy soil

| №№ п.п. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|--------------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| Внесено азота, мг | 0 | 56 | 112 | 168 | 280 | 420 |
| Урожай (опыт), г | 0,742 | 4,856 | 10,803 | 17,528 | 21,289 | 28,727 |
| Урожай (расчет), г | 0,742 | 3,929 | 10,794 | 18,724 | 24,983 | 25,661 |

Таблица 7. Результаты действия азота на урожайность ячменя в песчаной почве
Table 7. Results of the effect of nitrogen on barley yield in sandy soil

| №№ п.п. | Доза азота, мг | Урожай (опыт), г | Урожай (расчет), г | Коэффициент действия азота (с.) |
|---------|----------------|------------------|--------------------|---------------------------------|
| 1 | 0 | 0,742 | 0,742 | — |
| 2 | 56 | 4,856 | 4,856 | 0,000772 |
| 3 | 112 | 10,803 | 15,095 | 0,000497 |
| 4 | 168 | 17,528 | 18,439 | 0,000439 |
| 5 | 280 | 21,289 | 28,416 | 0,000122 |
| 6 | 420 | 28,727 | 25,287 | 0,000270 |

Таблица 8. Результаты действия калийных солей на рост ячменя
Table 8. Results of the effect of potassium salts on barley growth

| №№ п.п. | Доза K ₂ O, мг/сосуд | Масса сухого вещества (опыт), г/сосуд | Масса сухого вещества (расчет), г/сосуд | Коэффициент действия калия (с.) |
|---------|---------------------------------|---------------------------------------|---|---------------------------------|
| 1 | 0 | 2,410 | 2,410 | — |
| 2 | 23,5 | 4,948 | 4,948 | 0,000779 |
| 3 | 47,0 | 6,791 | 8,236 | 0,000456 |
| 4 | 70,5 | 10,801 | 8,857 | 0,000857 |
| 5 | 94,0 | 13,755 | 15,029 | 0,000595 |
| 6 | 188,0 | 20,357 | 22,755 | 0,000385 |
| 7 | 282,0 | 24,132 | 24,132 | 0,000385 |

Устанавливаем зависимость урожая (у) от количества фосфорного удобрения (х) в виде:

$$y(x) = \frac{47,32(6,2)\exp(4,649833 \cdot x) - 137,082}{(6,2)\exp(4,649833 \cdot x) + 44,22}$$

при следующих значениях: A = 47,32; B = 3,1; x₀ = 0; y₀ = 3,1; c = 0,092222. Результаты расчетов по этой формуле представлены в последней строке таблицы 4. Воспользуемся опытными данными, которые приведены в монографии Э.А. Митчерлиха [16] (табл. 76, стр. 223, [16]) (табл. 5).

В монографии Э.А. Митчерлиха [16] для этих опытных данных получено уравнение:

$$\lg(76,0 - y) = \lg(76) - 0,133(x + 0,05).$$

Результаты расчетов по этой формуле даны в предпоследней строке таблицы 5. Воспользуемся новой методикой. Находим значение коэффициента A, который определяет максимальный возможный урожай:

$$A + B = \frac{2(6,4 + 6,4)(6,4 + 62,7)(6,4 + 70,2) - (6,4 + 62,7)^2(89,4)}{(12,8)(76,6) - (69,1)^2} = 76,79,$$

откуда следует:

$$A = 76,79 - 6,4 = 70,39.$$

Находим значение «коэффициента действия фактора роста» (с) на интервале от x₀ = 0,5 до x = 1,0:

$$c = \frac{\ln[(70,39 - 62,7)(6,4 + 70,2)] - \ln[(6,4 + 62,7)(70,39 - 70,2)]}{76,79(1 - 0,5)} = 0,099067.$$

Устанавливаем основную зависимость урожая (у) от количества калийного удобрения (х) в виде:

$$y(x) = \frac{70,39(12,8)\exp(7,607355 \cdot x) - 409,536}{(12,8)\exp(7,607355 \cdot x) + 63,99}$$

при следующих значениях: A = 70,39; B = 6,4; x₀ = 0; y₀ = 6,4; c = 0,099067. Результаты расчетов по этой формуле представлены в последней строке таблицы 5. Сравнивая результаты расчетов по формуле Э.А. Митчерлиха и новой формуле можно отметить, что «кривая роста урожайности», полученная по новой методике расчета точно проходит через три опытные точки (0,0; 6,4), (0,5; 6,7) и (1,0; 70,20), а «кривая роста урожайности» по методике Э.А. Митчерлиха не проходит через экспериментальные значения; максимальная абсолютная погрешность в начальной точке (0; 6,4) по методике Э.А. Митчерлиха более 68 %, определяя расчетное значение y_р = 10,8 вместо опытного значения y_{оп} = 6,4. Э.Дж. Рассель в фундаментальной монографии [21] приводит следующие опытные данные о влиянии азота на урожайность ячменя в сосудах в песчаной почве (табл. IV, стр. 30, [21]) (табл. 6).

Значение максимального урожая (A) при этом определено по части опытных данных: B = y₀ = 0,742; y₁ = 4,856; y₂ = 10,703; y₃ = 17,528, потому что выполняются условия: x₃ - x₂ = x₂ - x₁, или 168 - 112 = 112 - 56, если x₃ = 168, x₂ = 112, x₁ = 56, и находим:

$$A + B = \frac{2(0,742 + 4,856)(0,742 + 10,803)(0,742 + 17,528) - (11,545)^2(23,868)}{(5,598)(18,270) - (11,545)^2},$$

или:

$$A + 0,742 = 26,430; A = 25,69.$$

Среднее значение относительного коэффициента фактора роста при этом равно: c_{оп} = 0,002096. Опытные значения урожайности ячменя в песчаной почве при действии азота, когда x₅ = 280 г, x₆ = 420 г равны соответственно: y₅(280) = 21,289 г и y₆(420) = 28,727 г, а расчетные (прогнозные) количества урожайности равны соответственно: y₅(280) = 24,983 г и y₆(420) = 25,661, то есть различие не превышает 18%. Если воспользоваться следующими значениями урожайности: y₀(0) = 0,742; y₁(56) = 4,856; y₂(112) = 10,803, для которых выполняются условия: x₂ - x₁ = x₁ - x₀, или 112 - 56 = 56 - 0. и формулой (1) методики Э.А. Митчерлиха [16], то невозможно определить значение максимального (потенциального) урожая (A); в числителе и знаменателе дроби отношения (1) получаются разные знаки:

$$A = \frac{y_1^2 - y_0 y_2}{2y_1 - (y_0 + y_2)} = \frac{(4,856)^2 - (0,742)(10,803)}{2(4,856) - 0,742 - 10,803} = \frac{15,56491}{-1,833}.$$



Таким образом, в данном случае невозможно использовать методику Э.А. Митчерлиха [16] для обработки опытных данных. Если воспользоваться опытными данными из таблицы 6 и использовать значения: $B = y_0 = 0,742$; $y_1 = 10,803$; $y_2 = 21,289$; $y_3 = 28,727$, потому что выполняются приближенно условия: $420 - 280 \approx 280 - 112$, то можно найти значение максимального (потенциального) урожая (A) из соотношения:

$$A + B = \frac{2(0,742 + 10,803)(0,742 + 21,289)(0,742 + 28,727) - (22,031)^2(41,014)}{(11,545)(29,469) - (22,031)^2}$$

или:

$$A + 0,742 = 33,869; A = 33,127.$$

В таблице 7 приведены опытные и расчетные (прогнозные) значения урожайности ячменя в песчаной почве в зависимости от количества азота. Рассмотрим опытные данные о влиянии калийных солей на рост ячменя (табл. V, стр. 31, [21]) (табл. 8).

Значение максимального урожая ячменя (A) при этом определено по опытным данным: $B = y_0(0) = 2,410$; $y_1(94,0) = 13,755$; $y_2(188,0) = 20,357$; $y_3(282,0) = 24,132$, потому что выполняются условия: $x_3 - x_2 = x_2 - x_1$, или: $282 - 188 = 188 - 94$, если $x_3 = 282$, $x_2 = 188$, $x_1 = 94$, и находим:

$$A + B = \frac{2(2,410 + 13,755)(2,410 + 20,357)(2,410 + 24,132) - (22,767)^2(42,707)}{(16,165)(26,542) - (22,767)^2}$$

или:

$$A + 2,410 = 29,122; A = 26,712.$$

Результаты остальных расчетов приведены в таблице 8. Можно отметить, что коэффициенты действия азота (табл. 7) и калия (табл. 8) показывают и характеризуют конкретно влияние разных доз удобрений на рост ячменя: при малых дозах азота и калия их действие на растения практически одинаково, а при больших дозах действие азота значительно меньше, чем влияние калия. Воспользуемся результатами опытов, изложенными в монографии Т.Т. Ивановой [22]: урожайность зерна озимой пшеницы в зависимости от фосфорных удобрений при фоне $N = P = K = 0$ (табл. 70, стр. 102, [22]); в таблице 9 приведены опытные и расчетные (прогнозные) значения урожая при разных дозах фосфора на контрольном поле.

В таблице 10 приведены опытные и расчетные (прогнозные) значения урожая озимой пшеницы на контрольном поле при фоне $N = 80$ кг/га (табл. 70, стр. 102, [22]).

В таблице 11 приведены опытные и расчетные (прогнозные) значения урожая озимой пшеницы на контрольном поле при фоне $N = 120$ кг/га (табл. 70, стр. 102, [22]).

В таблице 12 приведены опытные и расчетные (прогнозные) значения урожая озимой пшеницы на контрольном поле при фоне $N = 160$ кг/га (табл. 70, стр. 102, [22]).

В таблице 13 приведены опытные и расчетные (прогнозные) значения урожая озимой пшеницы на контрольном поле при фоне $N_{60}P_{60}$ (табл. 67, стр. 67, [22]).

Данные таблиц 9-13 показывают хорошее соответствие опытных и расчетных значений урожайности озимой пшеницы при разных почвенно-климатических условиях, что может свидетельствовать о надежности и обоснованности новой цифровой модели роста и продуктивности сельскохозяйственных культур в целом. Расчеты по новой цифровой модели роста растений и, в частности, конкретные количественные значения коэффициента действия (с) факторов роста позволяют пояснить характер изменения кривых роста растений; начальный этап нормального развития растения происходит по экспоненциальной кривой, затем наступает фаза прямой пропорциональной зависимости роста растения от количества действующих питательных веществ, дальнейшее увеличение количества питательных веществ уменьшает темп роста и происходит замедление роста растения.

В качестве **основных выводов** можно отметить следующие положения.

1. Дан краткий анализ результатов основных опубликованных работ по проблеме *цифровизации сельского хозяйства* Российской Федерации.

2. Впервые определено понятие «цифровое земледелие», как комплекс передовых агротехнологических, агротехнических, мелиоративных, экономических и экологических мероприятий, своевременное выполнение которых обеспечит получение экономически обоснованных урожаев разных сельскохозяйственных культур.

3. По новой методике проведены расчеты для разных сельскохозяйственных культур и почвенно-климатических условий по оценке влияния факторов роста на урожайность (продуктивность), показывающие хорошее соответствие опытных и расчетных (прогнозных) значений урожая.

Таблица 9. Данные для фона $N = P = K = 0$
Table 9. Data for background $N = P = K = 0$

| №№ п.п. | Доза фосфора x_i , кг/га | Урожай (опыт) y_i , ц/га | Урожай (расчет), ц/га | Коэффициент действия $10^3 \times c_i$ |
|---------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------|--|
| 1 | 0 | 15,8 | 15,800 | – |
| 2 | 60 | 25,9 | 25,900 | 0,3055 |
| 3 | 120 | 28,3 | 27,659 | 0,2980 |
| 4 | 180 | 29,4 | 29,418 | 0,2982 |
| 5 | 240 | 29,9 | 29,899 | – |
| N = P = K = 0 | | A = 30,298, B = 15,8 | | |

Таблица 10. Данные для фона $N = 80$ кг/га
Table 10. Data for background $N = 80$ кг/га

| №№ п.п. | Доза фосфора x_i , кг/га | Урожай (опыт) y_i , ц/га | Урожай (расчет), ц/га | Коэффициент действия $10^3 \times c_i$ |
|---------|----------------------------|----------------------------|-----------------------|--|
| 1 | 0 | 15,1 | 15,100 | – |
| 2 | 60 | 27,9 | 27,900 | 0,4171 |
| 3 | 120 | 31,4 | 33,615 | 0,2025 |
| 4 | 180 | 33,4 | 33,521 | 0,1875 |
| 5 | 240 | 34,6 | 34,599 | – |
| N = 80 | | A = 36,225, B = 15,1 | | |

Таблица 11. Данные для фона $N = 120$ кг/га
Table 11. Data for background $N = 120$ кг/га

| №№ п.п. | Доза фосфора x_i , кг/га | Урожай (опыт) y_i , ц/га | Урожай (расчет), ц/га | Коэффициент действия $10^3 \times c_i$ |
|---------|----------------------------|----------------------------|-----------------------|--|
| 1 | 0 | 13,8 | 13,800 | – |
| 2 | 60 | 28,5 | 28,500 | 0,3904 |
| 3 | 120 | 32,8 | 36,054 | 0,1777 |
| 4 | 180 | 35,4 | 35,636 | 0,1594 |
| 5 | 240 | 37,1 | 37,0999 | – |
| N = 120 | | A = 39,865, B = 13,8 | | |

Таблица 12. Данные для фона $N = 160$ кг/га
Table 12. Data for background $N = 160$ кг/га

| №№ п.п. | Доза фосфора x_i , кг/га | Урожай (опыт) y_i , ц/га | Урожай (расчет), ц/га | Коэффициент действия $10^3 \times c_i$ |
|---------|----------------------------|----------------------------|-----------------------|--|
| 1 | 0 | 13,1 | 13,100 | – |
| 2 | 60 | 28,6 | 28,600 | 0,3873 |
| 3 | 120 | 33,2 | 36,973 | 0,1703 |
| 4 | 180 | 36,0 | 35,329 | 0,1485 |
| 5 | 240 | 37,9 | 37,900 | – |
| N = 160 | | A = 41,276, B = 13,1 | | |

Таблица 13. Данные для фона $N_{60}P_{60}$
Table 13. Data for background $N_{60}P_{60}$

| №№ п.п. | Доза фосфора x_i , кг/га | Урожай (опыт) y_i , ц/га | Урожай (расчет), ц/га | Коэффициент действия $10^3 \times c_i$ |
|---------|----------------------------|----------------------------|-----------------------|--|
| 1 | 40 | 5,6 | 5,600 | – |
| 2 | 80 | 7,0 | 7,000 | 1,9655 |
| 3 | 120 | 7,6 | 7,569 | 2,1510 |
| 4 | 160 | 7,8 | 7,799 | 2,1541 |
| N = 120 | | A = 39,865, B = 13,8 | | |

4. Впервые на основе численных расчетов определены значения коэффициентов действия разных факторов роста и обоснован характер изменения кривых роста растений: начальный этап нормального развития растения происходит по экспоненциальному закону, затем наступает фаза прямой пропорциональной зависимости роста (массы) растения от количества действующих питательных веществ, дальнейшее увеличение количества питательных веществ уменьшает темп роста и происходит замедление роста растения.





Список источников

1. Цифровая экономика Российской Федерации. Программа утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июня 2017 г., № 1632-р.
2. Огневцев С.Б. Концепция цифровой платформы агропромышленного комплекса // Международный сельскохозяйственный журнал. 2018. Т. 61. № 2. С. 16-22.
3. Огневцев С.Б. Актуальные вопросы современной агропродовольственной политики // Международный сельскохозяйственный журнал. 2018. Т. 61. № 4 (364). С. 67-70.
4. Огневцев С.Б. Цифровизация экономики и экономика цифровизации АПК // Международный сельскохозяйственный журнал. 2019. Т. 62. № 2 (368). С. 77-80.
5. Кирушин В.И., Иванов А.Л., Козубенко И.С. и др. Цифровое земледелие // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2018. № 5. С. 4-9.
6. Санду И.С., Рыженкова Н.Е., Фомина В.Е. и др. Цифровизация как инструмент инновационного развития АПК // АПК: экономика, управление. 2018. № 8. С. 12-18.
7. Ушачев И.Г., Колесников А.В. Развитие цифровых технологий в сельском хозяйстве, как составная часть аграрной политики // АПК: экономика, управление. 2020. № 10. С. 4-16.
8. Ерешко Ф.И., Кульба В.В., Меденников В.И. Интеграция цифровой платформы АПК с цифровыми платформами смежных отраслей // АПК: экономика, управление. 2018. № 10. С. 34-46.
9. Меденников В.И. Цифровая экосистема АПК: научный подход // Международный сельскохозяйственный журнал. 2022. Т. 65. № 2 (386). С. 116-119.
10. Эльдиева Т.М. Цифровые технологии — надежный спутник современного сельского хозяйства региона // Международный сельскохозяйственный журнал. 2019. Т. 62. № 5 (371). С. 55-57.
11. Сологуб Н.Н., Уланова О.И., Остробородова Н.И., Остробородова Д.А. Проблемы и перспективы цифровых технологий в сельском хозяйстве // Международный сельскохозяйственный журнал. 2021. Т. 64. № 4 (382). С. 28-30.
12. Федоренко В.Ф., Мишуrow Н.П., Букаган Д.С. и др. Цифровое сельское хозяйство: состояние и перспективы развития. М.: Росинформагротех, 2019. 316 с.
13. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство»: официальное издание. М.: Росинформагротех, 2019. 48 с.
14. Дрекслер Б., Годжаев Т.З. Цифровизация сельскохозяйственного производства России на период 2018-2025 гг. Москва-Берлин: ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, 2018. 32 с.
15. Mitscherlich, E.A., Merrec, E. (1909). Eine quantitative Stickstoffanalyse für sehr geringe Mengen. *Landwirtschaftliche Jahrbücher. Zeitschrift für wissenschaftliche Landwirtschaft*, bd. XXXVIII, vol. 7, st. 537-552.
16. Митчерлих Э.А. Почвоведение. М.: Издательство иностранной литературы, 1957. 416 с.
17. Митчерлих Э.А. Потребность почвы в удобрении. Практическое применение в земледелии закона действия факторов роста. М.-Л.: Госиздат, 1928. 70 с.
18. Митчерлих Э.А. Определение потребности почвы в удобрении. М.-Л.: Госиздат сельскохозяйственной и колхозно-кооперативной литературы, 1931. 104 с.
19. Григулецкий В.Г. Обобщение закона действия факторов роста и продуктивности растений Э.А. Митчерлиха // Масличные культуры. 2022. Вып. 2 (190). С. 18-29.
20. Григулецкий В.Г. Приближенные цифровые модели роста и продуктивности растений (обзор) // Масличные культуры. 2022. Вып. 3 (191). С. 79-108.
21. Рэссель Э.Дж. Почвенные условия и рост растений. М.: Сельхозгиз, 1931. 440 с.
22. Иванова Т.И. Прогнозирование эффективности удобрений с использованием математических моделей. М.: Агропромиздат, 1989. 240 с.

References

1. Tsifrovaya ehkonomika Rossiiskoi Federatsii. Programma utverzhdena Rasporyazheniem Pravitel'stva Rossiiskoi Federatsii ot 28 iyunya 2017 g., № 1632-r [Digital economy of the Russian Federation. The program was approved by Order of the Government of the Russian Federation dated June 28, 2017, No. 1632-r].
2. Ognitvsev, S.B. (2018). Kontseptsiya tsifrovoi platformy agropromyshlennogo kompleksa [The concept of a digital platform for the agro-industrial complex]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], vol. 61, no. 2, pp. 16-22.
3. Ognitvsev, S.B. (2018). Aktual'nye voprosy sovremennoi agroproduktivnostvennoi politiki [Current issues of modern agricultural and food policy]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], vol. 61, no. 4 (364), pp. 67-70.

Информация об авторе:

Григулецкий Владимир Георгиевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой высшей математики, gvg-tnc@mail.ru

Information about the author:

Vladimir G. Griguletsky, doctor of technical sciences, professor, head of the department of higher mathematics, gvg-tnc@mail.ru

4. Ognitvsev, S.B. (2019). Tsifrovizatsiya ehkonomiki i ehkonomika tsifrovizatsii APK [Digitalization of the economy and the economics of digitalization of the agro-industrial complex]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], vol. 62, no. 2 (368), pp. 77-80.
5. Kiryushin, V.I., Ivanov, A.L., Kozubenko, I.S. i dr. (2018). Tsifrovoe zemledelie [Digital agriculture]. *Vestnik Rossiiskoi sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Vestnik of the Russian agricultural sciences], no. 5, pp. 4-9.
6. Sandu, I.S., Ryzhenkova, N.E., Fonina, V.E. i dr. (2018). Tsifrovizatsiya kak instrument innovatsionnogo razvitiya APK [Digitalization as a tool for innovative development of the agro-industrial complex]. *APK: ehkonomika, upravlenie* [AIC: economy, management], no. 8, pp. 12-18.
7. Ushachev, I.G., Kolesnikov, A.V. (2020). Razvitie tsifrovyykh tekhnologii v sel'skom khozyaistve, kak sostavnaya chast' agrarnoi politiki [Development of digital technologies in agriculture as an integral part of agricultural policy]. *APK: ehkonomika, upravlenie* [AIC: economy, management], no. 10, pp. 4-16.
8. Ereshko, F.I., Kul'ba, V.V., Medennikov, V.I. (2018). Integratsiya tsifrovoi platformy APK s tsifrovymi platformami smezhnykh otraslei [Integration of the digital platform of the agro-industrial complex with digital platforms of related industries]. *APK: ehkonomika, upravlenie* [AIC: economy, management], no. 10, pp. 34-46.
9. Medennikov, V.I. (2022). Tsifrovaya ehkosistema APK: nauchnyi podkhod [Digital ecosystem of the agro-industrial complex: scientific approach]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], vol. 65, no. 2 (386), pp. 116-119.
10. El'dieva, T.M. (2019). Tsifrovye tekhnologii — nadezhnyi sputnik sovremennoego sel'skogo khozyaistva regiona [Digital technologies are a reliable companion of modern agriculture in the region]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], vol. 62, no. 5 (371), pp. 55-57.
11. Sologub, N.N., Ulanova, O.I., Ostrobordova, N.I., Ostrobordova, D.A. (2021). Problemy i perspektivy tsifrovyykh tekhnologii v sel'skom khozyaistve [Problems and prospects of digital technologies in agriculture]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], vol. 64, no. 4 (382), pp. 28-30.
12. Fedorenko, V.F., Mishurov, N.P., Buklagan, D.S. i dr. (2019). *Tsifrovoe sel'skoe khozyaistvo: sostoyaniye i perspektivy razvitiya* [Digital agriculture: status and development prospects]. Moscow, Rosinformagrotekh Publ., 316 p.
13. Rosinformagrotekh (2019). *Vedomstvennyi proekt «Tsifrovoe sel'skoe khozyaistvo»: ofitsial'noe izdanie* [Departmental project "Digital agriculture": official publication]. Moscow, Rosinformagrotekh Publ., 48 p.
14. Drekler, B., Godzhaev, T.Z. (2018). *Tsifrovizatsiya sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva Rossii na period 2018-2025 gg.* [Digitalization of agricultural production in Russia for the period 2018-2025]. Moscow-Berlin, FGBNU FNATS VIM, 32 p.
15. Mitscherlich, E.A., Merrec, E. (1909). Eine quantitative Stickstoffanalyse für sehr geringe Mengen. *Landwirtschaftliche Jahrbücher. Zeitschrift für wissenschaftliche Landwirtschaft*, bd. XXXVIII, vol. 7, st. 537-552.
16. Mitcherlikh, E.A. (1957). *Pochvovedenie* [Soil science]. Moscow, Izdatel'stvo inostrannoi literatury, 416 p.
17. Mitcherlikh, E.A. (1928). *Potrebnost' pochvy v udobrenii. Prakticheskoe primenenie v zemledelii zakona deistviya faktorov rosta* [Soil need for fertilizer. Practical application in agriculture of the law of action of growth factors]. Moscow-Leningrad, Gosizdat Publ., 70 p.
18. Mitcherlikh, E.A. (1931). *Opreделение potrebnosti pochvy v udobrenii* [Determining soil fertilizer needs]. Moscow-Leningrad, State publishing house of agricultural and collective farm-cooperative literature, 104 p.
19. Griguletskii, V.G. (2022). Obobshchenie zakona deistviya faktorov rosta i produktivnosti rastenii Eh.A. Mitcherlikha [Generalization of the law of action of plant growth and productivity factors E.A. Mitscherlikha]. *Maslichnye kul'tury* [Oil crops], issue 2 (190), pp. 18-29.
20. Griguletskii, V.G. (2022). Priblizhennyye tsifrovyye modeli rosta i produktivnosti rastenii (obzor) [Approximate digital models of plant growth and productivity (review)]. *Maslichnye kul'tury* [Oil crops], issue 3 (191), pp. 79-108.
21. Rehsel', E.H. (1931). *Pochvennyye usloviya i rost rastenii* [Soil conditions and plant growth]. Moscow, Sel'khozgiz Publ., 440 p.
22. Ivanova, T.I. (1989). *Prognozirovaniye ehffektivnosti udobrenii s ispol'zovaniem matematicheskikh modelei* [Predicting fertilizer efficiency using mathematical models]. Moscow, Agropromizdat Publ., 240 p.



Научная статья

УДК 33.06

doi: 10.55186/25876740_2024_67_3_337

АРХИТЕКТУРА ЭФФЕКТИВНОСТИ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЕЛЬХОЗТОВАРОПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ РЕГИОНА В УСЛОВИЯХ САНКЦИЙ

Ю.В. Лысенко¹, А.В. Дубынина¹, Н.А. Калмакова¹, М.В. Лысенко²¹Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Россия²Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет, Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. В нынешних реалиях выявление трансформационных факторов, воздействующих на финансовые результаты и эффективность хозяйственной деятельности инженерных организаций, в срок предусматривает проведение оценки индикаторов, учитывающей баланс интересов для обеспечения разработки управленческих решений, способствующих улучшению качества деятельности, эффективному использованию инженерных инноваций и собственного капитала. В процессе исследования была выполнена оценка предпринимательской активности, продолжительности операционного и финансового циклов, устойчивости в финансовом плане у инженерных организаций, а также проведен факторный анализ доходности капитала, на примере производителей сельскохозяйственной техники. Оценка индикаторов включала оценку оборачиваемости оборотных активов, рентабельности, SWOT-анализ и выявление рисков снижения эффективности хозяйственной деятельности с учетом факторов, влияющих на оптимизацию левериджа. Низкая прибыльность инженерного бизнеса обусловлена неэффективной стратегией ценообразования, установлением низких цен при участии в государственных контрактах и значительным объемом переменных расходов в общей структуре себестоимости. Для улучшения ситуации предложено оптимизировать работу дилерских центров, специализирующихся на продаже сельскохозяйственной техники по государственным контрактам, а также напрямую сотрудничать с представителями агробизнеса. Это включает в себя расширение спектра дилерских услуг и пересмотр ценовой политики.

Ключевые слова: сельскохозяйственные организации, инженерные организации, финансовое состояние, управленческое решение, прибыль, рентабельность, оптимизация, ценовая политика

Благодарности: исследование проведено при финансовой поддержке научного фонда Уральского филиала Финансового университета при Правительстве Российской Федерации.

Original article

ARCHITECTURE OF ECONOMIC ACTIVITY EFFICIENCY OF AGRICULTURAL PRODUCERS OF THE REGION UNDER SANCTIONS

Yu.V. Lysenko¹, A.V. Dubynina¹, N.A. Kalmakova¹, M.V. Lysenko²¹Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow, Russia²St. Petersburg State Forest Technical University, St. Petersburg, Russia

Abstract. In the current realities, the identification of transformational factors affecting the financial results and efficiency of economic activities of engineering organizations requires a timely assessment of indicators, taking into account the balance of interests to ensure the development of management decisions that contribute to improving the quality of activities, the effective use of engineering innovations and equity capital. During the research, an assessment was made of entrepreneurial activity, the duration of the operating and financial cycles, financial stability of engineering organizations, return on equity was also analyzed, using the example of agricultural machinery manufacturers. The assessment of indicators included an assessment of turnover of current assets, profitability, SWOT analysis and identification of risks of reducing the efficiency of business activities, taking into account factors influencing the optimization of leverage. The low profitability of the engineering business is due to an ineffective pricing strategy, low prices when participating in government contracts and a significant amount of variable costs in the overall cost structure. To improve the situation, it was recommended to improve the work of dealer centers specializing in the sale of agricultural machinery under government contracts, as well as directly cooperate with representatives of agribusiness. This includes expanding the range of dealer services and revising the pricing policy.

Keywords: сельскохозяйственные организации, engineering organizations, financial condition, management decision, profit, profitability, optimization, price policy

Acknowledgments: this study was performed thanks to the financial support of the scientific fund of the Ural branch of the Financial University under the Government of the Russian Federation.

Введение. В современном мире финансовое состояние и результаты работы инженерных организаций, в том числе в сфере АПК, зависят от множества факторов. Макроэкономические факторы, такие как социально-экономическая ситуация в стране, действующее законодательство, инфляция, колебания валют и экономические санкции, оказывают значительное влияние на деятельность инженерных организаций. Микроэкономические аспекты, такие как наличие достаточного капитала, высококвалифицированных кадров, надежных поставщиков, стабильный спрос на продукцию, эффективное управление и устойчивые объемы продаж, также играют важную роль в успешном функционировании инженерных организаций. Эта ситуация остро влияет на необходимость

оптимизации финансового состояния инженерных организаций в регионе. Выявление актуальных факторов, влияющих на финансовые результаты и эффективность инженерных организаций, а также базирующиеся на этом анализе управленческие решения, способствуют повышению качества их работы. По этой причине стоит подчеркнуть актуальность и важность данной темы исследования.

Научная новизна заключается в рекомендациях по увеличению спектра инженерных и дилерских услуг и внесении корректировок в проводимую ценовую политику, демонстрируемых на производителях сельскохозяйственной техники, которые повлияют на повышение эффективности их хозяйственной деятельности в условиях санкций.

Цель и задачи исследования. Цель — разработать и научно обосновать рекомендации для оптимизации финансового состояния современных инженерных организаций региона в условиях санкций. Для ее реализации было необходимо решить нижеперечисленные задачи:

- разработать методический инструментарий для оптимизации финансового состояния современных инженерных организаций региона в условиях санкций;
- разработать методику региональной оценки экономических взаимоотношений в процессе формирования показателей финансового положения инженерных организаций, специализирующихся на производстве сельскохозяйственной техники в данном регионе.

Методы исследования. Для проведения исследования были использованы финансовые отчеты за трехлетний период 2019-2021 гг., материалы ФНС РФ. Был разработан метод мониторинга эффективности работы инженерных организаций региона в условиях санкций, который позволяет своевременно принимать управленческие решения.

В ходе работы была проведена оценка доступности ресурсов, совершен подбор наиболее подходящий канал финансирования, также проведен анализ по качеству и количеству.

Эффективность работы оценивалась с помощью индикаторов, которые учитывают снижение рисков предпринимательской деятельности. В качестве индикаторов, показывающих эффективность работы инженерных организаций в условиях изменения международной обстановки, были выбраны показатели, представленные в табл. 1.

Ход исследования. Помимо широко применяемых в мировой практике показателей эффективности, прибыли и рентабельности, анализ финансового состояния инженерных ор-

ганизаций в сфере сельского хозяйства должен уделять внимание нескольким дополнительным аспектам. Важное значение имеет высокая оборачиваемость активов и оборотных средств при определении финансовых результатов и их увеличении за счет быстрой оборачиваемости оборотного капитала. Факторы, влияющие на эффективность работы региональных инженерных организаций, включают предпринимательскую активность, продолжительность операционного и финансового циклов и финансовую стабильность. Наличие собственных оборотных средств и включение долгосрочных обязательств в структуру финансирования улучшают финансовые результаты и эффективность работы региональных инженерных организаций.

Федеральной налоговой службой установлены нормативы рентабельности для различных видов деятельности. Например, для производителей сельхозтехники — это 3,2% на 2019 год. Данный показатель может служить нормативом для рентабельности продаж.

Производителям рекомендуется придерживаться данного уровня при разработке стратегии по политике образования цен. При том на текущий год процент может составлять половину норматива с повышением на последующий период [1].

Разработанный алгоритм оценки финансового положения производителей техники региона учитывает ключевые параметры, особенно в контексте изменений в деятельности на мировом рынке и требует внедрения эффективных управленческих решений для роста продаж и изменений ценообразования.

При исследовании финансового состояния производителей техники в регионе были выявлены низкие уровни рентабельности. Решением выступает активизация деятельности дилерских центров, которые не только осуществляют продажи сельскохозяйственной

Таблица 1. Показатели эффективности деятельности экономических агентов в регионе
Table 1. Identified performance indicators of economic entities in the region

| Индикаторы | Цель анализа | Состав показателей |
|---|---|--|
| 1. Оценка оборачиваемости оборотных активов | Определить скорость обращения оборотного капитала и средств в расчетах для поиска эффективных управленческих решений. | Коэффициенты оборачиваемости: оборотных активов, запасов, кредиторской и дебиторской задолженностей, денежных средств; Длительность операционного цикла; Длительность финансового цикла. |
| 2. Оценка рентабельности | Определить уровень рентабельности в комплексе с анализом затрат в составе себестоимости (переменных, постоянных) для поиска необходимых управленческих решений. | Рентабельность продаж; Рентабельность продукции (издержек); Оценка структуры себестоимости. |
| 3. SWOT-анализ и выявление рисков снижения эффективности деятельности | Определить возможности оптимизации затрат, роста выручки, прибыли от продаж. | Сильные стороны по итогам анализа эффективности хозяйственной деятельности; Слабые стороны; Возможности организаций в части повышения финансовых результатов. |

Таблица 2. Продажа запасных частей и сервисного обслуживания проданной техники дилерами
Table 2. Sale of spare parts and service of sold equipment by dealers

| Организация | Географическое положение | Вид деятельности | | |
|-----------------------------------|---------------------------------|------------------|-------------------|--------|
| | | продажа а авто | продажа запчастей | сервис |
| ООО ПФК Спецтехкомплект | г. Якутск | + | + | — |
| АО Техсервис-Благовещенск | г. Благовещенск | + | + | + |
| ООО Интерспецтранс | г. Сургут | + | — | — |
| ООО Карьерные машины | г. Иркутск | + | + | + |
| ООО ПКФ Омский автоцентр | г. Омск | + | + | — |
| ООО ПКФ Спецтехкомплект | г. Екатеринбург | + | + | — |
| ООО Ресурсы Урала | г. Новый Уренгой | + | — | — |
| ООО ТК УЗСТ | г. Челябинск | + | — | — |
| ООО Урал СТ | г. Усинск | + | — | — |
| ООО УралАЗ-Югра | г. Сургут | + | — | + |
| ООО Автомобильная компания Самара | г. Самара | + | + | + |
| ООО Автоцентр Автоград | г. Калининград | + | + | — |
| ООО Автоцентр Газ -Лидер | п. Зоринский, Саратовский район | + | — | — |
| ООО Автоэкспресс-Плюс | г. Вологда | + | + | + |
| ООО Группа компаний Вертикаль | г. Санкт-Петербург | + | + | + |
| ООО Краевой Уралавтоцентр | г. Красноярск | + | + | + |
| ООО Орион-Моторс | г. Красноярск | + | + | — |
| ООО Сибтрансстехсервис | г. Кемерово | + | — | + |
| ООО СпецМаш | г. Набережные Челны | + | — | — |
| ООО Техмашинвест | г. Хабаровск | + | + | + |
| ООО Техсервис - Хабаровск | г. Хабаровск | + | — | — |
| ООО Техсервис МСК | г. Ивантеевка, Московская | + | — | — |

+ Организация осуществляет указанный вид деятельности;
— Организация не осуществляет данного вида деятельности.



техники по государственным контрактам, но также напрямую предоставляют свои услуги организациям в агробизнесе, представляя интересы различных заинтересованных сторон. Это обусловлено неэффективной ценовой политикой, установленной для участия в государственных контрактах, а также высокой долей переменных затрат в общей стоимости производства. Сервисное обслуживание и реализация запасных частей — это задачи, которые также выполняют дилерские центры [3].

На сегодняшний день сеть дилеров, сотрудничающих с сельхозпроизводителями, включает 51 компанию, из них 25 находятся в России, а остальные — в СНГ.

Из вышеупомянутых 25, только 9 из них занимаются также продажей запасных частей, что представляется как упущение возможности для экономической выгоды. В табл. 2 можно ознакомиться с компаниями, выступающими официальными дилерами для сельскохозяйственных товаропроизводителей. Следует активно развивать данное направление в указанных организациях.

Из перечня указанных компаний 12 фирм занимаются реализацией запасных частей, а 11 предоставляют услуги по сервисному обслуживанию.

Важно отметить, что лишь 7 компаний из этого списка охватывают весь спектр услуг, включая продажу автомобилей, предоставление запасных частей и сервисное обслуживание.

Необходимо полностью и эффективно использовать возможности дилеров и обратить внимание на ассортимент их услуг в сфере продаж запчастей. В таблице 3 представлены данные о доходах за 2019–2021 года, скомпонованных по видам деятельности.

Результаты и обсуждения. Исходя из данных видно, что высокоразвитая и эффективно структурированная дилерская сеть занимает преобладающую долю в общем объеме продаж и выручки в период с 2019 по 2021 год. Продажа через дилеров также имела отрицательную динамику — 1,25%. За рассматриваемый период общая динамика собственных продаж имела отрицательный характер, показатели снизились на 4,49%. В целом, объем продаж запчастей значительно вырос до 28,57% за весь рассматриваемый период.

Привести к дополнительному росту их доходов может сотрудничество производителей сельскохозяйственной техники с официальными дилерами, продающими исключительно технику. Также рекомендуется увеличить цены на всю сельскохозяйственную технику, взяв за

основу уровень инфляции. Подобные изменения в ценообразовании позволят увеличить уровень их доходности [5].

Предложения по улучшению финансового состояния производителей техники в регионе в условиях изменения международной обстановки на планируемый период включают следующие меры:

1) Заключение контрактов с компаниями — дилерами России, занимающихся исключительно продажей сельскохозяйственной техники и запчастей. Оценка этого показателя основана на следующей информации: если разделить общую сумму дохода от продаж запчастей на 98 компаний, торгующих запчастями напрямую от завода, получится средняя прибыль от продажи запчастей одной компанией-дилером — 4 млн 765 тыс. 200 руб.. Такие контракты принесут прирост выручки в размере 13%. Дополнительный доход от продажи запчастей 13 компаниям-дилерам, торгующим только сельскохозяйственной техникой, составит около 6 млн 194 тыс. 800 руб. (табл. 4).

Исходя из вышеупомянутых данных, можно вычислить, что прирост дохода составит 13,27%, что включает в себя доход, полученный от всех продаж за 2021 год (46 млн 699 тыс. руб.) плюс прибыль от продаж 13-ти компаний в размере 6 млн 194 тыс. 800 руб., которые занимаются другими видами деятельности в качестве официальных дилеров (табл. 4) [7].

2) Необходимо скорректировать цены на производимую сельскохозяйственную технику и, соответственно, общую прибыль на минимум 4,1%, согласно уровню инфляции в стране в 2021 году. Планируемая прибыль составляет 6 млн 559 тыс., что в 30 раз превышает показатель 2019 г.. Ожидаемый прирост дохода в плане составляет 4,1% или 9 млн 354 тыс. руб., увеличение затрат на материальные затраты также составит 4,1%. Это приведет к увеличению материальных издержек на производство сельскохозяйственной техники и запчастей, но в противовес этому, уровень прибыли и рентабельность деятельности вырастет. Результаты экономического обоснования этих мер представлены в табл. 4.

Таблица 3. Структура доходов
Table 3. Income structure

| Показатель | 2019 год | | 2020 год | | 2021 год | |
|--|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|
| | тыс. руб. | % | тыс. руб. | % | тыс. руб. | % |
| Выручка, в том числе: | 279 186 | 100 | 74 229 | 100 | 228 136 | 100 |
| продажа сельскохозяйственной техники заводом-изготовителем | 54 553 | 19,54 | 7 534 | 10,15 | 34 334 | 15,05 |
| продажа сельскохозяйственной техники через официальных дилеров | 109 273 | 39,14 | 27 160 | 36,59 | 86 441 | 37,89 |
| продажа запасных частей | 58 992 | 21,13 | 21 207 | 28,57 | 46 699 | 20,47 |
| материально-техническое обеспечение сервисных центров | 56 368 | 20,19 | 18 327 | 24,69 | 60 661 | 26,59 |

Таблица 4. Изменения ценовой политики и расширения услуг дилеров при оценке финансового состояния организаций региона по производству техники
Table 4. Changes in pricing policy and expansion of dealer services when assessing the financial condition of regional equipment production organizations

| Показатели | 2021 г., тыс. руб. | Изменение за счет мероприятия, тыс. руб. | Плановый период, тыс. руб. | Темп роста, % |
|---|--------------------|--|----------------------------|---------------|
| Мероприятие 1 – запуск деятельности 13 компаний-дилеров в рамках договоров продажи запчастей | | | | |
| Выручка от продажи запасных частей | 46699,0 | 6194,8 | 52894,2 | 113,3 |
| Себестоимость проданных запасных частей | 40428,5 | 4866,4 | 45294,9 | 112,0 |
| Прибыль от продаж | 6270,9 | 1328,4 | 7599,3 | 121,2 |
| Мероприятие 2 – корректировка стоимости (цены) выпускаемой сельскохозяйственной техники на 4,1% инфляции 2021 г. | | | | |
| Выручка | 228 136 | 9 354 | 237 490 | 104,10 |
| Себестоимость, в том числе: | 227 922 | 3 008 | 230 930 | 101,32 |
| – материальные затраты | 73 368 | 3 008 | 76 376 | 104,10 |
| Прибыль от продаж | 214 | – | 6 559 | 30,6 pas |
| Итого эффективность хозяйственной деятельности по двум мероприятиям | | | | |
| Выручка | 228 136 | – | 243 684,4 | 106,82 |
| Себестоимость | 227 922 | – | 235 796,5 | 103,45 |
| Прибыль от продаж | 214 | – | 7 887,9 | 36,8 pas |
| Чистая прибыль | 227 | – | 6 310,3 | 21 pas |





Таблица 5. Изменения внешней политики в плановом периоде в результате мероприятий при оптимизации финансового состояния организаций сельскохозяйственной техники региона

Table 5. Changes in foreign policy in the planning period as a result of measures to optimize the financial condition of agricultural machinery organizations in the region

| Показатели | Значение показателя | | |
|--|---------------------|-----------------|----------------------|
| | 2021 г. | плановый период | экономический эффект |
| Рентабельность продаж, % | 0,09 | 3,24 | 3,14 |
| Выручка, тыс. руб. | 228 136 | 243 684 | 15 548 |
| Прибыль от продаж, тыс. руб. | 214 | 7 888 | 7 674 |
| Рентабельность продукции (издержек), % | 0,09 | 3,35 | 3,25 |
| Себестоимость | 227 922 | 235 796 | 7 874 |
| Рентабельность активов, % | 0,66 | 18,47 | 17,81 |
| Чистая прибыль, тыс. руб. | 227 | 6 310 | 6 083 |
| Стоимость активов, тыс. руб. | 34 159 | 34 159 | 0 |

Исходя из вышеизложенного можно спрогнозировать, что выручка увеличится на 6,82%, себестоимость возрастет на 3,45%, прибыль от продаж изменится. Результаты анализа изменения показателей, характеризующих в условиях меняющейся международной обстановки представлено финансовое положение организаций в табл. 5 [8].

Результат оптимизации финансового состояния организаций по производству сельскохозяйственной техники региона: в плановом периоде прогноз по росту рентабельности продаж составит чуть больше 3%, а рост издержек составит около 3,3% [9].

Таким образом, норматив рентабельности продукции, установленный на уровне 3,2% будет не просто выполнен, но и немного превышен.

Область применения результатов. Оптимизация финансового состояния инженерных организаций по производству сельскохозяйственной техники региона при изменении обстановки в мире является основообразующей для разработки группы индикаторов. Данная модель использования рентабельности дает преимущества для деятельности дилеров и для корректировки цены производимой техники с учетом инфляции.

Выводы и рекомендации. Таким образом, практические рекомендации включают заключение договора с официальными дилерами, повышение стоимости техники по уровню инфляции. Такие меры позволят увеличить выручку в 4,1%, себестоимости — 1,32% и плановой прибыли.

В общем и целом, показатели выручки увеличатся в 6,82%, себестоимости — 3,45%.

Таким образом, разработанные рекомендации действительно способствуют оптимизации финансового состояния по увеличению спектра дилерских услуг и корректировкам стоимости продукции. Соответственно, они могут быть внедрены в деятельность производителей сельхозтехники.

Список источников

1. Просвирина И.И., Проскурина. В.В. Оптимизация капитала предприятия путем минимизации уровня финансовых рисков по данным бухгалтерской отчетности. Научно-аналитический экономический журнал. 2016. № 9 (10). С.3.
2. Хабидуллин Л.Р., Янгиров А.В. Капитал предприятия и оптимизация его структуры. Научно-практические исследования. 2017. № 1 (1). С. 33-39.
3. Ковалев В.В. Введение в финансовый менеджмент. Финансы и статистика. 2015. № 32. С. 768.
4. Герасименко О.А., Молокова В.И. Структура капитала и возможности ее оптимизации. Инновационная наука. 2017. № 3. С. 154-157.
5. Губанова Е.В. Оптимизация структуры капитала организации. Вестник Воронежского института экономики и социального управления. 2017. № 1. С. 19-24.
6. Губанова Е.В., Орловцева О.М. Многокритериальная оценка эффективности деятельности организации по данным бухгалтерской (финансовой) отчетности. Манускрипт. 2016. С. 80.
7. Давыдова Л.В., Ильминская С.А. Особенности формирования структуры капитала предприятия. Финансы и кредит. 2015. № 47. С. 42-51.

8. Кириллов Ю.В., Назимко Е.Н. Решение многокритериальной задачи оптимизации структуры капитала. Экономический анализ: теория и практика. 2015. № 28 (331). С.55-65.

9. Пиняева А.Е. Оптимизация структуры капитала предприятия. Политика, экономика и инновации. 2016. № 8 (10). С. 16.

10. Шохина Л.С., Брыкина О.В. Оптимизация структуры заемного капитала предприятия. Финансовый вестник. 2017. С. 26-33.

References

1. Prosvirina I.I., Proskurina. V.V. (2016). *Optimizatsiya kapitala predpriyatiya putem minimizatsii urovnya finansovykh riskov po dannym bukhgalterskoi otchetnosti* [Optimization of the company's capital by minimizing the level of financial risks according to accounting statements]. Scientific and analytical economic journal, no. 9 (10), pp. 3.
2. Khabibullina L.R., Yangirov A.V. (2017). *Kapital predpriyatiya i optimizatsiya ego struktury* [Enterprise capital and optimization of its structure]. Scientific and practical research, no. 1 (1), pp. 33-39.
3. Kovalev V.V. (2015). *Vvedenie v finansovyi menedzhment* [Introduction to financial management]. Finance and statistics, no. 32 (1), pp. 768.
4. Gerasimenko O.A., Molokova V.I. (2017). *Struktura kapitala i vozmozhnosti ee optimizatsii* [The capital structure and the possibilities of its optimization]. Innovative science, no 3, pp. 154-157.
5. Gubanova E.V. (2017). *Optimizatsiya struktury kapitala organizatsii* [Optimization of the capital structure of the organization]. Bulletin of the Voronezh Institute of Economics and Social Management, no. 1, pp. 19-24.
6. Gubanova E.V., Orlovtsseva O.M. (2016). *Mnogokriterial'naya otsenka effektivnosti deyatel'nosti organizatsii po dannym bukhgalterskoi (finansovoi) otchetnosti* [Multi-criteria assessment of the effectiveness of the organization's activities according to accounting (financial) statements]. The manuscript, pp. 80.
7. Davydova L.V., Il'minskaya S.A. (2015). *Osobennosti formirovaniya struktury kapitala predpriyatiya* [Features of the formation of the capital structure of the enterprise]. Finance and credit, no. 47, pp. 42-51.
8. Kirillov Yu.V., Nazimko E.N. (2015). *Reshenie mnogokriterial'noi zadachi optimizatsii struktury kapitala* [Solving the multi-criteria problem of optimizing the capital structure]. Economic analysis: theory and practice, no. 28 (331), pp. 55-65.
9. Pinyayeva A.E. (2016). *Optimizatsiya struktury kapitala predpriyatiya* [Optimization of the capital structure of the enterprise]. Politics, economics and innovation, no. 8 (10), pp. 16.
10. Shokhina L.S., Brykina O.V. (2017). *Optimizatsiya struktury zaemnogo kapitala predpriyatiya* [Optimization of the company's debt capital structure]. Financial Bulletin, pp. 26-33.

Информация об авторах:

Лысенко Юлия Валентиновна, доктор экономических наук, профессор кафедры Экономики, финансы и управление, Финансовый университет при Правительстве РФ, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8173-4174>, lysenkoyulia@mail.ru
Дубынина Анна Валерьевна, кандидат экономических наук, доцент, кафедра экономики, финансов и управления, Финансовый университет при Правительстве РФ, ORCID: <http://orcid.org/0009-0004-1190-4694>, ann-file@mail.ru
Калмакова Надежда Анатольевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры Экономика, финансы и управление, Финансовый университет при Правительстве РФ, ORCID: <http://orcid.org/0009-0000-0014-4862>, nakalmakova@mail.ru
Лысенко Максим Валентинович, доктор экономических наук, доцент, кафедра экономики, учета и анализа хозяйственной деятельности, Санкт Петербургский лесотехнический университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0680-4478>, dec_eib@mail.ru

Information about the authors:

Yulia V. Lysenko, doctor of economic sciences, professor of the department of economics, finance and management, Financial University under the Government of the Russian Federation, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8173-4174>, lysenkoyulia@mail.ru
Anna V. Dubynina, candidate of economic sciences, associate professor, department of economics, finance and management, Financial University under the Government of the Russian Federation, ORCID: <http://orcid.org/0009-0004-1190-4694>, ann-file@mail.ru
Nadezhda A. Kalmakova, candidate of economic sciences, associate professor of department of the economics, finance and management, Financial University under the Government of the Russian Federation, ORCID: <http://orcid.org/0009-0000-0014-4862>, nakalmakova@mail.ru
Maksim V. Lysenko, doctor of economic sciences, associate professor of the department of economics, accounting and analysis of economic activities, St. Petersburg Forestry University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0680-4478>, dec_eib@mail.ru



Научная статья

УДК 338.28

doi: 10.55186/25876740_2024_67_3_341

ЦИФРОВИЗАЦИЯ И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ: РЕВОЛЮЦИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ ДЛЯ БОЛЕЕ «ЗЕЛЕННОГО» БУДУЩЕГО

А.Е. Зимин¹, Н.В. Седова²¹ООО «Мерц Фарма», Москва, Россия²Всероссийская академия внешней торговли Всероссийская академия внешней торговли
Министерства экономического развития Российской Федерации, Москва, Россия

Аннотация. Цель настоящего исследования заключается в глубоком анализе воздействия цифровизации на сельское хозяйство и ее ключевой роли в обеспечении устойчивого развития отрасли. С увеличением глобального спроса на продовольствие, обусловленного ростом населения, вопрос об обеспечении продовольственной безопасности становится более острым. Цифровизация сельского хозяйства рассматривается как важнейший инструмент для повышения производительности и эффективности в сфере сельского хозяйства, а также для снижения негативного воздействия на окружающую среду. Исследование включает всесторонний анализ различных аспектов цифровизации, таких как применение информационных технологий, датчиков, автоматизированных систем и аналитики данных для мониторинга и управления всеми этапами сельскохозяйственных процессов. Эти технологии не только способствуют точному управлению ресурсами, но и оптимизируют производственные процессы, сокращая потребление воды и химических удобрений, что, в свою очередь, способствует улучшению экологической устойчивости сельского хозяйства. Подчеркивается, что цифровизация сельского хозяйства имеет потенциал стать ключевым фактором в формировании более «зеленого» и устойчивого будущего для сельских регионов и всей планеты. В контексте современных вызовов, таких как изменение климата и стремление к устойчивому развитию, данное исследование предоставляет не только практические рекомендации, но и ценные научные перспективы, раскрывая как цифровые технологии могут эффективно способствовать улучшению производства продовольственных ресурсов с учетом требований экологической устойчивости.

Ключевые слова: цифровизация сельского хозяйства, устойчивое развитие, ESG, точное земледелие, геоинформационные системы

Original article

DIGITALIZATION AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT: REVOLUTIONIZING AGRICULTURE FOR A GREENER FUTURE

A.E. Zimin¹, N.V. Sedova²¹«Merts Farma» Limited Liability Company, Moscow, Russia²Russian Foreign Trade Academy, Moscow, Russia

Abstract. The purpose of this study is to provide an in-depth analysis of the impact of digitalization on agriculture and its key role in ensuring sustainable development of the sector. Increasing global demand for food due to population growth makes the issue of food security more important. Digitalization of agriculture is seen as a critical tool to improve productivity and efficiency in agriculture as well as to mitigate the negative impact on the environment. The study includes a comprehensive analysis of various aspects of digitalization such as the application of information technology, sensors, automated systems and data analytics to monitor and manage all stages of agricultural processes. These technologies do not only facilitate accurate resource management, but also optimize production processes by reducing the consumption of water and chemical fertilizers, which in turn contributes to improving the environmental sustainability of agriculture. It is emphasized that the digitalization of agriculture has the potential to be a key factor in shaping a greener and more sustainable future for rural regions and the planet. In the context of current challenges such as climate change and the striving for sustainable development, this study provides not only practical recommendations but also valuable scientific perspectives, revealing how digital technologies can effectively contribute to improving food production in an environmentally sustainable manner.

Keywords: agriculture digitalization, sustainable development, ESG, precision agriculture, GIS techniques

Введение. В современную эпоху, когда численность населения планеты растет, а экологические проблемы обостряются, стремление к устойчивому развитию становится как никогда актуальным. Объединение цифровых технологий и сельского хозяйства, часто называемое «цифровым сельским хозяйством» или «цифровизацией сельского хозяйства», стало мощным катализатором для достижения целей устойчивого развития — обеспечения продовольственной безопасности, экономического роста и сохранения окружающей среды. Это объединение способно произвести революцию в традиционном сельском хозяйстве, предлагая инновационные решения давних проблем и способствуя формированию более устойчивой и жизнеспособной продовольственной системы.

Цифровизация охватывает широкий спектр технологий, включая, в частности, Интернет вещей (IoT), искусственный интеллект (ИИ), аналитику больших данных и дистанционное зондирование. В контексте сельского хозяйства эти цифровые инструменты используются для совершенствования различных аспектов сельскохозяйственной деятельности — от управления посевами и отслеживания поголовья скота до оптимизации цепочки поставок и доступа к рынкам. Использование этих технологий позволяет фермерам принимать более взвешенные решения, сокращать нерациональное использование ресурсов, минимизировать воздействие на окружающую среду и одновременно повышать производительность и доход.

Цель данной статьи — изучить фундаментальные последствия цифровизации для сель-

ского хозяйства и ее роль в обеспечении устойчивого развития. Автор рассмотрит цифровые инструменты, которые эффективно внедряются в сельскохозяйственную практику, подчеркнет их потенциал для повышения эффективности использования ресурсов, смягчения последствий изменения климата и содействия развитию сельских районов. На основе всестороннего обзора последних исследований и конкретных примеров автор проиллюстрирует, как цифровизация преобразует сельскохозяйственный сектор, продвигая его к более экологичному и устойчивому будущему.

В статье рассматриваются такие ключевые направления, как точное земледелие, интеллектуальное сельское хозяйство и геоинформационные системы. Также будут рассмотрены проблемы и барьеры, которые могут препятствовать



широкому внедрению цифровых методов ведения сельского хозяйства.

Понимание сложной взаимосвязи между цифровизацией и устойчивым сельским хозяйством позволит нам проложить путь к созданию более эффективных, экологических и социально справедливых систем производства продуктов питания. Эти исследования необходимы не только для обеспечения будущего, в котором мы сможем удовлетворить растущий спрос на продукты питания и волокна, но и для защиты хрупких экосистем, от которых зависит производство продовольствия. Вступая на путь создания более цифрового, устойчивого и жизнеспособного сельскохозяйственного сектора, мы закладываем основу для более экологичного будущего, где урожай от прогресса получают и фермеры, и планета.

Обзор текущей ситуации. Стремительный рост численности населения планеты представляет собой одну из наиболее актуальных проблем современности. В 1960 году общая численность населения Земли составляла 3,0 млрд человек, к 2000 году выросла до 6,1 млрд человек [1], а в 2023 году превысила 8 млрд. По оценкам специалистов, к 2050 году численность населения Земли превысит 9,7 млрд. человек [2], что создаст беспрецедентный спрос на продовольствие, воду и другие важнейшие ресурсы. Чтобы обеспечить продовольственную безопасность растущего населения и при этом сохранить природные ресурсы и экосистемы нашей планеты, мы должны мыслить инновационно и находить устойчивые решения, которые позволят увеличить производство сельскохозяйственной продукции без ущерба для окружающей среды.

В тоже время мировое производство зерновых (пшеница, рожь, рис, овёс, ячмень, кукуруза, сорго, просо) в 1961 году составляло 876 млн тонн, к 2000 году достигло 2 058 млн тонн [3], а по прогнозу Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО) в 2023 году достигнет 2 819 млн тонн [4]. С одной стороны, производство зерновых за рассматриваемый период увеличилось более, чем в 3,2 раза при росте численности населения в 2,6 раза (Рисунок 1). Но несмотря на эту позитивную статистику, на Земле на текущий момент более 2 миллиардов человек испытывают потребность в зерне [5]. То есть текущие уровни прироста производства зерновых не успевают за потребностями и спросом на данный

продукт. Помимо этого, ситуация за последние годы усугубилась из-за пандемии коронавируса, а также из-за нарушения цепочек поставок в условиях санкций против России после начала СВО на Украине.

Чтобы бороться с голодом, обеспечить равный доступ к продовольствию каждого жителя планеты и искоренить все формы неполноценного питания необходимо необходимы новые инновационные подходы к продовольственной безопасности и инструментам, используемым при производстве зерновых.

Цифровизация в производстве зерновых. Россия занимает третье место в мире по производству пшеницы. За 2022 год было собрано 153,83 млн тонн зерна, в том числе 104,4 млн тонн пшеницы, против 121,4 млн тонн годом ранее [6]. Такие феноменальные результаты получилось достичь путем повышения урожайности зерновых, которая увеличилась почти на 33% с 25,4 ц/га в 2018 году до 33,6 ц/га в 2022 году [7]. Несмотря на это очевидно, что у классических инструментов повышения урожайности (селекция, использование органических и минеральных удобрений, специальная подготовка почвы и т.п.) есть свои пределы роста. Помимо этого, растущий мировой спрос на продукты питания, корма для животных, текстиль и возобновляемые источники энергии все сильнее нагружает сельскохозяйственные экосистемы. Усиление нагрузки начинает подрывать естественную способность экосистем восстанавливаться после воздействия внешних факторов, что может привести к беспрецедентным экологическим сдвигам в глобальном масштабе. В дополнение ко всему глобальное изменение климата ведет аномальным температурным колебаниям, изменениям в количествах осадков, учащению экстремальных погодных явлений, таких как засухи, наводнения. Эти факторы приводят к росту производственных затрат, увеличению уязвимости к вредителям и болезням, что в совокупности усиливает нагрузку на сельскохозяйственные угодья в России и во всем мире. Именно поэтому необходимо искать альтернативные пути стимулирования роста урожайности зерновых без чрезмерной нагрузки на окружающую среду для расширения экспортного потенциала и внесение своего вклада в устойчивое будущее. И одним из таких возможных путей может оказаться приход новых цифровых технологий в сельское хозяйство.

Преобразующее воздействие цифровизации на сельскохозяйственный сектор не вызывает сомнений, а ее влияние распространяется на все сферы. Она органично вписалась в различные аспекты сельского хозяйства, охватывая такие важнейшие области, как оценка земель, совместимость почв и культур, получение погодных данных в режиме реального времени, мониторинг роста культур, оптимизация урожайности биомассы и точность агротехнических методик.

Цифровизация — это не просто модная инновация, ее преимущества имеют глобальный характер. Она служит мощным инструментом для совершенствования сельского хозяйства в мировом масштабе. Благодаря использованию приложений для смартфонов и компьютеров, мониторингу в режиме реального времени, использованию данных спутниковой и метеорологической информации она дает многочисленные преимущества в сельском хозяйстве. Фермеры, работники сельского хозяйства и заинтересованные стороны теперь имеют доступ к огромному количеству информации. Они могут принимать взвешенные решения, оптимизировать свои процессы и легко адаптироваться к изменяющимся условиям. Эта цифровая революция открывает новую эру повышения производительности и эффективности сельского хозяйства, обеспечивая устойчивое управление ресурсами и повышая надежность средств к существованию во всем мире.

Существует большое количество технологических цифровых решений, направленных на достижение целей обеспечения устойчивости сельского хозяйства. Их можно классифицировать на три большие группы:

- 1) Программные продукты, например, системы компьютерного моделирования.
- 2) Оборудование и различные аппаратные средства, такие как беспилотные летательные аппараты, IoT-датчики, роботизированные системы орошения, автоматизированная сельхозтехника для уборки сельскохозяйственных культур и т.д.
- 3) Комбинация первых двух групп, например, комбайны, которые на основе искусственного интеллекта и специальных сенсоров уничтожают сорные растения [8].

В следующих главах мы рассмотрим некоторые из возможных технологий, которые могут кардинальным образом изменить сферу сельского хозяйства, если они будут повсеместно распространены.

Геоинформационные системы (ГИС) и дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ). Методы дистанционного зондирования (ДЗЗ) и ГИС, а также интеграция нечеткой логики и многокритериальной оценки предлагают мощные инструменты, позволяющие эффективно управлять сельскохозяйственными системами. Эти технологии позволяют не только создавать обширные базы данных, но и составлять справочные карты для планирования землепользования, выбора культур, мониторинга агроэкосистем и принятия взвешенных решений. Потенциальное влияние этих технологий очень велико и включает в себя увеличение производства сельскохозяйственной продукции, сохранение ресурсов, обеспечение гендерного равенства и расширение прав и возможностей фермеров.



Источник: составлено по данным Worldometer [1] и ФАО ООН [3].

Рисунок 1. График эволюции производства зерновых (в млн тонн) и роста численности населения Земли
Figure 1. Graph of the evolution of cereal production (in million tons) and the growth of the Earth's population



Значительным преимуществом интеграции ДЗЗ и ГИС является их вклад в создание устойчивых систем земледелия и смягчение последствий изменения климата. Например, в цитрусовых садах в Китае эти технологии используются для создания цифровых карт и моделей, которые дают представление о топографии местности, землепользовании, типах почв, климатических условиях и высоте над уровнем моря. Эта информация имеет неоценимое значение для принятия взвешенных решений по управлению цитрусовыми культурами — от садов до конечного потребителя.

В области картофелеводства для повышения устойчивости используются технологии ДЗЗ и ГИС, а также различные модели и индексы. Мультиспектральная съемка позволяет отслеживать динамику растительности, оценивать состояние растений и прогнозировать урожайность при различных способах выращивания. Такой объем информации позволяет принимать верные решения, связанные с экспортом и импортом продукции, и тем самым увеличивать экономическую выгоду для фермерского сообщества.

Кроме того, эти технологии позволяют фермерам и государственным органам получать точные картографические данные, информацию о посевах, оценках полей и характеристиках почв. Эти данные помогают планировать и реализовывать проекты, направленные на поддержку сельского хозяйства. Кроме того, они способствуют выведению жаро- и засухоустойчивых сортов сельскохозяйственных культур благодаря расширенной климатической информации и анализу почв.

Роль ДЗЗ и ГИС распространяется и на экологические проблемы. Например, модели Revised Universal Soil Loss Equation были использованы для оценки подверженности почв Сирии эрозии и выявления районов со значительной деградацией [9]. С точки зрения устойчивого ведения сельского хозяйства, решающее значение имеет удаление пластиковых материалов, часто используемых для мульчирования, защиты от града и затенения посевов. Базы данных и карты на основе ГИС помогают отслеживать наличие пластика на фермах, определять места его сбора, а также создавать систему мониторинга и принятия решений по его утилизации и переработке.

Значение этих технологий в управлении водными ресурсами трудно переоценить, особенно в регионах с дефицитом водных ресурсов. Точное орошение, осуществляемое с помощью геоинформатики и систем поддержки принятия решений, крайне важно для эффективного использования воды. Однако такие сложности, как затраты на обслуживание и калибровку датчиков, препятствуют их широкому внедрению, особенно в развивающихся странах. Тем не менее, наличие таких геопространственных платформ с открытым исходным кодом, как QGIS [10] и R [11], открывает возможности для более широкого применения.

В эпоху изобилия информации в Интернете и ее доступности с помощью различных устройств научное вмешательство может способствовать дальнейшей интеграции новых цифровых технологий в сельскохозяйственную практику. Такая интеграция обещает привести к значительному повышению социальной,

экономической и экологической устойчивости систем производства продуктов питания, что в итоге принесет пользу всему обществу.

Программное обеспечение и сервисы для устойчивого сельского хозяйства. Сельское хозяйство переживает стремительную глобальную трансформацию, в первую очередь под влиянием информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) и сферы цифровизации. Повсеместное внедрение мобильного прикладного программного обеспечения в сельском хозяйстве позволило значительно повысить эффективность использования ресурсов, снизить себестоимость продукции и одновременно увеличить урожайность и общую экономическую отдачу.

Мобильные приложения расширяют возможности фермеров, ученых и технических экспертов, предоставляя им доступ к ценной информации, касающейся климатически оптимизированных методов ведения сельского хозяйства (Climate-smart agriculture или CSA) [12]. Такой цифровой доступ способствует принятию взвешенных решений не только на этапе производства, но и на всех этапах цепочки поставок.

По данным Ассоциации операторов мобильной связи GSMA, 55% всего населения Земли пользуется смартфонами. Число владельцев мобильных устройств достигло 4,4 миллиарда человек [13], и ожидается, что в ближайшие годы эта цифра увеличится на несколько сотен миллионов. Очевидно, что мобильные телефоны и приложения доказали свою эффективность в распространении сельскохозяйственной информации среди фермеров. Тем не менее, необходимо признать, что внедрение ИКТ в сельское хозяйство не всегда приводит к повышению урожайности и прибыли для каждого фермера.

К сожалению, многие фермеры, особенно в сельских районах развивающихся стран, по-прежнему сталкиваются со сложностями в доступе к технологиям. К ним относятся проблемы со связью, ограниченные цифровые возможности, низкое удобство использования приложений ИКТ и цифровая неграмотность. Если не решить эти проблемы, то фермеры могут оказаться в новой форме цифровой бедности. Чтобы действительно преодолеть этот цифровой разрыв, при реализации инициатив в области ИКТ необходимо учитывать местные факторы, такие как возможности подключения к сети интернет, потенциал пользователей, интеграция с местными диалектами и социально-культурные особенности.

Проблемы, связанные с изменением климата, представляют собой серьезную угрозу для роста сельскохозяйственного производства, продовольственной безопасности и средств к существованию миллионов людей во всем мире. Сельское хозяйство вносит значительный вклад в выбросы парниковых газов и глобальное потепление (30% от общих выбросов парниковых газов [14]). Большие перспективы в решении этих проблем открывает внедрение основанных на цифровых технологиях климатически разумных методов ведения сельского хозяйства (CSA), которые направлены на сочетание устойчивого производства, устойчивости к изменению климата и сокращения выбросов парниковых газов. Однако уровень внедрения технологий CSA среди фермеров остается относительно низким.

На это влияют различные факторы, включая социально-экономические характеристики фермеров, уникальные природные условия конкретных регионов, а также свойства новых технологий. Чтобы противостоять обостряющимся проблемам продовольственной безопасности и изменения климата, наши продовольственные системы должны претерпеть существенную цифровую трансформацию. Одно из решений заключается во внедрении сельскохозяйственных сервисов на базе приложений, которые предлагают методы CSA, учитывающие особенности конкретного региона, что может привести к созданию более экологичной и устойчивой формы сельского хозяйства. Это соответствует глобальной повестке дня в области устойчивого развития.

Точное земледелие. Точное земледелие — это система агротехнологий, которая учитывает временную изменчивость и пространственную неоднородность для повышения эффективности и устойчивости сельскохозяйственного производства [15]. Точное земледелие использует возможности робототехники, искусственного интеллекта (ИИ) и глубокого обучения, что делает его эффективным методом ведения сельского хозяйства с учетом климатических условий. Беспилотные летательные аппараты (БПЛА), оснащенные множеством датчиков, в режиме реального времени предоставляют данные о различных факторах, таких как засуха, качество почвы и состояние сельскохозяйственных культур.

ИИ играет ключевую роль в повышении точности сельского хозяйства. Он использует передовые модели ИИ, глубокое обучение с подкреплением и облачные технологии для оптимизации ресурсосбережения при одновременном увеличении производства продуктов питания и усилении концепции устойчивого развития. Экспертные системы на базе ИИ, такие как COMAX и COTFLEX для хлопка [16], SOYGRO и PRITHVI для сои, оказывают ценную поддержку в принятии решений. Машинное обучение, Интернет вещей в сельском хозяйстве и беспроводные сети повышают уровень знаний и качество принятия решений на уровне сельского хозяйства.

Рост точного земледелия ускоряется благодаря быстрому развитию экономически эффективных датчиков, систем управления и развивающегося искусственного интеллекта. Это привело к успешному внедрению полуавтономных и беспилотных наземных транспортных средств для решения различных сельскохозяйственных задач, что позволяет экономить ресурсы и средства.

В 2021 году Ассоциация производителей оборудования (Association of Equipment Manufacturers или AEM) совместно с Американской ассоциацией производителей сои (American Soybean Association), CropLife America и Национальной ассоциацией производителей кукурузы (National Corn Growers Association) провели исследование, в рамках которого было выявлено, что при использовании технологий точных земледелия на 4% увеличилась урожайность, на 7% повысилась эффективность внесения удобрений, на 9% сократилось использование гербицидов и пестицидов, на 6% снизилось потребление ископаемого топлива [17].





Заключение. Мы подробно рассмотрели, как современные цифровые технологии революционизируют сельское хозяйство. Особое внимание было уделено таким ключевым понятиям, как точное земледелие, программные продукты и сервисы для устойчивого сельского хозяйства и искусственный интеллект, а также роль геоинформационных систем в сельском хозяйстве.

Цифровизация сельского хозяйства стала источником значительных преимуществ. Внедрение точного земледелия позволяет оптимизировать использование ресурсов, увеличивать урожайность и снижать негативное воздействие на окружающую среду. Автоматизированные программные продукты и искусственный интеллект помогают сельскохозяйственным предприятиям принимать более обоснованные и взвешенные решения, анализировать данные и управлять производственными процессами более эффективно. Геоинформационные системы способствуют точному мониторингу и управлению земельными ресурсами, учитывая особенности каждой конкретной области.

Однако успешная цифровизация сельского хозяйства требует комплексного подхода. Обеспечение доступности современных технологий и обучения для сельскохозяйственных работников становится приоритетом.

Итак, цифровизация сельского хозяйства является важным фактором для устойчивого развития этой отрасли. Она способствует повышению производительности, снижению воздействия на окружающую среду и улучшению качества сельскохозяйственной продукции. Однако успешная реализация этого потенциала требует сбалансированного подхода, который учитывает социальные, образовательные и безопасностные аспекты цифровой трансформации в сельском хозяйстве.

Список источников

1. World Population (2023 and historical) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.worldometers.info/world-population/#table-historical> (дата обращения: 11.10.2023).
2. World Population Projections [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.worldometers.info/world-population/world-population-projections/> (дата обращения: 11.10.2023).
3. Crops and livestock products (Crops > Items aggregated > Cereals, Total) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (дата обращения: 13.10.2023).
4. Публикуемая ФАО сводка предложения зерновых и спроса на зерновые [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/ru/> (дата обращения: 13.10.2023).

Информация об авторах:

Седова Надежда Васильевна, доктор экономических наук, профессор кафедры финансов и валютно-кредитных отношений, и.о. зав. кафедрой промышленности, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5670-2437>, nadseva@mail.ru

Зимин Александр Евгеньевич, аспирант кафедры финансов и валютно-кредитных отношений, ORCID: <http://orcid.org/0009-0003-3246-9567>, ajax_z@mail.ru

Information about the authors:

Nadezhda V. Sedova, doctor of economic sciences, professor of the department of finance and monetary relations, acting head of the department of industry, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5670-2437>, nadseva@mail.ru

Aleksandr E. Zimin, postgraduate student of the department of finance and monetary relations, ORCID: <http://orcid.org/0009-0003-3246-9567>, ajax_z@mail.ru

5. Более двух миллиардов человек в мире нуждаются в зерне, заявил эксперт [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ria.ru/20230719/zerno-1884971317.html> (дата обращения: 13.10.2023).

6. Россия в 2022 году собрала 153,83 млн тонн зерна [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.kommersant.ru/doc/5772624> (дата обращения: 13.10.2023).

7. За последние пять лет урожайность зерновых в России выросла почти на треть [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://rg.ru/2023/05/18/za-poslednie-pyat-let-urozhajnost-zernovyh-v-rossii-vyros-la-pochti-na-tret.html> (дата обращения: 13.10.2023).

8. Autonomous LaserWeeder [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://carbonrobotics.com/autonomous-weeder> (дата обращения: 14.10.2023).

9. Safwan Mohammed, Karam Alsafadi, Swapan Talukdar, Samer Kiwan, Sami Hennawi, Omran Alshihabi, Mohammed Sharaf, Endre Harsanyie. Estimation of soil erosion risk in southern part of Syria by using RUSLE integrating geo informatics approach // Remote Sensing Applications: Society and Environment. Volume 20, November 2020, 100375.

10. QGIS [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.qgis.org/en/site/about/features.html> (дата обращения: 17.10.2023).

11. Geographic Information Systems (GIS) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://uottawa.libguides.com/GIS/R> (дата обращения: 17.10.2023).

12. Climate-Smart Agriculture [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.worldbank.org/en/topic/climate-smart-agriculture> (дата обращения: 18.10.2023).

13. GSMA: около 55% населения Земли пользуется смартфонами [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.kp.ru/online/news/5497546/> (дата обращения: 18.10.2023).

14. Сокращение выбросов парниковых газов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.iaea.org/ru/temy/sokrashchenie-vybrosov-parnikovyyh-gazov> (дата обращения: 18.10.2023).

15. Precision Ag Definition [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ispag.org/about/definition> (дата обращения: 18.10.2023).

16. Ashish Dhamanda, Muhammad Haseeb Ahmad, Muhammad Faizan Afzal, Muhammad Imran, Muhammad Armghan Khalid. Artificial Intelligence Applications. Researches Publications. 2021. С. 7.

17. How Will Precision Agriculture Help Farmers Meet Food Demand Sustainably? [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.uswheat.org/wheatletter/how-will-precision-agriculture-help-farmers-meet-food-demand-sustainably/> (дата обращения: 18.10.2023).

References

1. World Population (2023 and historical) [Electronic resource]. Access mode: <http://www.worldometers.info/world-population/#table-historical> (accessed 11.10.2023).
2. World Population Projections [Electronic resource]. Access mode: <http://www.worldometers.info/world-population/world-population-projections/> (accessed 11.10.2023).

3. Crops and livestock products (Crops > Items aggregated > Cereals, Total) [Electronic resource]. Access mode: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (accessed 13.10.2023).

4. FAO published summary of cereal supply and demand for cereals [Electronic resource]. Access mode: <http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/ru/> (accessed 13.10.2023).

5. More than two billion people in the world need grain, expert says [Electronic resource]. Access mode: <http://ria.ru/20230719/zerno-1884971317.html> (accessed 13.10.2023).

6. Russia harvested 153.83 million tons of grain in 2022 [Electronic resource]. Access mode: <http://www.kommersant.ru/doc/5772624> (accessed 13.10.2023).

7. Grain yields in Russia have increased by almost a third over the past five years [Electronic resource]. Access mode: <http://rg.ru/2023/05/18/za-poslednie-pyat-let-urozhajnost-zernovyh-v-rossii-vyros-la-pochti-na-tret.html> (accessed 13.10.2023).

8. Autonomous LaserWeeder [Electronic resource]. Access mode: <http://carbonrobotics.com/autonomous-weeder> (accessed 14.10.2023).

9. Safwan Mohammed, Karam Alsafadi, Swapan Talukdar, Samer Kiwan, Sami Hennawi, Omran Alshihabi, Mohammed Sharaf, Endre Harsanyie. Estimation of soil erosion risk in southern part of Syria by using RUSLE integrating geo informatics approach // Remote Sensing Applications: Society and Environment. Volume 20, November 2020, 100375.

10. QGIS [Electronic resource]. Access mode: <http://www.qgis.org/en/site/about/features.html> (accessed 17.10.2023).

11. Geographic Information Systems (GIS) [Electronic resource]. Access mode: <http://uottawa.libguides.com/GIS/R> (accessed 17.10.2023).

12. Climate-Smart Agriculture [Electronic resource]. Access mode: <http://www.worldbank.org/en/topic/climate-smart-agriculture> (accessed 18.10.2023).

13. GSMA: about 55% of the world's population uses smartphones [Electronic resource]. Access mode: <http://www.kp.ru/online/news/5497546/> (accessed 18.10.2023).

14. Reduction of greenhouse gas emissions [Electronic resource]. Access mode: <http://www.iaea.org/ru/temy/sokrashchenie-vybrosov-parnikovyyh-gazov> (accessed 18.10.2023).

15. Precision Ag Definition [Electronic resource]. Access mode: <http://www.ispag.org/about/definition> (accessed 18.10.2023).

16. Ashish Dhamanda, Muhammad Haseeb Ahmad, Muhammad Faizan Afzal, Muhammad Imran, Muhammad Armghan Khalid. Artificial Intelligence Applications. Researches Publications. 2021. С. 7.

17. How Will Precision Agriculture Help Farmers Meet Food Demand Sustainably? [Electronic resource]. Access mode: <http://www.uswheat.org/wheatletter/how-will-precision-agriculture-help-farmers-meet-food-demand-sustainably/> (accessed 18.10.2023).



Научная статья

УДК 332.146.2

doi: 10.55186/25876740_2024_67_3_345

СТАТИСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И КЛАСТЕРИЗАЦИЯ КАК ОСНОВА АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИОННОЙ БАЗЫ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО РАЗВИТИЮ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

Л.Б. Винничек¹, А.Ю. Киндаев², А.Ю. Павлов², А.В. Моисеев²¹Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Санкт-Петербург, Россия²Пензенский государственный технологический университет, Пенза, Россия

Аннотация. Развитие сельских территорий и сельского хозяйства, как базовой отрасли аграрных поселений, определяется большим числом одновременно и совокупно действующих факторов. Проведенный корреляционный анализ значимости выбранных статистических показателей муниципальных образований позволил выделить три результирующих критерия, отражающих эффективность социально-экономического развития территорий с точки зрения населения, бизнеса и власти: среднемесячная заработная плата работников организаций (без субъектов малого предпринимательства); объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами; фактически исполненные доходы местного бюджета. Соответственно построено три вида регрессионных моделей и проведена оценка степени влияния общих переменных, являющихся значимыми во всех моделях и выступающих в качестве основы для проведения кластерного анализа муниципальных образований. Результаты кластеризации позволили выделить основные группы и подгруппы районов с различными характеристиками показателей и направлений развития хозяйственного потенциала.

Ключевые слова: статистические показатели, сельские муниципальные образования, корреляционный анализ, многофакторная регрессионная модель, оценка факторов, кластерный анализ, хозяйственный потенциал

Благодарности: исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-78-00220, <https://rscf.ru/project/22-78-00220> на базе Пензенского государственного технологического университета.

Original article

STATISTICAL MODELING AND CLUSTERING AS A BASIS FOR ANALYZING THE INFORMATION BASE FOR MAKING MANAGERIAL DECISIONS ON THE DEVELOPMENT OF RURAL TERRITORIES

L.B. Vinnichek¹, A.Yu. Kindaev², A.Yu. Pavlov², A.V. Moiseev²¹Saint-Petersburg State Agrarian University, Saint-Petersburg, Russia²Penza State Technological University, Penza, Russia

Abstract. The development of rural areas and agriculture, as the basic sector of agricultural settlements, is determined by a large number of simultaneously and cumulatively acting factors. The conducted correlation analysis of the significance of selected statistical indicators of municipalities allowed us to identify three resulting criteria that reflect the effectiveness of socio-economic development of territories from the point of view of the population, business and government: average monthly wages of employees of organizations (excluding small businesses); the volume of shipped goods of own production, performed works and services in-house; actually executed local budget revenues. Accordingly, three types of regression models were built and the degree of influence of common variables, which are significant in all models and act as the basis for conducting cluster analysis of municipalities, was assessed. The results of clustering made it possible to identify the main groups and subgroups of districts with different characteristics of indicators and directions for the development of economic potential.

Keywords: statistical indicators, rural municipalities, correlation analysis, multifactor regression model, factor assessment, cluster analysis, economic potential

Acknowledgments: the research was carried out with the financial support of the Russian Science Foundation grant No. 22-78-00220, <https://rscf.ru/project/22-78-00220> on the basis of Penza State Technological University.

Введение. Ключевым элементом эффективной системы взаимодействия между субъектами экономических отношений является открытый и одинаковый доступ к информации. Принятие верных управленческих решений является важной составляющей успешного развития как малых форм хозяйствования, так и большой организации. Принятие таких решений позволяет обеспечить грамотное рациональное управление и снизить риски. Важным элементом для принятия решений выступают объективные данные, которые проверены путем проведения сравнительного, корреляционного, статистического, численного анализа.

В связи с этим актуальным остается вопрос формирования информационных ресурсов, содержащих статистические сведения о показателях конкретных территорий по функциональным (технологическая, экономическая, со-

циальная, экологическая) и организационным (формы хозяйствования и управления) подсистемам в разрезе сельских муниципальных образований.

Развитие сельских территорий и сельского хозяйства, как базовой отрасли аграрных поселений, определяется большим числом одновременно и совокупно действующих факторов, отражающихся на изменении социально-экономических показателей. Задача изучения подобных процессов может быть решена с помощью множественного корреляционно-регрессионного анализа [1].

Методы исследования. В процессе исследования применялись следующие методы исследования: аналитический, системный, монографический, экономико-статистический, графический и табличный, математического моделирования. Использовались информаци-

онные и аналитические материалы Росстата, база данных показателей муниципальных образований, труды ведущих ученых-экономистов, специализирующихся на изучении проблем обоснования управленческих решений по развитию муниципальных образований [2, 3].

Результаты исследования. Начальным этапом при формировании многомерной модели выступает экспертный отбор статистических показателей муниципальных образований, отражаемых в официальной базе данных Росстата, а также результирующей переменной [4].

Проведенный корреляционный анализ значимости выбранных показателей, приведенных в таблице 1, позволил выделить три основных критерия, отражающих эффективность социально-экономического развития муниципальных образований.



С точки зрения населения территории в качестве результирующего показателя эффективности может выступать среднемесячная заработная плата работников организаций (без субъектов малого предпринимательства). Для бизнеса важнейшим индикатором является объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами. Оценка деятельности органов местного самоуправления может проводиться на основе показа-

теля фактически исполненных доходов местного бюджета. Следует отметить, что перечисленные результирующие показатели относятся к различным территориальным подсистемам (социальной, производственной и экономической), что способствует определению основных факторных переменных, влияние на которые позволит достигнуть одновременного роста эффективности сразу по трем направлениям. Кроме того, построение регрессионных моделей позволит

проверить гипотезу о взаимном влиянии выбранных результирующих показателей, приводящем к достижению мультипликативного эффекта от увеличения их значений.

В качестве аналитической базы данных были выбраны показатели муниципальных образований Пензенской области (27 районов), Самарской области (27 районов), Саратовской области (37 районов) и Ульяновской области (21 район) за период 2017-2022 гг.

Таблица 1. Факторы, используемые при построении регрессионной модели комплексной оценки развития муниципальных образований
Table 1. Factors used in constructing a regression model for a comprehensive assessment of the development of municipalities

| Обозначение фактора | | | Наименование фактора (показателя) | Единицы измерения |
|---------------------|------------|------------|---|-------------------------------|
| Мо-дель Y1 | Мо-дель Y2 | Мо-дель Y3 | | |
| Var 1 | Var 1 | Var 1 | Наличие тракторов в сельскохозяйственных организациях на конец года | единица |
| Var 2 | Var 2 | Var 2 | Наличие комбайнов и сельскохозяйственных машин в сельскохозяйственных организациях на конец года | единица |
| Var 3 | Var 3 | Var 3 | Внесено органических удобрений под посевы сельскохозяйственных культур в сельскохозяйственных организациях | тонна |
| Var 4 | Var 4 | Var 4 | Внесено минеральных удобрений (в пересчете на 100% питательных веществ) под посевы сельскохозяйственных культур в сельскохозяйственных организациях | центнер |
| Var 5 | Var 5 | Var 5 | Инвестиции в основной капитал, осуществляемые организациями, находящимися на территории муниципального образования (без субъектов малого предпринимательства) | тысяч рублей |
| Var 6 | Var 22 | Var 15 | Среднемесячная заработная плата работников организаций (без субъектов малого предпринимательства) | российский рубль |
| Var 7 | Var 7 | Var 7 | Число общеобразовательных организаций на начало учебного года | единица |
| Var 8 | Var 8 | Var 8 | Число организаций культурно-досугового типа | единица |
| Var 9 | Var 9 | Var 9 | Число детских музыкальных, художественных, хореографических школ и школ искусств, человек | единица |
| Var 10 | Var 10 | Var 10 | Естественный прирост (убыль) | человек |
| Var 11 | Var 11 | Var 11 | Среднесписочная численность работников организаций (без субъектов малого предпринимательства) | человек |
| Var 12 | Var 12 | Var 12 | Число лечебно-профилактических организаций | единица |
| Var 13 | Var 13 | Var 13 | Число организаций, осуществляющих образовательную деятельность по образовательным программам дошкольного образования, присмотр и уход за детьми | единица |
| Var 14 | Var 14 | Var 14 | Введено в действие индивидуальных жилых домов | квадратный метр общей площади |
| Var 15 | Var 15 | Var 22 | Отгружено товаров собственного производства, выполнено работ и услуг собственными силами | тысяча рублей |
| Var 16 | Var 16 | Var 16 | Число субъектов малого и среднего предпринимательства в расчете на 10 тысяч человек населения | единица |
| Var 17 | Var 17 | Var 17 | Объем инвестиций в основной капитал (за исключением бюджетных средств) в расчете на 1 человека | российский рубль |
| Var 18 | Var 18 | Var 18 | Удельный вес прибыльных организаций в общем числе организаций | единица |
| Var 19 | Var 19 | Var 19 | Текущие (эксплуатационные) затраты на охрану окружающей среды, включая оплату услуг природоохранного назначения | тысяча рублей |
| Var 20 | Var 20 | Var 20 | Наличие основных фондов на конец года по полной учетной стоимости по коммерческим организациям муниципальной формы собственности | тысяча рублей |
| Var 21 | Var 21 | Var 21 | Урожайность зерновых и зернобобовых культур (в расчете на убранную площадь) | центнеров с гектара |
| Var 22 | Var 6 | Var 6 | Доходы местного бюджета, фактически исполненные | тысяча рублей |

Составлено авторами по данным базы показателей муниципальных образований Росстата: <https://rosstat.gov.ru/dbscripts/munst/> [5].

| Итоги регрессии для зависимой переменной: Пер22 (Таблица дан- R= ,97074620 R2= ,94234818 Скооррект. R2= ,93470049 F(13,98)=123,22 p<0,0000 Станд. ошибка оценки: 1611E2 | | | | | | |
|---|-----------|-------------|------------|----------|----------|----------|
| N=112 | БЕТА | Ст.Ош. БЕТА | B | Ст.Ош. B | t(98) | p-знач. |
| Св.член | | | 300931,655 | 155754,6 | 1,93209 | 0,056237 |
| Пер1 | -0,087543 | 0,028135 | -569,971 | 183,2 | -3,11151 | 0,002439 |
| Пер3 | 0,092665 | 0,026430 | 2,968 | 0,8 | 3,50601 | 0,000688 |
| Пер5 | -0,312823 | 0,059675 | -0,046 | 0,0 | -5,24211 | 0,000001 |
| Пер6 | -0,062977 | 0,036938 | -7,330 | 4,3 | -1,70491 | 0,091379 |
| Пер9 | 0,092015 | 0,046000 | 48418,230 | 24205,0 | 2,00034 | 0,048231 |
| Пер11 | 0,416105 | 0,112950 | 39,257 | 10,7 | 3,68398 | 0,000376 |
| Пер12 | 0,113219 | 0,034627 | 6820,818 | 2086,1 | 3,26966 | 0,001486 |
| Пер14 | 0,220623 | 0,051786 | 4,281 | 1,0 | 4,26030 | 0,000047 |
| Пер15 | 0,166759 | 0,068162 | 0,003 | 0,0 | 2,44652 | 0,016206 |
| Пер19 | -0,099074 | 0,055120 | -0,308 | 0,2 | -1,79741 | 0,075350 |
| Пер20 | -0,117402 | 0,052199 | -0,364 | 0,2 | -2,24915 | 0,026741 |

Расчитано авторами в программе Statistica 10.0

Рисунок 1. Построение регрессионной модели с результирующим показателем «Доходы местного бюджета, фактически исполненные»
Figure 1. Construction of a regression model with the resulting indicator “Local budget revenues actually executed”

| Итоги регрессии для зависимой переменной: Пер22 (Таблица дан- R= ,89571157 R2= ,80229922 Скооррект. R2= ,77243920 F(10,101)=23,390 p<0,0000 Станд. ошибка оценки: 3119,5 | | | | | | |
|--|-----------|-------------|-----------|----------|----------|-----------|
| N=112 | БЕТА | Ст.Ош. БЕТА | B | Ст.Ош. B | t(101) | p-знач. |
| Св.член | | | 34085,522 | 598,5201 | 56,94967 | 0,000000 |
| Пер3 | 0,142699 | 0,057532 | 0,039 | 0,0158 | 2,48032 | 0,014780 |
| Пер5 | -0,404084 | 0,149234 | -0,001 | 0,0002 | -2,70773 | 0,007957 |
| Пер6 | -0,434356 | 0,180751 | 0,004 | 0,0016 | -2,40306 | 0,018083 |
| Пер13 | -0,157731 | 0,085452 | -66,382 | 35,9629 | -1,84585 | 0,067844 |
| Пер14 | 0,628213 | 0,122020 | 0,105 | 0,0203 | 5,14846 | 0,000001 |
| Пер15 | 0,380115 | 0,114012 | 0,001 | 0,0000 | 3,33398 | 0,0001198 |
| Пер17 | 0,407020 | 0,067454 | 0,044 | 0,0074 | 6,03404 | 0,000000 |
| Пер20 | -0,290030 | 0,108127 | -0,008 | 0,0029 | -2,68230 | 0,008543 |

Расчитано авторами в программе Statistica 10.0

Рисунок 2. Построение регрессионной модели с результирующим показателем «Среднемесячная заработная плата работников организаций»
Figure 2. Construction of a regression model with the resulting indicator “Average monthly wages of employees of organizations”

| Итоги регрессии для зависимой переменной: Пер22 (Таблица дан- R= ,94566895 R2= ,89428977 Скооррект. R2= ,88026698 F(13,98)=63,774 p<0,0000 Станд. ошибка оценки: 1190E4 | | | | | | |
|---|-----------|-------------|---------------|----------|----------|----------|
| N=112 | БЕТА | Ст.Ош. БЕТА | B | Ст.Ош. B | t(98) | p-знач. |
| Св.член | | | -24657666,755 | 11680428 | -2,11102 | 0,037315 |
| Пер1 | 0,062431 | 0,039968 | 22173,944 | 14196 | 1,56202 | 0,081507 |
| Пер5 | 0,452941 | 0,082527 | 3,631 | 1 | 5,48839 | 0,000000 |
| Пер6 | 0,255298 | 0,124545 | 13,927 | 7 | 2,04985 | 0,043050 |
| Пер10 | 0,154554 | 0,085590 | 16677,707 | 9236 | 1,80576 | 0,074026 |
| Пер11 | 0,887802 | 0,194078 | 4569,290 | 999 | 4,57446 | 0,000014 |
| Пер12 | -0,087055 | 0,048909 | -286106,669 | 160740 | -1,77993 | 0,078186 |
| Пер13 | -0,171261 | 0,071246 | -457615,647 | 190372 | -2,40380 | 0,018106 |
| Пер14 | -0,382850 | 0,072576 | -405,299 | 77 | -5,27514 | 0,000001 |
| Пер15 | 0,148849 | 0,049741 | 945,057 | 316 | 2,99250 | 0,003501 |
| Пер19 | 0,388258 | 0,064585 | 65,831 | 11 | 6,01155 | 0,000000 |
| Пер20 | 0,249494 | 0,068554 | 42,200 | 12 | 3,63937 | 0,000438 |

Расчитано авторами в программе Statistica 10.0

Рисунок 3. Построение регрессионной модели с результирующим показателем «Отгружено товаров собственного производства, выполнено работ и услуг собственными силами»
Figure 3. Construction of a regression model with the resulting indicator “Shipped goods of own production, performed works and services in-house”



Для сравнительной оценки и «отсева» ряда факторов в программе Statistica [6] была построена многофакторная модель с результирующим показателем «Доходы местного бюджета, фактически исполненные», где методом последовательного исключения удалены факторы, которые не значимы для модели. На каждом этапе формировалась новая модель без учета исключенного показателя, значимость которого по t-критерию Стьюдента самая низкая, до тех пор, пока в модели не остались только значимые переменные. Таким образом, в модели все коэффициенты регрессии являются значимыми. По итогам исследования оптимальная модель по фактическому исполнению доходов местного бюджета получена в результате исключения показателей Var 2, Var 4, Var 7, Var 8, Var 10, Var 13, Var 16, Var 17, Var 18, Var 21.

Проверка значимости отдельных коэффициентов регрессии проведена по t-критерию Стьюдента путем проверки гипотезы о равенстве нулю каждого коэффициента регрессии. При заданном уровне надежности модели 90% проведено сравнение значения p-level с 0,1 (рис. 1). В случае превышения показателем значения 0,1 гипотеза не выполняется, а фактор является не значимым. Используя коэффициенты регрессии, приведенные на рисунке 1 (столбец B), построим уравнение множественной регрессии:

$$Y1 = 300931,655 - 569,971V1 + 2,968V3 - 0,046V5 - 7,330V6 + 48418,23V9 + 39,257V11 + 6820,818V12 + 4,281V14 + 0,003V15 - 0,308V19 - 0,364V20$$

Для оценки значимости модели используем критерий Фишера. Расчетное значение F-критерия Фишера составляет $F_{расч}=123,22$, а $F_{крит}=1,65$ (табличное значение). Поскольку $F_{расч} > F_{крит}$, модель значима по критерию Фишера.

Коэффициент детерминации выбранной модели равен $R2=0,94235$, следовательно, на 94,235% факторы, включенные в модель, объясняют результирующий показатель [7].

Далее построена многофакторная регрессионная модель с результирующим показателем «Среднемесячная заработная плата работников организаций (без субъектов малого предпринимательства)».

В результате, в итоговую модель не вошли такие факторы, как: Var 1, Var 2, Var 4, Var 7, Var 8, Var 9, Var 10, Var 11, Var 12, Var 16, Var 18, Var 19, Var 21.

Используя коэффициенты регрессии, приведенные на рисунке 2 (столбец B), построим уравнение множественной регрессии:

$$Y2 = 34085,522 + 0,039V3 - 0,001V5 + 0,004V6 - 66,382V13 + 0,105V14 + 0,001V15 + 0,044V17 - 0,008V20$$

Для оценки значимости модели используем критерий Фишера. Расчетное значение F-критерия Фишера составляет $F_{расч}=23,39$, а $F_{крит}=1,65$ (табличное значение). Поскольку $F_{расч} > F_{крит}$, модель значима по критерию Фишера.

Коэффициент детерминации выбранной модели равен $R2=0,8023$, следовательно, на 80,23% факторы, включенные в модель, объясняют результирующий показатель.

В качестве интегрального экономического показателя эффективности выступает объем произведенных товаров (работ, услуг) на территории муниципального образования. Поэтому построена многофакторная регрессионная модель с результирующим показателем «Отгружено товаров собственного производства, выполнено работ и услуг собственными силами».

В результате, в итоговую модель не вошли такие факторы, как: Var 2, Var 3, Var 7, Var 8, Var 9, Var 16, Var 17, Var 18, Var 21.

Используя коэффициенты регрессии, приведенные на рисунке 3 (столбец B), построим уравнение множественной регрессии:

$$Y3 = -24657666,755 + 22173,944V1 + 3,631V5 + 13,927V6 + 16677,707V10 + 4569,290V11 - 286106,669V12 - 457615,647V13 - 405,299V14 + 945,057V15 + 65,831V19 + 42,200V20$$

Для оценки значимости модели используем критерий Фишера. Расчетное значение F-критерия Фишера составляет $F_{расч}=63,77$, а $F_{крит}=1,65$ (табличное значение). Поскольку $F_{расч} > F_{крит}$, модель значима по критерию Фишера.

Коэффициент детерминации выбранной модели равен $R2=0,8943$, следовательно, на 89,43% факторы, включенные в модель, объясняют результирующий показатель.

Как видно из построенных моделей, выбранные результирующие показатели одновременно являются значимыми переменными (табл. 2). Так, фактически исполненные доходы местного бюджета имеют обратную связь со среднемесячной заработной платой работников организаций. Данная ситуация объясняется тем, что увеличение зарплат работников бюджетных организаций, занимающих большую долю в числе занятого населения сельских территорий, часто осуществляется за счет доходов муниципального бюджета. При этом рост объема отгруженных товаров и выполненных работ (услуг) на территории муниципального образования повышает налоговые доходы местного бюджета, что подтверждается наличием прямой связи между показателями.

При рассмотрении в качестве результирующего показателя среднемесячной заработной платы работников влияние на бюджетные доходы изменяется в положительную сторону, что обусловлено увеличением поступлений в бюджет налоговых отчислений от налога на доходы физических лиц. Небольшое увеличение заработной платы связано с ростом объема отгруженных товаров и выполненных работ (услуг), поскольку, получая больший объем доходов, работодатели имеют дополнительные возможности по повышению оплаты труда.

Вместе с тем увеличение производственного потенциала основано на росте доходов местного бюджета (коэффициент +13,9), обеспечивающих дополнительные возможности по размещению муниципального заказа на товары и работы (услуги), а также повышению среднемесячной заработной платы работников (коэффициент +945), стимулирующей рост производительности труда и соответственно объемов производства и отгрузки товаров.

Если рассматривать структуру полученных регрессионных моделей по значимым переменным, то следует отметить, что во всех вариантах присутствует три основных показателя: инвестиции в основной капитал, ввод в действие индивидуальных жилых домов, наличие основных фондов по полной учетной стоимости по коммерческим организациям муниципальной формы собственности. Кроме того, выделим среднесписочную численность работников организаций, не вошедшую только в модель с результирующей среднемесячной заработной платой работников организаций, поскольку данный показатель является относительным в расчете на одного работника и численность занятых становится не значимой (табл. 3).

Таблица 2. Матрица взаимного влияния результирующих показателей в различных видах регрессионных моделей
Table 2. Matrix of mutual influence of the resulting indicators in various types of regression models

| | Var 6 Доходы местного бюджета, фактически исполненные | Var 6, 15 Среднемесячная заработная плата работников организаций | Var 15 Отгружено товаров собственного производства, выполнено работ и услуг собственными силами |
|---|--|---|--|
| Y1 Доходы местного бюджета, фактически исполненные | - | -7,33 | +0,003 |
| Y2 Среднемесячная заработная плата работников организаций | +0,004 | - | +0,01 |
| Y3 Отгружено товаров собственного производства, выполнено работ и услуг собственными силами | 13,927 | 945 | - |

Составлено авторами.

Таблица 3. Оценка степени влияния факторов, являющихся значимыми во всех видах регрессионных моделей
Table 3. Assessment of the degree of influence of factors that are significant in all types of regression models

| | Var 5 Инвестиции в основной капитал, осуществляемые организациями, находящимися на территории муниципального образования | Var 11 Среднесписочная численность работников организаций | Var 14 Введено в действие индивидуальных жилых домов | Var 20 Наличие основных фондов по полной учетной стоимости по коммерческим организациям муниципальной формы собственности |
|---|---|--|---|--|
| Y1 Доходы местного бюджета, фактически исполненные | -0,046 | 39,257 | +4,28 | -0,364 |
| Y2 Среднемесячная заработная плата работников организаций | -0,001 | - | +0,105 | -0,008 |
| Y3 Отгружено товаров собственного производства, выполнено работ и услуг собственными силами | +3,631 | 4569 | -405,3 | +42,20 |

Составлено авторами.





Таблица 4. Отгружено товаров собственного производства, выполнено работ и услуг собственными силами, тыс. руб.
Table 4. Goods of own production were shipped, works and services were performed in-house, thousand rubles

| Субъект РФ | 2017 г. | 2018 г. | 2019 г. | 2020 г. | 2021 г. | 2022 г. |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| Пензенская область | 78251300 | 92087428 | 105639725 | 130065259 | 153922291 | 163913455 |
| Самарская область | 351636812 | 443421701 | 439599525 | 358059078 | 605014021 | 612606725 |
| Саратовская область | 290032966 | 334875734 | 347473857 | 372526380 | 510982114 | 562977917 |
| Ульяновская область | 54793286 | 68474253 | 90644218 | 96812451 | 115506655 | 105422777 |
| Всего | 774714364 | 938859117 | 983357325 | 957463167 | 1385469081 | 1444920874 |
| Цепной темп роста (спада) | | 121% | 105% | 97% | 145% | 104% |

Составлено авторами по данным [5].

Как показал анализ динамики, отраженной на рисунке 4, в целом за период инвестиции в основной капитал, осуществляемые организациями, находящимися на территории муниципального образования, имеют тенденцию к росту по всем изучаемым субъектам РФ. В 2022 г. по сравнению с 2017 г. в Пензенской области прирост составил 73%, в Самарской области — 58%, в Саратовской области — 86%, но в Ульяновской области спад — 13%. Снижение инвестиционной активности наблюдалось в 2019-2020 гг., что обусловлено общим спадом экономического развития, в связи с последствиями пандемии COVID и санкциями недружественных государств.

Оценка регрессионных моделей позволяет отметить, что наибольшее влияние рост объема инвестиций в основной капитал оказывает на увеличение отгрузки товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами (коэффициент +3,631). Это подтверждается данными по отгрузке, приведенными в таблице 4. По совокупности муниципальных образований четырех субъектов РФ рост объема отгруженных товаров собственного производства в 2022 г. по сравнению с 2017 г. составил 187%. Лидерами роста стали сельские районы Пензенской области (209%) и Саратовской области (194%), как и по объему инвестиций в основной капитал.

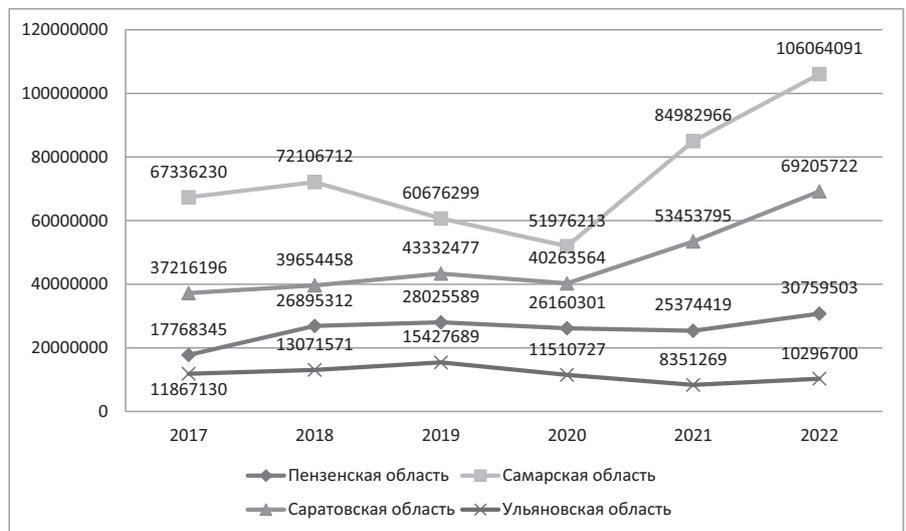
Вместе с тем, в соответствии с регрессионной моделью Y1, фактически исполненные доходы местного бюджета при росте инвестиционной активности незначительно снижаются (коэффициент -0,046), поскольку в рамках налогового стимулирования инвестиций в основной капитал применяется снижение налога на прибыль, зачисляемого в бюджет субъекта РФ, а также налога на имущество организаций, осуществляющих приоритетные инвестиционные проекты.

Для модели Y2 также наблюдается незначительное отрицательное влияние роста инвестиций в основной капитал на среднемесячную заработную плату работников (коэффициент -0,001), что объясняется сокращением возможностей организаций по индексации заработной платы при использовании финансовых ресурсов на приобретение производственных фондов.

В качестве определенного следствия инвестиционной политики муниципалитетов выступает показатель наличия основных фондов на конец года по полной учетной стоимости по коммерческим организациям муниципальной формы собственности. В первую очередь, к ним следует отнести муниципальные унитарные предприятия и общества с ограниченной ответственностью, созданные местными органами власти для осуществления деятельности в сфере обеспечения населения электрической энергией, газом и паром, водоснабжения, водоотведения, организации сбора и утилизации отходов, транспортировки и хранения.

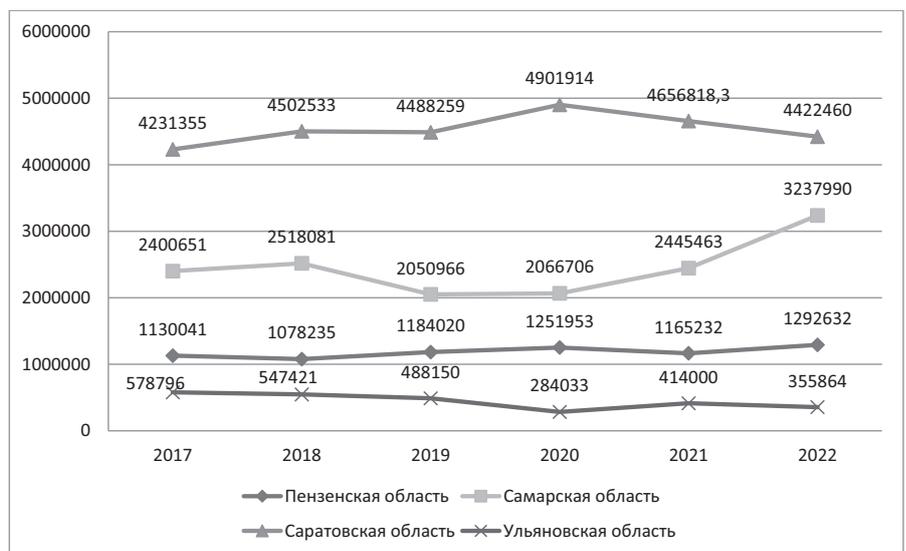
На рисунке 5 приведена динамика основных фондов коммерческих организаций муниципальной формы собственности по рассматриваемым субъектам РФ. Аналогично инвестициям в основной капитал, рост данного показателя положительно отражается на увеличении объема отгруженных товаров (работ,

услуг) собственного производства (коэффициент +42,2), но при этом снижает доходы местного бюджета (коэффициент -0,364), выступающего в качестве источника финансирования деятельности организаций, и среднемесячную заработную плату работников (коэффициент -0,008).



Составлено авторами по данным [5].

Рисунок 4. Инвестиции в основной капитал, осуществляемые организациями, находящимися на территории муниципальных образований региона, тыс. руб.
Figure 4. Investments in fixed capital made by organizations located on the territory of municipalities of the region, thousand rubles



Составлено авторами по данным [5].

Рисунок 5. Наличие основных фондов на конец года по полной учетной стоимости по коммерческим организациям муниципальной формы собственности, тыс. руб.
Figure 5. Availability of fixed assets at the end of the year at full accounting value for commercial organizations of municipal ownership, thousand rubles



В 2022 г. по сравнению с 2017 г. наблюдается прирост наличия основных фондов в муниципальных коммерческих организациях в Пензенской (14%), Самарской (35%), Саратовской (5%) областях, и только в Ульяновской области произошло сокращение полной учетной стоимости имущества на 39%. В перспективе возможно снижение значений данного показателя по всем регионам в связи с реализацией «Стратегии развития конкуренции и антимонопольного регулирования в РФ на период до 2030 года» («Стратегия развития конкуренции и антимонопольного регулирования в Российской Федерации на период до 2030 года» (утв. протоколом Президиума ФАС России от 03.07.2019 № 6), в которой говорится о «запрете осуществления деятельности муниципальных унитарных предприятий на конкурентных рынках».

Основным социальным показателем, входящим во все регрессионные модели, является ввод в действие индивидуальных жилых домов.

Рисунок 6 отражает динамику данной переменной за период 2017-2022 гг. по регионам. Как видно, наибольший прирост наблюдается в Саратовской области (101%) и Самарской области (39% к 2020 г., ранее нет данных).

В рамках модели наблюдается обратная зависимость между вводом жилья и отгрузкой товаров (работ, услуг) собственного производства (коэффициент -405,3). Ярким примером является Ульяновская область, где в 2022 г. по сравнению с 2017 г., при резком спаде по вводу жилья (-36%), наблюдается рост отгрузки товаров на 192%. Данная ситуация возникает в связи с межотраслевым перераспределением финансовых ресурсов и увеличением вывоза из региона продукции кластера промышленности строительных материалов (ОАО «Ульяновскцемент», ОГУП «Сенгилеевский цементный завод», ООО «Диатомит-Инвест»).

Вместе с тем увеличение ввода в действие индивидуальных жилых домов способствует

удержанию в сельской местности трудоспособного населения, стимулирующего работодателей к повышению среднемесячной заработной платы и обеспечивающего рост доходов местного бюджета за счет налоговых платежей (коэффициент +4,28).

В связи с этим следует остановиться на показателе среднесписочной численности работников организаций, имеющем значительное влияние на объем отгруженных товаров (работ, услуг) собственного производства (коэффициент +4569) и фактически исполненные доходы местного бюджета (коэффициент +39,257).

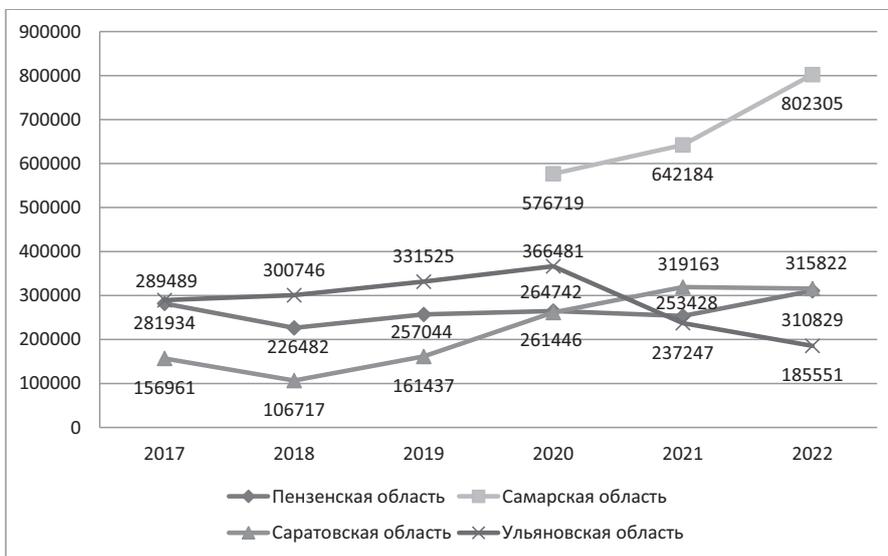
К сожалению, отрицательная динамика численности работников организаций коррелирует с общей тенденцией снижения численности населения в сельской местности. Массовый отток человеческого капитала из села несет в себе не только угрозу стагнации и деградации экономического развития сельских территорий, но и представляет серьезный геополитический вызов с точки зрения национальной безопасности.

В 2022 г. по сравнению с 2017 г. наблюдается спад численности работников организаций в Самарской области на 3%, в Саратовской области — на 8%, в Ульяновской области — на 10%. В качестве исключения выступает Пензенская область, где отмечается рост на 1%. По суммарной численности работников организаций всех рассматриваемых регионов в среднем ежегодно происходит снижение на 1% (рис. 7).

Таким образом, разработка и реализация мер по удержанию и привлечению в сельскую местность трудоспособного населения будет способствовать увеличению объемов производства и налоговых отчислений в местный бюджет. Несмотря на экстенсивный характер фактора, в совокупности с ростом производительности труда он может значительно изменить ситуацию развития сельских территорий в направлении устойчивого социально-экономического роста.

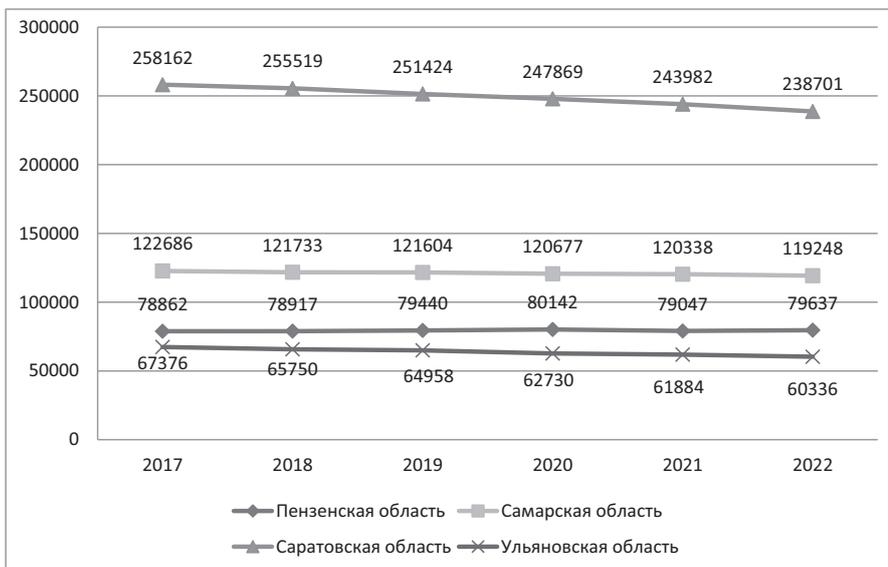
Обсуждение и выводы. В целях определения направлений развития хозяйственного потенциала муниципальных образований и выявления схожих по характеристикам районов был проведен кластерный анализ [8] на основе шести показателей, являющихся наиболее значимыми в рамках проанализированных ранее регрессионных моделей: инвестиции в основной капитал, осуществляемые организациями, находящимися на территории муниципального образования (без субъектов малого предпринимательства); среднемесячная заработная плата работников организаций (без субъектов малого предпринимательства); ввод в действие индивидуальных жилых домов; объем отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами; наличие основных фондов на конец года по полной учетной стоимости по коммерческим организациям муниципальной формы собственности; доходы местного бюджета, фактически исполненные.

В результате исследований был выявлен один аномальный муниципальный район — Балаковский. Значения данного района превышают средние значения по показателям минимально в 1,4 раза, максимально — в 22 раза, в связи с этим его целесообразно рассматривать отдельно от основной совокупности. Данный район характеризуется высоким инвестиционным и производственным потенциалом. Следующая группа районов также сильно отличается от основной совокупности — Нефтегорский,



Составлено авторами по данным [5].

Рисунок 6. Введено в действие индивидуальных жилых домов, кв. метр общей площади
Figure 6. Commissioned individual residential buildings, sq. meter of total area



Составлено авторами по данным [5].

Рисунок 7. Среднесписочная численность работников организаций (без субъектов малого предпринимательства), человек
Figure 7. Average number of employees of organizations (excluding small businesses), people





Сергиевский и Энгельский муниципальные районы. По данной группе практически по всем показателям наблюдается сильное превышение средних значений — от 15% до 20 раз. Данные районы характеризуются высоким ресурсным и производственным потенциалом в области добычи полезных ископаемых и обрабатывающей промышленности, а также преобладанием нефтегазовой отрасли в структуре бюджетных доходов. Таким образом, при дальнейшем проведении кластерного анализа перечисленные районы предлагается исключить в целях повышения достоверности результатов.

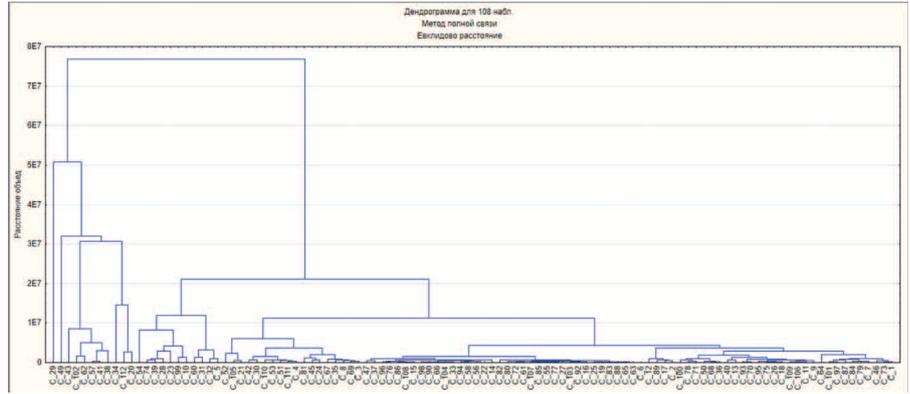
Кластеризация была проведена методом полной связи, в качестве метрики расстояний использовалось Евклидово расстояние, а выделение групп производилось на уровне $0,8 * d_{max}$ [9, 10]. В результате было выделено два крупных кластера, которые представлены на рисунке 8.

В связи с тем, что кластеры получились не однородными по количеству объектов, целесообразно выделить подгруппы в рамках второго кластера. Для наглядности выделение подгрупп представлено в таблице 5.

Первый кластер характеризуется показателями выше средних по всей совокупности (11 муниципальных образований), максимальное превышение в 4,4 раза наблюдается по показателю ввода в действие индивидуальных жилых домов. Для муниципальных образований, входящих в него, также свойственно преобладание в экономике районов обрабатывающих производств и торговли. Высокая доля обрабатывающих производств в валовом продукте свидетельствует о высоком производственном и технологическом потенциале, а также перспективах активизации инновационного развития, поскольку инвестиции в основной капитал превышают средние значения по исследуемым территориям в 4,5 раза. Таким образом, муниципальные образования кластера способны наращивать объемы производства в обрабатывающей промышленности и обеспечить интенсивность межрегиональных обменных отношений благодаря развитию сферы торговли.

Второй кластер представлен 97 муниципальными образованиями. Кластер характеризуется преобладанием сельского и лесного хозяйства, доля которых составляет более 40% в экономике муниципалитетов, что и послужило одной из причин подобного разбиения на кластеры. Стоит отметить, что исследуемые районы по большей части находятся в зоне умеренно-континентального климата, на стыке лесной, лесостепной и степной природных зон и входят в составы Пензенской, Саратовской, Самарской и Ульяновской областей. Основная часть территорий находится в зоне, благоприятной для ведения сельского хозяйства, но вместе с тем в ряде районов возможны заморозки, засуха и другие негативные явления. В рамках данного кластера было выделено пять подгрупп.

Первая подгруппа второго кластера характеризуется превышением показателей в 1,4 раза по критериям «Введено в действие индивидуальных жилых домов» и «Инвестиции в основной капитал, осуществляемые организациями, находящимися на территории муниципального образования». В данной подгруппе доля сельского хозяйства в структуре районного продукта составляет 39%, обрабатывающие производства, а также оптовая и розничная торговля составляют 22 и 23% соответственно. Такое соотношение свидетельствует о сбалансированности



Построено авторами в программе Statistica 10.0

Рисунок 8. Дендрограмма кластеризации муниципальных образований
Figure 8. Dendrogram of clustering of municipalities

Таблица 5. Разбиение на группы и подгруппы муниципальных образований в рамках кластерного анализа
Table 5. Division into groups and subgroups of municipalities within the framework of cluster analysis

| Кластер (Количество объектов) | I (11) | | Муниципальное образование |
|-------------------------------|---------|---------------------------------|--|
| | II (97) | Подгруппа (Количество объектов) | |
| II (97) | 1 | 1 | Нижнеломовский, Безенчукский, Волжский, Кинельский, Кошкинский, Красноярский, Ставропольский, Аткарский, Вольский, Новоспасский, Чердаклинский |
| | | 2 | Бессоновский, Каменский, Пензенский, Алексеевский, Большеглушицкий, Кинель-Черкасский, Большечерниговский, Шигонский, Балашовский, Марковский, Мелекесский |
| | | 3 | Спасский, Бековский, Белинский, Земетчинский, Никольский, Сердобский, Богатовский, Елховский, Красноармейский, Пестравский, Хворостянский, Челно-Вершинский, Шенталинский, Ершовский, Калининский, Пугачевский, Сенгилеевский, Ульяновский, Цильнинский |
| | | 4 | Башмаковский, Городищенский, Колышлейский, Мокшанский, Покхвистневский, Дергачевский, Лысогорский, Петровский, Ртищевский, Татищевский, Федоровский, Кузатовский, Новомалыклинский |
| | | 5 | Иссинский, Камешкирский, Кузнецкий, Наровчатский, Тамалинский, Исаклинский, Клявлинский, Сызранский, Ивантеевский, Красноармейский, Краснокутский, Новобурасский, Перелобский, Барышский, Инзенский, Николаевский, Старокулаткинский, Тереньгульский |
| II (97) | 2 | 1 | Вадинский, Лопатинский, Лунинский, Малосердобинский, Неверкинский, Пачелмский, Сосновоборский, Шемышейский, Борский, Камышлинский, Приволжский, Александрово-Гайский, Аркадакский, Базарно-Карабулакский, Балтайский, Воскресенский, Духовницкий, Екатериновский, Краснопартизанский, Новоузенский, Озинский, Питерский, Ровенский, Романовский, Самойловский, Советский, Турковский, Хвалынский, Базарносызганский, Вешкаймский, Карсунский, Майнский, Павловский, Радищевский, Старомайский, Сурский |
| | | 2 | |
| | | 3 | |
| | | 4 | |
| | | 5 | |

Составлено авторами.

отраслевого развития первичного и вторичного секторов внутри муниципального образования. В связи с формированием аграрной сырьевой базы наблюдается высокая концентрация на территории перерабатывающих предприятий. Районы обладают аграрно-промышленным потенциалом с интенсивным инвестиционным развитием сельского хозяйства и обрабатывающей промышленности.

Вторая подгруппа второго кластера характеризуется значениями по пяти из шести показателей ниже, чем средние по всем муниципальным образованиям. Одним из ключевых показателей развития является количество отгруженных товаров собственного производства, по которому значения территорий в 2 раза ниже средних по всей совокупности. В данном кластере, как и в предыдущем, наблюдается высокая доля в экономике сельского хозяйства (40%) и обрабатывающих производств (31%), включающих преимущественно пищевую промышленность и переработку сельскохозяйственного сырья. Несмотря на то, что развитие транспортных цепочек стало существенно влиять на торговлю продовольственной продукцией, тем не менее доля оптовой и розничной торговли в кластере составляет только 13%. Среди причин низкого уровня объема торговли могут выступать ограниченные финансовые возможности сельского населения, которое может обеспечивать

себя большинством продуктов питания. При этом продукция, выращенная и переработанная на территории муниципалитета, направляется за его пределы. Районы обладают аграрно-промышленным потенциалом с преобладанием сельского хозяйства и обеспечивающей функцией обрабатывающей промышленности.

Третья подгруппа второго кластера характеризуется значениями ниже, чем средние по всей совокупности. Самые низкие значения наблюдаются по показателю «Отгружено товаров собственного производства, выполнено работ и услуг собственными силами», которые составляют только 27% от среднего значения по всем исследуемым муниципалитетам. По данной группе наблюдается максимальная средняя доля сельского хозяйства в общей структуре отгруженных товаров. Муниципалитеты преимущественно занимаются производством продукции растениеводства и животноводства, на которую приходится 70% в структуре отгруженных товаров. Так же для муниципальных образований данной группы высокую значимость имеет транспортная сфера (перевозка грузов), ввиду выгодного географического положения и прохождения через их территории крупных межрегиональных и федеральных автомобильных дорог, а также есть возможность для обеспечения обработки и хранения грузов. Районы обладают аграрным потенциалом.



Четвертая подгруппа характеризуется низким объемом инвестиций в основной капитал, что приводит к недостаточному уровню обновления материально-технической базы и преобладанию экстенсивного экономического роста. Основу объема отгруженных товаров составляет сельскохозяйственная отрасль и торговля. Вместе с тем, несмотря на значимость внутреннего конечного потребления для общего объема экономики территорий, в рамках средних показателей по другим муниципалитетам оно незначительно. В качестве причин, мешающих увеличению доли товарооборота, следует отметить: неравномерное развитие инфраструктуры и неэффективность логистических процессов (на транспортировку и хранение приходится менее 10% от общего объема экономики). Районы области аграрным потенциалом.

Заключительная пятая подгруппа второго кластера характеризуется слабой инвестиционной активностью (в 10 раз ниже среднего значения по генеральной совокупности) и низким показателем отгрузки товаров собственного производства (в 25 раз ниже среднего значения по генеральной совокупности). Организации муниципалитетов преимущественно заняты в сфере сельского хозяйства, доля которого составляет практически 50%. Низкая инвестиционная активность показывает незаинтересованность или невозможность обновления основных фондов, что влияет на объем отгруженных товаров собственного производства. Низкий инвестиционный и производственный потенциал оказывают влияние на социально-экономические показатели жизни населения: средняя заработная плата ниже средней по исследуемому району на 40%, ввод в действие индивидуальных жилых домов ниже практически в 4 раза и т.д. Районы являются наиболее отсталыми по социально-экономическому развитию, но имеют аграрный потенциал.

Заключение. Таким образом, применение инструментов статистического моделирования на основе корреляционно-регрессионного анализа позволило выявить наиболее значимые социально-экономические показатели сельских муниципальных образований, влияние на которые позволит повысить эффективность принятия управленческих решений по развитию территорий.

В результате кластерного анализа исследуемые муниципальные образования были поделены, в зависимости от динамики наиболее значимых показателей, на две группы, а второй кластер дополнительно на пять подгрупп. Для

выделенных совокупностей сельских районов Пензенской, Самарской, Саратовской и Ульяновской областей были сформулированы особенности отраслевой структуры экономики и направления развития хозяйственного потенциала.

Список источников

1. Булкина А.М. Статистический анализ дифференциации социально-экономического развития муниципальных образований: дис. ... канд. эконом. наук: 08.00.12. Новосибирск, 2017. 241 с.
2. Ворошилов Н.В. Концептуальный подход к формированию мониторинга социально-экономического развития муниципальных образований регионов России // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2023. Т. 16. № 3. С. 118-140.
3. Маслихина В.Ю. Количественная оценка экономического и социального пространственного неравенства в Приволжском федеральном округе // Интернет-журнал «Науковедение». 2013. № 4. С. 1-9. URL: <https://naukovedenie.ru/PDF/22evn413.pdf> (дата обращения: 20.03.2024).
4. Спицына Л.Ю., Татарникова В.В., Спицын В.В. Исследования факторов, влияющих на развитие муниципальных образований в России: формирование базы данных для эконометрического моделирования // Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине: сборник научных трудов V Международной научной конференции, Томск, 17-21 декабря 2018 г. Томск: Томский политехнический университет, 2018. С. 96-100.
5. Федеральная служба государственной статистики Российской Федерации: база показателей муниципальных образований. URL: <https://rosstat.gov.ru/dbscripts/munst/> (дата обращения: 10.04.2024).
6. Hill, T., Lewicki, P. (2007). *STATISTICS: methods and applications*. Tulsa, OK, StatSoft, 719 p.
7. Гафарова Е.А., Лакман И.А. Эконометрическое моделирование развития муниципальных образований региона с учетом их неоднородности (на примере Республики Башкортостан) // Вопросы статистики. 2017. № 4. С. 54-63.
8. Миркин Б.Г. Методы кластер-анализа для поддержки принятия решений: обзор / препринт WP7/2011/03. М.: ИД Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», 2011. 88 с.
9. Татарникова В.В. Кластеризация муниципальных образований по уровню бюджетной обеспеченности и экономического развития территорий // Научное обозрение. Серия 1. Экономика и право. 2019. № 3-4. С. 90-103.
10. Винничек Л.Б., Киндаев А.Ю., Моисеев А.В. Система индикативных показателей для классификации территорий по типам природно-климатического и аграрно-экономического развития // Экономика сельского хозяйства России. 2023. № 5. С. 62-68.

References

1. Bulkina, A.M. (2017). *Statisticheskii analiz differentsiat-sii sotsial'no-ehkonomicheskogo razvitiya munitsipal'nykh obrazovaniy* [Statistical analysis of differentiation of socio-economic development of municipalities]. Cand. economic sci. diss. Novosibirsk, 241 p.

2. Voroshilov, N.V. (2023). Kontseptual'nyi podkhod k formirovaniyu monitoringa sotsial'no-ehkonomicheskogo razvitiya munitsipal'nykh obrazovaniy regionov Rossii [Conceptual approach to the formation of monitoring the socio-economic development of municipalities in Russian regions]. *Ehkonomicheskie i sotsial'nye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz* [Economic and social changes: facts, trends, forecast], vol. 16, no. 3, pp. 118-140.

3. Maslikhina, V.Yu. (2013). Kolichestvennaya otsenka ehkonomicheskogo i sotsial'nogo prostranstvennogo neravenstva v Privolzhskom federal'nom okruge [Quantitative assessment of economic and social spatial inequality in the Volga Federal District]. *Internet-zhurnal «Naukovedenie»*, no. 4, pp. 1-9. Available at: <https://naukovedenie.ru/PDF/22evn413.pdf> (accessed: 20.03.2024).

4. Spitsyna, L.Yu., Tamarkina, V.V., Spitsyn, V.V. (2018). Issledovaniya faktorov, vliyayushchikh na razvitiye munitsipal'nykh obrazovaniy v Rossii: formirovaniye bazy dannykh dlya ehkonometricheskogo modelirovaniya [Research of factors influencing the development of municipalities in Russia: formation of a database for econometric modeling]. *Informatsionnye tekhnologii v nauke, upravlenii, sotsial'noi sfere i meditsine: sbornik nauchnykh trudov V Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii, Tomsk, 17-21 dekabrya 2018 g.* [Information technologies in science, management, social sphere and medicine: proceedings of the V International scientific conference, Tomsk, December 17-21, 2018]. Tomsk, Tomsk Polytechnic University, pp. 96-100.

5. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoi statistiki Rossiiskoi Federatsii: baza pokazatelei munitsipal'nykh obrazovaniy [Federal state statistics service of the Russian Federation: database of indicators of municipalities]. Available at: <https://rosstat.gov.ru/dbscripts/munst/> (accessed: 10.04.2024).

6. Hill, T., Lewicki, P. (2007). *STATISTICS: methods and applications*. Tulsa, OK, StatSoft, 719 p.

7. Gafarova, E.A., Lakman, I.A. (2017). Ehkonometricheskoe modelirovaniye razvitiya munitsipal'nykh obrazovaniy regiona s uchetoм ikh neodnorodnosti (na primere Respubliki Bashkortostan) [Econometric modeling of the development of municipalities in the region taking into account their heterogeneity (on the example of the Republic of Bashkortostan)]. *Voprosy statistiki*, no. 4, pp. 54-63.

8. Mirkin, B.G. (2011). *Metody klaster-analiza dlya podderzhki priyatyiya resheniy: obzor* [Cluster analysis for decision making: review]. Moscow, HSE, 88 p.

9. Tamarkina, V.V. (2019). Klasterizatsiya munitsipal'nykh obrazovaniy po urovnyu byudzhethnoi obespechennosti i ehkonomicheskogo razvitiya territorii [Clustering of municipalities according to the level of budgetary provision and economic development of territories]. *Nauchnoye obozrenie. Seriya 1. Ehkonomika i pravo* [Scientific review. Series 1. Economics and law], no. 3-4, pp. 90-103.

10. Vinnichek, L.B., Kindaev, A.Yu., Moiseev, A.V. (2023). Sistema indikativnykh pokazatelei dlya klassifikatsii territorii po tipam prirodno-klimaticheskogo i agrarno-ehkonomicheskogo razvitiya [System of indicative indicators for classifying territories according to types of natural-climatic and agrarian-economic development]. *Ehkonomika sel'skogo khozyaystva Rossii* [Economics of agriculture of Russia], no. 5, pp. 62-68.

Информация об авторах:

- Винничек Любовь Борисовна**, доктор экономических наук, профессор, декан факультета экономики и управления в АПК, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6127-7201>, l_vinnichек@mail.ru
- Киндаев Александр Юрьевич**, кандидат технических наук, заведующий сектором научной аттестации, Пензенский государственный технологический университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3855-1970>, ale-kindaev@yandex.ru
- Павлов Александр Юрьевич**, кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой экономики и управления, Пензенский государственный технологический университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3734-0183>, crsk@mail.ru
- Моисеев Александр Владимирович**, кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой математики и физики, Пензенский государственный технологический университет, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9534-2465>, moigus@mail.ru

Information about the authors:

- Lyubov B. Vinnichек**, doctor of economic sciences, professor, dean of the faculty of economics and management in the agro-industrial complex, Saint-Petersburg State Agrarian University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6127-7201>, l_vinnichек@mail.ru
- Alexander Yu. Kindaev**, candidate of technical sciences, head of the sector of scientific attestation, Penza State Technological University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3855-1970>, ale-kindaev@yandex.ru
- Alexander Yu. Pavlov**, candidate of economic sciences, associate professor, head of the department of economics and management, Penza State Technological University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3734-0183>, crsk@mail.ru
- Alexander V. Moiseev**, candidate of physical and mathematical sciences, associate professor, head of the department of mathematics and physics, Penza State Technological University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9534-2465>, moigus@mail.ru





О МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЯХ КЛАССИФИКАЦИИ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНОЙ РЕНТЫ КАК СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ КАТЕГОРИИ В ИССЛЕДОВАНИЯХ РЕНТНЫХ ОТНОШЕНИЙ

Н.Д. Дмитриев, А.А. Зайцев, О.Э. Кичигин

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. В статье рассматриваются методологические особенности классификации институциональной ренты как социально-экономической категории в контексте исследований рентных отношений, учитывая контекст агропромышленного развития регионов. Рассмотренные аспекты позволяют учитывать потребности государственного регулирования для совершенствования мер реагирования на социально-экономические вызовы. Особое внимание уделяется роли формальных и неформальных институтов в формировании институциональной ренты, выделяя особенности их взаимодействия в региональном и отраслевом развитии. Классификация формальной и неформальной институциональной ренты позволяет определить теоретико-методический базис для обоснования их воздействия на трансакционные издержки в рентных отношениях. Анализ методологических особенностей классификации институциональной ренты позволяет сформировать направления по исследованию институциональных изменений, способствуя совершенствованию развития экономических систем с учетом максимизации эффективности рентных отношений. Глубокий анализ касается сферы агропромышленного развития, которая является ключевым элементом в обеспечении продовольственной безопасности регионов. В результате анализа можно выделить серьезные проблемы сельскохозяйственного производства при формировании и реализации институциональной ренты в процессе организационного взаимодействия между субъектами рентных отношений агропромышленного развития на разных уровнях экономической агрегации при производстве, потреблении и перераспределении прав собственности на социально значимые блага. Недостаточное внимание институциональной среде не позволяет снизить трансакционные издержки в агропромышленном развитии регионов, приводя к деформации организационного поведения и снижению эффективности хозяйствования, что в условиях геополитического противостояния и угроз социально-экономической стабильности для России является неприемлемым. Исследование роли институциональной ренты в социально-экономическом развитии регионов и выделение ключевых отраслей в системе экономической безопасности, в том числе и сельскохозяйственное производство, позволяет дополнить механизмы государственного регулирования путем использования формальных институтов и неформальных ограничений в процессе снижения трансакционных издержек.

Ключевые слова: институциональная рента, рентные отношения, агропромышленное развитие, формальные институты, неформальные институты, трансакционные издержки, социально-экономическое развитие

Благодарности: исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-28-00574, <https://rscf.ru/project/23-28-00574/>

Original article

ON THE METHODOLOGICAL FEATURES OF THE CLASSIFICATION OF INSTITUTIONAL RENT AS A SOCIO-ECONOMIC CATEGORY IN THE RESEARCH OF RENTAL RELATIONS

N.D. Dmitriev, A.A. Zaytsev, O.E. Kichigin

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint-Petersburg, Russia

Abstract. This article examines the methodological features of the classification of institutional rent as a socio-economic category in the context of rent relations research, taking into account the context of agro-industrial development of regions. The considered aspects make it possible to take into account the needs of state regulation to improve measures to respond to socio-economic challenges. The article pays special attention to the role of formal and informal institutions in the formation of institutional rent, highlighting the features of their interaction in regional and sectoral development. The classification of formal and informal institutional rents allows us to determine the theoretical and methodological basis for justifying their impact on transaction costs in rental relations. The analysis of the methodological features of the classification of institutional rents allows us to form directions for the study of institutional changes, contributing to the improvement of the development of economic systems, taking into account the maximization of the effectiveness of rental relations. The in-depth analysis concerns the sphere of agro-industrial development, which is a key element in ensuring food security in the regions. As a result of the analysis, it is possible to identify serious problems of agricultural production in the formation and implementation of institutional rent in the process of organizational interaction between the subjects of rental relations of agro-industrial development at different levels of economic aggregation in production, consumption and redistribution of ownership rights to socially significant benefits. Insufficient attention to the institutional environment does not allow reducing transaction costs in the agro-industrial development of regions, leading to deformation of organizational behavior and a decrease in business efficiency, which is unacceptable for Russia in the context of geopolitical confrontation and threats to socio-economic stability. The study of the role of institutional rent in the socio-economic development of regions and the identification of key industries in the system of economic security, including agricultural production, allows us to complement the mechanisms of state regulation by using formal institutions and informal restrictions in the process of reducing transaction costs.

Keywords: institutional rent, rental relations, agro-industrial development, formal institutions, informal institutions, transaction costs, socio-economic development

Acknowledgments: the study was supported by the Russian Science Foundation grant No. 23-28-00574, <https://rscf.ru/project/23-28-00574/>

Введение. В исследованиях социально-экономическая категория играет важную роль в классификации и анализе, позволяя группировать субъекты по их характеристикам и изучать взаимосвязи между различными элементами социально-экономических систем.

Институциональная рента, как часть этой категории, отражает разнообразные отношения между субъектами рентных отношений и связана с получением выгод при организации производства и перераспределении прав собственности на социально значимые блага.

Институциональная среда, в том числе в которой функционирует агропромышленный сектор регионов, определяет эффективность субъектов хозяйствования. Формирование институциональной ренты в таких условиях зависит от политических, социальных и юридических



основ, которые характеризуют состояние экономической и общественной жизни. Например, внешние ограничения для российской экономики стали реальным вызовом для агропромышленного развития регионов, актуализируя вопросы создания благоприятной институциональной среды [1].

К сожалению, наблюдается определенная сложность в выявлении институциональной ренты, так как следует учитывать сложную динамику институциональной среды, которая оказывает влияние на производственные и экономические показатели, в том числе и сельского хозяйства. Возникает потребность в формировании методологии, которая позволит оценить вклад институциональных факторов в формирование доходов и эффективность использования ресурсов в агропромышленном секторе [2].

Подчеркивается необходимость формирования институциональной среды, способствующей инновационному развитию аграрной экономики регионов. Централизованное государственное воздействие на инновационное развитие сельского хозяйства неэффективно, приводя к потребности в децентрализации этой ответственности на уровень субъектов Российской Федерации. Несмотря на выделение значительных средств на поддержку сельского хозяйства, в основном они направляются крупным производителям. Отдельное беспокойство вызывает зависимость сельского хозяйства России от зарубежных технологий и материалов, что делает диалог о состоявшемся импортозамещении несколько преждевременным [3, 4].

Непосредственно институциональная рента, как важная социально-экономическая категория в контексте изучения рентных отношений и их влияния на развитие различных отраслей, включая агропромышленный сектор, имеет весомое значение для разработки эффективных стратегий государственного регулирования экономических процессов. Экономическая часть институциональной ренты связана с тем, как институты приносят экономическую выгоду, в то время как социальная часть определяется общественными отношениями и учетом институтов для снижения транзакционных издержек. В данной статье особое внимание уделено классификации формальной и неформальной институциональной ренты, в контексте агропромышленного развития регионов рассмотрены различные типы институциональной ренты и определено, как они влияют на эффективность социально-экономических процессов.

Цель данного исследования заключается в анализе методологических особенностей классификации институциональной ренты и их применении в контексте агропромышленного развития регионов. Для этого анализируются отдельные аспекты и факторы, влияющие на эволюцию институциональной среды и определяющие эффективность регулирования рентных отношений социально-экономического развития регионов.

Теоретический анализ. Категория представляет собой систему логических понятий, отражающих основные черты явления. Социально-экономическая категория включает понятия, связанные с организационным взаимодействием субъектов в процессе производства, потребления и перераспределения прав на социально значимые блага. Развитие общественных отношений определяется институциональной

средой, которая формирует базис обменов и облегчает взаимодействия. Общественные отношения — устойчивые взаимосвязи между индивидами и группами, регулируемые институтами. Механизм контроля представляет собой набор средств для идентификации соблюдения правил и применения санкций. Анализ институциональной ренты и ее влияния на социально-экономическое развитие с категориальной позиции позволяет формировать инструментарий для управленческого воздействия, в том числе и со стороны государства [5].

В российской экономике институциональная рента играет важную роль в контексте налогово-бюджетных аспектов. Близость крупных предприятий к государственному финансированию и их участие в государственных программах создают финансовую прочность, несравнимую с сектором малого и среднего бизнеса. Такой вид ренты можно отнести к разновидности «ренты II», возникающей в результате воздействия человеком (созданной «второй природы»). «Вторая природа», включающая экономические институты и производственные отношения, становится социальной реальностью, а институциональная рента охватывает не только материальное богатство, но и производственные отношения, в том числе интеллектуальное производство. Концепция институциональной неоднородности, в отличие от идеи нарастания однородности общества, отмечает, что общество становится все более неоднородным, определяя экономические уровни, включая формы хозяйствования. Однако существует проблема выявления институциональной ренты из-за неполноты информации. К сожалению, не все налоговые расходы доступны для анализа, что приводит к недооценке институциональной ренты [6].

Основной механизм формирования и изъятия земельной ренты в сельском хозяйстве связан с монополизацией экономических субъектов, что требует введения институтов, регулирующих процессы монополизации в агробизнесе. Проблемы усугубляются несовершенством рентного института в сельском хозяйстве России, решение которых определяет потребность в анализе институциональных ограничений для различных типов рентных отношений. Институциональный механизм позволяет выявить и сократить влияние монополий, приводя к несправедливым и незаконным формам рентных отношений. Институты оказывают серьезное влияние на правовой режим, экономические условия и развитие инфраструктуры. В настоящее время институциональная структура земельного рынка имеет недостатки как в законодательной сфере, так и в системе государственного управления [7].

Активизация интеллектуальных трансформаций в промышленности, в том числе и в аграрной сфере, приводит к повышению производственной эффективности и внедрению инноваций, что способствует трансформации конкурентной борьбы. С позиции институционального подхода в условиях монополистической конкуренции на российском рынке следует определять взаимосвязи между институциональной средой регионов и формированием экономических кластеров, включая агропромышленное развитие [8, 9].

При этом на практике отмечается низкий уровень освоения инноваций в сельском хозяйстве, что приводит к ограниченному числу новаторов. Для решения этой проблемы следует обратиться к исследованиям, направленным на институционализацию агропромышленного развития регионов, на основе которых можно выделить некоторые институциональные аспекты (табл. 1), определяющие потенциал формирования институциональной ренты [3, 6].

Масштабы институциональной ренты могут быть рассмотрены через анализ налоговых расходов и бюджетов. Например, налоговые расходы на прибыль организаций варьируются от 0,15 до 0,25% от ВВП, что является косвенным показателем распределения институциональной ренты между различными институциональными единицами. При этом имеющиеся работы не позволяют обосновать наличие резервов для ускорения социально-экономического развития [6]. Разработка институционального механизма должна учитывать более сложные взаимосвязи. Например, предлагается выделить критерии сферы формирования норм и правил, регулирующих отношения в сельскохозяйственном производстве. В исследованиях [10, 11] выделены блоки инструментов: экономические, правовые, организационные и ментальные (табл. 2).

Данная систематизация позволяет обосновать институциональный механизм для эффективного управления рентными отношениями в сельском хозяйстве. С позиции формирования институциональной ренты следует определить положительный эффект, который получают субъекты рентных отношений за счет использования институтов для снижения транзакционных издержек. Такой подход позволяет классифицировать институциональную ренту как формальную и неформальную. Формальная институциональная рента связана с использованием формальных институтов, таких как законы, правила и нормы, для создания ограничительных рамок в рентных отношениях. Неформальная институциональная рента, с другой стороны, связана с использованием неформальных ограничений, таких как культурные и социальные нормы, традиции и обычаи.

Таблица 1. Некоторые аспекты агропромышленного развития регионов
Table 1. Some aspects of the agro-industrial development of the regions

| № | Аспект | Выводы и предложения |
|---|------------------------------|--|
| 1 | Децентрализация | Перераспределение ответственности за инновации на региональный уровень. Создание технологических платформ. |
| 2 | Консультационные организации | Улучшение работы существующих и создание новых консультационных организаций. |
| 3 | Законодательство | Принятие закона об инновационном развитии сельского хозяйства для регулирования деятельности субъектов. |
| 4 | Финансирование и управление | Четкое регулирование финансирования и управления научной деятельностью и развитием региональных фондов. |
| 5 | Реформа аграрных вузов | Передача аграрных вузов в регионы для совместной работы и сотрудничества с региональными структурами. |





Таблица 2. Блоки инструментов в институциональном механизме агропромышленного развития регионов
Table 2. Blocks of tools in the institutional mechanism of agro-industrial development of regions

| № | Блок | Описание |
|---|-----------------------------|--|
| 1 | Правовые инструменты | - Формируют нормативно-правовую сторону отношений земельной ренты. - Регламентируют права собственности на земли сельскохозяйственного назначения. - Законодательно закрепляют порядок расчета и взимания земельных рентных платежей, процессы аренды, ипотеки, залога земель и т.д. |
| 2 | Экономические инструменты | - Упорядочивают отношения формирования, изъятия и распределения земельной ренты. - Создают материальную базу для функционирования рентных отношений. |
| 3 | Организационные инструменты | - Включают органы государственной власти и их институты, ответственные за сбор, обработку и анализ информации о земельных ресурсах. - Обеспечивают функционирование институционального механизма земельной ренты через различные организационные процессы. |
| 4 | Ментальные инструменты | - Связаны с культурными традициями, обычаями и уровнем гражданского и социального сознания в отношении земли. - Определяют психологическое отношение к рентным отношениям и их влияние на поведение участников аграрного рынка. |

Таблица 3. Классификация формальной институциональной ренты
Table 3. Classification of formal institutional rents

| Тип ренты | Учет при анализе агропромышленного развития регионов |
|------------------|---|
| Политическая | При анализе агропромышленного развития регионов важно учитывать, как политические институты воздействуют на создание и поддержание институциональной системы социально-экономического развития общества и государства с минимальными транзакционными издержками для эффективного взаимодействия между субъектами АПК и другими экономико-общественными единицами. |
| Правовая | Необходимо учитывать, как правовые институты формируют нормативно-правовую сторону отношений в сфере сельского хозяйства, регулируют земельные отношения, права собственности, качество и безопасность продукции, а также торговые отношения с минимальными транзакционными издержками. |
| Экономическая | Необходимо учитывать, как экономические институты воздействуют на создание и поддержание нормативно-правовой основы для институтов контрактации в сферах общественных отношений с минимальными транзакционными издержками в процессе передачи прав собственности на блага между субъектами АПК и другими экономико-общественными единицами. |
| Контрактационная | Необходимо учитывать, как институты контрактации создают условия, в которых субъекты получают монопольные выгоды или конкурентные преимущества благодаря своему праву заключать контракты на выгодных для них условиях с минимальными транзакционными издержками. |

В контексте агропромышленного развития региона выделенные два типа институциональной ренты играют важную роль. Формальные институты, такие как законы о земле, правила использования природных ресурсов и торговые соглашения, создают основу для регулирования экономической деятельности в сельском хозяйстве и промышленности. Неформальные ограничения, такие как традиции в обработке почвы, наследственные методы ведения бизнеса и культурные предпочтения потребителей, также оказывают существенное влияние на развитие АПК

Специфика формирования институциональной среды определяет особенности формирования организационно-экономического механизма агропромышленного развития региона. Поэтому концептуальную модель институциональных условий развития сельскохозяйственных территорий целесообразно рассматривать в разрезе его содержательных элементов: нормативно-правовых условий (законодательные акты, федеральные и региональные программы развития), социальной среды (численность населения, плотность населения), административно-управленческой среды (стимулирующие меры в части поддержки развития тех или иных видов деятельности), инфраструктуры (состояние транспортных средств и путей сообщения, наличие перерабатывающих предприятий) [12, 13, 14].

Рыночные институты и механизмы обратной связи в АПК оказываются недостаточными для обеспечения конкурентно-эффективного регулирования конъюнктуры агропродоволь-

ственного рынка и достижения экономического роста регионов. Специфика трансформации и развития институтов аграрной экономики препятствует эффективному рыночному регулированию, что приводит к отклонениям от конкурентного равновесия и к кризисам в сельском хозяйстве. Проектирование благоприятной институциональной среды и механизмов государственного регулирования способствует улучшению функционирования регионального агропроизводства, снижению его волатильности и стимулированию поступающего роста отрасли [1, 7, 15].

Стабильное развитие сельского хозяйства играет ключевую роль в экономическом росте. Один из подходов к оценке институциональной ренты включает анализ экономических показателей агропромышленного сектора. Разница между доходами, полученными благодаря институциональным условиям, и доходами, которые могли бы быть получены при отсутствии этих условий, может рассматриваться как институциональная рента. Это позволяет оценить влияние институциональных факторов на экономические результаты деятельности в агропромышленном секторе. Регионы с благоприятными институтами, способствующими развитию сельского хозяйства, могут иметь более высокие показатели производительности, что отражается в доходах и эффективности использования ресурсов.

Методология исследования. Подход к классификации институциональной ренты предполагает анализ различных типов институтов и ограничений, которые оказывают влияние

на рентные отношения в обществе. Одним из ключевых методологических подходов является систематизация институциональной ренты по видам институтов и их воздействию на трансакционные издержки, что позволяет выявить основные факторы, определяющие эффективность рентных отношений, и разработать стратегии их оптимизации в рамках агропромышленного развития регионов.

В силу сложных взаимосвязей разных институтов в реальном мире институциональная рента в чистом виде является редкостью, подчеркивая необходимость исследования ее происхождения. Это указывает на наличие субоптимальных сценариев развития общественных отношений, где рента, основанная на интеллектуальном капитале, может проявиться в любом аспекте институциональной среды.

В агропромышленном секторе институциональная рента участвует в формировании рентных отношений и определяет эффективность социально-экономического развития регионов. При рассмотрении институциональной ренты как социально-экономической категории появляется возможность провести анализ распределения ограниченных ресурсов и возможностей субъектов. Основные проблемы, влияющие на развитие АПК, включают не только экономические факторы, как неблагоприятная макроэкономическая ситуация и отсутствие паритета цен, но и более глубокие социально-экономические аспекты, включая обеспечение социально-экономических процессов, создание условий для улучшения качества жизни населения, организацию взаимодействия между институтами и другими элементами институциональной среды, а также обеспечение соблюдения правил и норм в развитии АПК [15].

Формальные и неформальные институты в агропромышленном развитии. Агропромышленный комплекс регионов играет ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности и социально-экономического развития. Формальные институты регулируют земельные отношения, права собственности, качество и безопасность продукции, а также торговые отношения. Неформальные институты включают культурные, общественные и традиционные нормы поведения, которые влияют на взаимодействие участников агропромышленных отношений.

1. *Классификация формальной институциональной ренты.* В таблице 3 представлена классификация формальной институциональной ренты, а также представлен ее учет при анализе агропромышленного развития регионов.

Образование институциональной ренты связано с возможностью снижения различных видов транзакционных издержек:

- для снижения издержек поиска информации следует обеспечить создание централизованных баз данных и информационных порталов, которые обеспечивают доступ к актуальным данным о рынке, технологических инновациях и правовых нормах, что позволяет предприятиям эффективнее планировать свою деятельность, уменьшая время и ресурсы, затрачиваемые на поиск необходимой информации;
- для снижения издержек спецификации и защиты прав собственности в агропромышленном развитии регионов необходимо улучшение юридической инфраструктуры и сокращение бюрократических процедур



при регистрации и защите прав собственности на земельные участки и другие активы, что может быть достигнуто путем упрощения процессов регистрации собственности, внедрения электронных сервисов и сокращения времени, требуемого на получение различных разрешений и документов;

- для сокращения издержек оппортунистического поведения необходимо установление эффективных механизмов контроля за соблюдением правил и договоренностей, а также внедрение механизмов поощрения соблюдения правил и наказания за их нарушение, что может включать разработку и внедрение систем мониторинга и контроля, обучение участников рынка правилам и стандартам, а также развитие механизмов разрешения конфликтов с использованием альтернативных методов разрешения споров.

2. **Классификация неформальной институциональной ренты.** В таблице 4 представлена классификация неформальной институциональной ренты, а также представлен ее учет при анализе агропромышленного развития.

Институты позволяют сократить неопределенность в человеческих взаимоотношениях путем установления правил и норм. Следовательно, неформальные институты способствуют возникновению институциональной ренты, которая определяется уровнем общения в обществе и выбором стратегии поведения. Так, под неформальной институциональной рентой понимается способность субъектов рентных отношений извлекать социально-экономические выгоды, используя неформальные ограничения в определенной сфере социально-экономического развития.

Экономические показатели для оценки институциональной ренты. Через выделение институциональных факторов, характеризующих состояние отрасли, в данном исследовании — отрасли АПК, появляется возможность сформировать комплекс показателей для проведения анализа. Например, в работе [16] выделяются следующие институциональные факторы, которые могут быть применены для оценки процессов образования и распределения институциональной ренты: сельские поселения, здравоохранение, образование, социально-инженерное обустройство, рынки и финансово-кредитная сфера. Систематизация социально-экономических элементов сельских территорий, формирующих среду развития сельскохозяйственных организаций, позволяет выделить трудовые ресурсы и условия для ведения экономической деятельности.

- Для анализа сельских поселений можно выделить показатели, которые отражают обеспеченность территории трудовыми (сельское население) и финансовыми (заработная плата) ресурсами. Например, удельный вес сельского населения в общей численности

населения, среднемесячная номинальная начисленная заработная плата в сельском хозяйстве и др. Данные показатели могут быть расширены с учетом отраслевой структуры исследуемого региона и расширены по каждой ключевой отрасли.

- Для анализа здравоохранения можно выделить показатели, которые характеризуют ресурсообеспеченность медицины исследуемой территории. Например, обеспеченность больничными койками на 10000 человек населения, численность врачей всех специальностей на 10000 человек населения и др. Данные показатели могут быть расширены с учетом инфраструктурного развития исследуемого региона.
- Для анализа образования можно выделить показатели, которые отражают ресурсы, необходимые для функционирования образовательных учреждений исследуемой территории. Например, число дошкольных и общеобразовательных учреждений, число образовательных организаций, осуществляющих подготовку специалистов среднего звена и др. Данные показатели могут быть расширены с учетом инфраструктурного развития исследуемого региона.
- Для анализа социально-инженерного обустройства можно выделить показатели, которые отражают ресурсы, необходимые для развития института социально-инженерного обустройства исследуемой территории. Например, ввод в действие жилых домов в сельской местности, ввод в действие водопроводных сетей в сельской местности, ввод в действие газовых сетей в сельской местности и др. Данные показатели могут быть расширены с учетом инфраструктурного развития исследуемого региона.
- Для анализа финансово-кредитной сферы сельского хозяйства, которая обеспечивает финансовыми ресурсами рынок сельскохозяйственной продукции исследуемой территории. Например, оборот организаций, занимающихся сельским хозяйством, охотой и лесным хозяйством, бюджетные субсидии сельскохозяйственных организаций, относимые на результаты финансово-хозяйственной деятельности, инвестиции в основной капитал организаций сельского хозяйства, охоты и лесного хозяйства и др. Данные показатели могут быть расширены с учетом инфраструктурного развития исследуемого региона.

Формирование комплекса экономических показателей для выявления и обоснования институциональной ренты позволяет включить в состав структурно-аналитической модели ресурсного потенциала комплекс условий для принятия управленческих решений по воздействию на отраслевые субъекты и взаимосвязи с целью создания более высоких уровней конкурентоспособности экономических отношений [17].

Следует отметить, что такая практика соответствует не только развитию территорий, включая сельские территории, являющиеся основой агропромышленного развития регионов, но и позволяет управлять стабильностью регионального развития. В условиях внешних ограничений и усиления давления на российскую экономику поддержание устойчивости территориально-развития становится доминантой в стратегической перспективе [18]. Данное направление исследований позволяет предложить новые инструменты и методологии для анализа и понимания факторов, влияющих на структурный анализ ресурсного потенциала, что представляет важный аспект при разработке стратегий управления регионами и их конкурентоспособностью [19, 20].

Выводы. Институциональная рента играет важную роль в агропромышленном развитии, определяя его условия и перспективы. Понимание методологических особенностей классификации институциональной ренты и их влияния на социально-экономическое развитие регионов является ключевым аспектом разработки эффективных стратегий управления агропромышленным комплексом. Классификация формальной и неформальной институциональной ренты выделяет ключевые типы институтов, такие как политический, правовой, экономический и контрактационный, а также культурный, социальный и образовательный. Эта классификация позволяет систематизировать факторы, влияющие на развитие агропромышленного сектора, а также выявить направления для дальнейшего анализа и разработки стратегий развития.

Анализ институциональных факторов в рамках данной классификации позволяет оценить ресурсы и условия, формирующие среду развития организаций, в частности в аграрной сфере, что позволяет разработать мероприятия для совершенствования институциональной среды и повышения конкурентоспособности отраслей АПК в регионах. В результате появляется возможность выявить ресурсы, необходимые для успешного функционирования агропромышленного комплекса, а также определить потенциал для улучшения институциональной среды и снижения трансакционных издержек. Расширение аналитического инструментария за счет учета институциональных факторов обеспечивает более глубокое понимание проблем и потенциала развития отраслей в регионах, что способствует разработке стратегий для обеспечения экономического роста.

Список источников

1. Захарова Е.А., Трегубова А.В. Методика оценки результативности формирования институциональной среды сельского хозяйства как инструмента государственного регулирования // Аграрный вестник Урала. 2015. № 12. С. 70-74.
2. Кирдина С.Г. Институциональные матрицы и развитие России. СПб.: Нестор-История, 2014. 468 с.
3. Козлов В.В. Институциональная среда инновационного развития сельского хозяйства // Научные труды Вольного экономического общества России. 2019. № 6. С. 200-221.
4. Голубев А.В., Голубева А.А., Смоленникова Н.А. Вызовы и перспективы развития агропродовольственного комплекса России // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2018. № 8. С. 12-15.
5. Норт Д. Институты, институциональные изменения и функционирование экономики. М.: Начала, 1997. 190 с.

Таблица 4. Классификация неформальной институциональной ренты
Table 4. Classification of informal institutional rents

| Тип ренты | Учет при анализе агропромышленного развития регионов |
|-----------------|---|
| Культурная | Необходимо учитывать особенности культурных норм и традиций региональных сообществ, влияющих на агропромышленную деятельность и отношения между участниками. |
| Социальная | Необходимо учитывать анализ влияния социальных факторов, таких как уровень доходов, социальные связи и структуры, на развитие агропромышленного комплекса регионов. |
| Образовательная | Необходимо учитывать доступность образования и его качества в регионах, а также влияние образовательной инфраструктуры на развитие агропромышленного сектора. |





6. Блохин А.А., Стерник С.Г., Близняк А.Б., Дранев С.Я., Телешев Г.В. Эффекты институциональных различий и институциональной ренты в российской экономике: научный доклад. М.: Международные отношения, 2018. 74 с.

7. Арзамасцева Н.В. Институциональный механизм формирования и изъятия земельной ренты в сельском хозяйстве России // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 2. С. 153-157.

8. Дмитриев Н.Д., Зайцев А.А., Сорокожердье В.В. Стимулирование устойчивого развития в промышленности: роль интеллектуальных трансформаций // Экономические науки. 2022. № 213. С. 126-132.

9. Родионов Д.Г., Кичигин О.Э., Селентьева Т.Н. К вопросу об условиях возникновения кластеров на рынке монополистической конкуренции: институциональный подход // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. № 6. 2018. С. 54-68.

10. Иваненко О.Б., Гришаева Л.В. Структура институционального механизма земельной ренты // Экономические науки. 2009. № 10. С. 126-129.

11. Иваненко О.Б., Гришаева Л.В. Институциональный механизм реализации земельной ренты в сельском хозяйстве. Омск: Сфера, 2010. 161 с.

12. Задворнева Е.П., Зинич А.В., Евдохина О.С. Формирование институциональной инфраструктуры агропродовольственного рынка пригородной зоны мегаполиса: особенности, направления развития // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. 2018. № 6. С. 956-967.

13. Иванов С., Паршуков Д., Ходос Д. Институциональные особенности формирования организационно-экономического механизма развития сельского хозяйства региона // Международный сельскохозяйственный журнал. 2014. № 6. С. 77-79.

14. Зинич Л.В., Кузнецова Н.А. Оценка степени влияния институциональных факторов на пространственную агроспециализацию региона // Экономика, предпринимательство и право. 2022. № 12. С. 3379-3394.

15. Гриценко Г.М., Лукьянов А.Н. Институциональная среда развития регионального АПК: теоретический аспект // Фундаментальные исследования. 2014. № 12-4. С. 794-798.

16. Терновых К.С., Агибалов А.В., Маркова А.Л. К вопросу о механизме институционального развития сельских территорий // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2017. № 6. С. 171-179.

17. Зайцев А.А., Дмитриев Н.Д., Михель Е.А. Структурно-аналитическая модель ресурсного потенциала в системе экономических отношений // Международный сельскохозяйственный журнал. 2024. № 1. С. 32-36.

18. Харитонов А., Бондарев Н., Бондарева Г. Теоретико-методологический анализ устойчивого развития сельских территорий. Воронеж: ООО «ДИАМАТ», 2021. 258 с.

19. Зайцев А.А. Рентные проблемы импортозамещения в аграрном секторе экономики РФ // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. 2016. № 5. С. 25-29.

20. Зайцев А.А. Диагностика рентной устойчивости аграрного сектора экономики // Вестник Ленинградского государственного университета им. А.С. Пушкина. 2015. Т. 6. № 1. С. 5-18.

Информация об авторах:

Дмитриев Николай Дмитриевич, кандидат экономических наук, старший преподаватель Высшей инженерно-экономической школы, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0282-1163>, Scopus ID: 57220424916, Researcher ID: AAB-3198-2019, dmitriev_nd@spbstu.ru

Зайцев Андрей Александрович, доктор экономических наук, профессор, профессор Высшей инженерно-экономической школы, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4372-4207>, andrey_z7@mail.ru

Кичигин Олег Эмильевич, доктор экономических наук, профессор, профессор Высшей инженерно-экономической школы, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7805-6758>, Scopus ID: 57196326386, Researcher ID: H-7686-2018, sr201011@mail.ru

Information about the authors:

Nikolay D. Dmitriev, candidate of economic sciences, senior lecturer of the Graduate School of Industrial Economics, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0282-1163>, Scopus ID: 57220424916, Researcher ID: AAB-3198-2019, dmitriev_nd@spbstu.ru

Andrey A. Zaitsev, doctor of economic sciences, professor, professor of the Graduate School of Industrial Economics, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4372-4207>, andrey_z7@mail.ru

Oleg E. Kichigin, doctor of economic sciences, professor, professor of the Graduate School of Industrial Economics, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7805-6758>, Scopus ID: 57196326386, Researcher ID: H-7686-2018, sr201011@mail.ru

References

1. Zakharova, E.A., Tregubova, A.V. (2015). Metodika otsenki rezul'tativnosti formirovaniya institutsional'noi sredy sel'skogo khozyaistva kak instrumenta gosudarstvennogo regulirovaniya [Methodology for assessing the effectiveness of forming the institutional environment of agriculture as a tool for state regulation]. *Agrarny vestnik Urala* [Agrarian bulletin of the Urals], no. 12, pp. 70-74.

2. Kirdina, S.G. (2014). *Institutsional'nye matritsy i razvitiye Rossii* [Institutional matrices and the development of Russia]. Saint-Petersburg, Nestor-Istoriya Publ., 468 p.

3. Kozlov, V.V. (2019). Institutsional'naya sreda innovatsionnogo razvitiya sel'skogo khozyaistva [Institutional environment of innovative development of agriculture]. *Nauchnye trudy Vol'nogo ehkonomicheskogo obshchestva Rossii* [Scientific works of the Free Economic Society of Russia], no. 6, pp. 200-221.

4. Golubev, A.V., Golubeva, A.A., Smolenina, N.A. (2018). Vyzovy i perspektivy razvitiya agroproduktov'stvennogo kompleksa Rossii [Challenges and prospects of development of the agro-industrial complex of Russia]. *Ehkonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatiy* [Economy of agricultural and processing enterprises], no. 8, pp. 12-15.

5. Nort, D. (1997). *Instituty, institutsional'nye izmeneniya i funktsionirovaniye ehkonomiki* [Institutions, institutional changes and economic performance]. Moscow, Nachala, 190 p.

6. Blokhin, A.A., Sternik, S.G., Bliznyak, A.B., Draney, S.Ya., Teleshev, G.V. (2018). *Ehffekty institutsional'nykh razlichii i institutsional'noi renty v rossiiskoi ehkonomike: nauchnyi doklad* [Effects of institutional differences and institutional rent in the Russian economy: scientific report]. Moscow, Mezhdunarodnye otnosheniya Publ., 74 p.

7. Arzamastseva, N.V. (2019). Institutsional'nyi mekhanizm formirovaniya i iz'yatiya zemel'noi renty v sel'skom khozyaistve Rossii [Institutional mechanism of formation and withdrawal of land rent in agriculture of Russia]. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Vestnik of Kursk State Agricultural Academy], no. 2, pp. 153-157.

8. Dmitriev, N.D., Zaitsev, A.A., Sorokozherd'ev, V.V. (2022). Stimulirovaniye ustoychivogo razvitiya v promyshlennosti: rol' intellektual'nykh transformatsii [Stimulation of sustainable development in industry: the role of intellectual transformations]. *Ehkonomicheskie nauki* [Economic sciences], no. 213, pp. 126-132.

9. Rodionov, D.G., Kichigin, O.Eh., Selent'eva, T.N. (2018). K voprosu ob usloviyakh vozniknoveniya klasterov na rynke monopolisticheskoi konkurentsii: institutsional'nyi podkhod [To the question of the conditions for the emergence of clusters in the market of monopolistic competition: an institutional approach]. *Nauchno-tekhnicheskie vedomosti SPbGPU. Ehkonomicheskie nauki* [Scientific and technical bulletin of the SPbGPU. Economic sciences], no. 6, pp. 54-68.

10. Ivanenko, O.B., Grishaeva, L.V. (2009). Struktura institutsional'nogo mekhanizma zemel'noi renty [Structure of the institutional mechanism of land rent]. *Ehkonomicheskie nauki* [Economic sciences], no. 10, pp. 126-129.

11. Ivanenko, O.B., Grishaeva, L.V. (2010). *Institutsional'nyi mekhanizm realizatsii zemel'noi renty v sel'skom khozyaistve*

[Institutional mechanism for the implementation of land rent in agriculture]. Omsk, Sfera Publ., 161 p.

12. Zadvorneva, E.P., Zinich, A.V., Evdokhina, O.S. (2018). Formirovaniye institutsional'noi infrastruktury agroproduktov'stvennogo rynka prigradnoy zony megapolisa: osobennosti, napravleniya razvitiya [Formation of the institutional infrastructure of the agro-industrial market of the suburban zone of the metropolis: features, development directions]. *Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo avtomobil'no-dorozhnogo universiteta* [Bulletin of the Siberian State Automobile and Highway University], no. 6, pp. 956-967.

13. Ivanov, S., Parshukov, D., Khodos, D. (2014). Institutsional'nye osobennosti formirovaniya organizatsionno-ehkonomicheskogo mekhanizma razvitiya sel'skogo khozyaistva regiona [Institutional features of forming the organizational and economic mechanism for the development of agriculture in the region]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 6, pp. 77-79.

14. Zinich, L.V., Kuznetsova, N.A. (2022). Otsenka stepeni vliyaniya institutsional'nykh faktorov na prostranstvennyy agrospecializatsiyu regiona [Assessment of the degree of influence of institutional factors on the spatial agro-specialization of the region]. *Ehkonomika, predprinimatel'stvo i pravo* [Economics, entrepreneurship and law], no. 12, pp. 3379-3394.

15. Gritsenko, G.M., Luk'yanov, A.N. (2014). Institutsional'naya sreda razvitiya regional'nogo APK: teoreticheskii aspekt [Institutional environment for the development of the regional agro-industrial complex: theoretical aspect]. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental research], no. 12-4, pp. 794-798.

16. Ternovykh, K.S., Agibalov, A.V., Markova, A.L. (2017). K voprosu o mekhanizme institutsional'nogo razvitiya sel'skikh territorii [On the issue of the mechanism of institutional development of rural areas]. *Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Orel State Agrarian University], no. 6, pp. 171-179.

17. Zaitsev, A.A., Dmitriev, N.D., Mikhel', E.A. (2024). Strukturno-analiticheskaya model' resursnogo potentsiala v sisteme ehkonomicheskikh otnoshenii [Structural and Analytical Model of Resource Potential in the System of Economic Relations]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal* [International agricultural journal], no. 1, pp. 32-36.

18. Kharitonov, A., Bondarev, N., Bondareva, G. (2021). *Teoretiko-metodologicheskii analiz ustoychivogo razvitiya sel'skikh territorii* [Theoretical and Methodological Analysis of Sustainable Development of Rural Territories]. Voronezh, DIAMAT LLC, 258 p.

19. Zaitsev, A.A. (2016). Rentnye problemy importozameshcheniya v agrarnom sektore ehkonomiki RF [Rent problems of import substitution in the agricultural sector of the Russian economy]. *Ehkonomika sel'skokhozyaistvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatiy* [Economy of agricultural and processing enterprises], no. 5, pp. 25-29.

20. Zaitsev, A.A. (2015). Diagnostika rentnoi ustoychivosti agrarnogo sektora ehkonomiki [Diagnostics of rent stability of the agricultural sector of the economy]. *Vestnik Leningradskogo gosudarstvennogo universiteta im. A.S. Pushkina* [Bulletin of the Pushkin Leningrad State University], vol. 6, no. 1, pp. 5-18.



Научная статья

УДК 631.51

doi: 10.55186/25876740_2024_67_3_357

НОВАЯ ПАРАДИГМА РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Л.В. Орлова¹, А.А. Фомин², А.Л. Тойгильдин³, В.К. Дридигер⁴, В.И. Платонов⁵, Н.М. Троц⁶¹Национальное движение сберегающего земледелия, Самара, Россия²Государственный университет по землеустройству, Москва, Россия³Ульяновский НИИСХ — филиал СамНЦ РАН, Ульяновск, Россия⁴Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр, Михайловск, Ставропольский край, Россия⁵Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Самара, Россия⁶Самарский государственный аграрный университет, Самара, Россия

Аннотация. На фоне развивающегося в мире почвенно-климатического кризиса, в российском сельском хозяйстве складывается сложная ситуация — большие урожаи, с одной стороны, с другой — падение доходности, разорение сельхозпредприятий. Кроме того, все это происходит в условиях деградации плодородия почв, хотя их сохранение должно стать приоритетной национальной задачей. В конце 2023 года Президент подписал указ о развитии природоподобных технологий, немного ранее — утверждена Стратегия низкоуглеродного развития страны. Все это требует совершенно нового подхода, новой парадигмы развития сельхозотрасли. На сегодняшний день в России технологии почвозащитного ресурсосберегающего земледелия применяются на площади около 6 млн га. Мешает развитию дефицит знаний из-за отсутствия взаимодействия науки и сельхозпроизводства. Если проанализировать уже имеющийся опыт на этой площади, то можно было бы разработать много полезных практических рекомендаций, которые масштабировать для развития агропроизводства РФ. Важнейшая задача, которая стоит перед аграрной наукой — изучить микробиом почвы, растений и человека и разработать приемы управления им, что позволит получить здоровые почвы, качественную продукцию, и обеспечить защиту здоровья население.

Ключевые слова: почвозащитное ресурсосберегающее земледелие, почвосберегающие технологии, карбоновый полигон, углеродный след, микробиом, прибыль, рентабельность

Благодарности: работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации Проект FSSS-2024-0022 (регистрационный номер: 1023112900147-4 от 31.01.24).

Original article

A NEW PARADIGM OF AGRICULTURAL DEVELOPMENT

L.V. Orlova¹, A.A. Fomin², A.L. Toigildin³, V.K. Dridiger⁴, V.I. Platonov⁵, N.M. Trots⁶¹National Movement of Conservation Agriculture, Samara, Russia²State University of Land Use Planning, Moscow, Russia³Ulyanovsk Research Institute — branch of the Russian Academy of Sciences, Ulyanovsk, Russia⁴North Caucasian FNAC, Mikhailovsk, Stavropol Territory, Russia⁵Samara University, Samara, Russia⁶Samara State Agrarian University, Samara, Russia

Abstract. Against the background of the developing soil and climate crisis in the world, a difficult situation is developing in Russian agriculture — large harvests, on the one hand, on the other — a drop in profitability, the ruin of agricultural enterprises. In addition, all this is happening in conditions of soil fertility degradation, although their conservation should become a national priority. At the end of 2023, the President signed a decree on the development of nature-like technologies, and a little earlier, the country's Low-carbon Development Strategy was approved. All this requires a completely new approach, a new paradigm for the development of the agricultural sector. Today in Russia, technologies of soil-protective resource-saving agriculture are used on an area of about 6 million hectares. Lack of knowledge hinders development due to the lack of interaction between science and agricultural production. If we analyze the existing experience in this area, we could develop many useful practical recommendations that can be expanded for the development of agricultural production in the Russian Federation. The most important task facing agricultural science is to study the microbiome of soil, plants and humans and develop management methods that will allow us to obtain healthy soils, high-quality products and ensure public health.

Keywords: soil-protecting resource-saving agriculture, nature-like technologies, carbon landfills, carbon footprint, microbiome, profit, profitability

Acknowledgments: the study was supported by the Ministry Education and Science of the Russian Federation under project FSSS-2024-0022 (Registration number: 1023112900147-4, 31.01.24).

С 60-х годов прошлого века в сельском хозяйстве нашей страны начали активно использовать синтетические минеральные удобрения и химические средства защиты растений. Эти приемы стали повсеместно внедряться после поездки Н. Хрущева в Америку, где такая технология уже широко применялась и позволила быстрыми темпами развить сельское хозяйство США, в дальнейшем технология получила название «зеленой революции», автором которой являлся Н. Боргоуг [1]. Такой подход приносил быстрый эффект, но при долгосрочном применении средств химизации негативно повлиял на состояние окружающей среды, в том числе здоровье почв.

Ученые осознали, что применение устаревших нормативов в технологиях, неконтролируемое использование химических препаратов

и интенсивная обработка почвы, стали причиной нарушения природных механизмов в агроэкосистемах, что связано не только с механическим разрушением, скорее это следствие, а первично уничтожение почвенной биоты. При интенсивной обработке почвы, а тем более переворачивании ее пласта разрушаются условия для жизнедеятельности полезных бактерий, грибов, простейших и нематод, переуплотнение почвы ведет к возникновению анаэробных условий в которых развиваются фитопатогены, нарушается естественный баланс здоровой микрофлоры, что вместе с неконтролируемой и, зачастую, избыточной обработкой химическими реагентами делает почву токсичной, разрушает ее естественную структуру, провоцирует эрозию и деградацию [2]. Эти факторы неизбежно приведут

к снижению урожайности и качества получаемой в сельском хозяйстве продукции, что окажет негативное влияние на здоровье и качество жизни населения.

Избежать этого позволит широкое применение природоподобных технологий — почвозащитного ресурсосберегающего земледелия (ПРЗ), основными принципами которого являются: отказ от обработки почвы (No-till, прямой посев); разнообразие возделываемых в севооборотах культур; постоянное покрытие поверхности почвы растительными остатками [3, 4]. Технология также включает: подбор сортов и гибридов под поставленные задачи [5], управление растительными остатками, использование промежуточных почвопокровных культур [6, 7], методы биологизации земледелия (применение



биологических ЦЗР; бактериальных препаратов; биологических удобрений; биостимуляторов роста, медоносных посевов, энтомофагов и др.); технологии точного земледелия, согласованное движение техники по полю — Controlled Traffic Farming; применение БПЛА, методы дистанционного мониторинга.

Важно знать, что в грамме почвы содержится до двух миллиардов микроорганизмов. Известно, что существует непосредственная связь между микрофлорой почвы, растений и человека, и обеспечивая здоровую микробиоту почвы, можно влиять на здоровье человека, поскольку именно микрофлора кишечника, оказывающая существенное влияние на иммунитет, в значительной степени формируется микробиотой, поступающей с пищей. Поэтому внедрение технологий, позволяющих максимально приблизиться к механизмам природной саморегуляции, переход от химических методов защиты к биологическим, создание условий для нормальной жизнедеятельности микроорганизмов и формирования здорового микробиома почвы и растений должно стать основой сельского хозяйства.

Практика сельхозпредприятий, выращивающих сельскохозяйственные культуры по почвозащитным и ресурсосберегающим технологиям в разных регионах (Самарская область, Ставропольский край, Ростовская область, Республика Крым), показывает, что в почве существенно больше накапливается и сохраняется влаги атмосферных осадков, что позволяет в засушливых регионах страны отказаться от широко применяемых в настоящее время чистых паров (основных виновников деградации почвы), расширить ассортимент возделываемых культур, тем самым диверсифицировать севообороты и повысить экономическую эффективность растениеводства.

Так, в Ипатовском и Петровском городских округах, расположенных в засушливой зоне Ставропольского края, сельхозпредприятия, освоившие технологии возделывания полевых культур без обработки почвы (технология No-till), отказались от чистых паров, которые в структуре пашни хозяйств, работающих по традиционным технологиям с обработкой почвы составляют от 25 до 35%. Это позволило им перейти от короткого ротационных двух — трёхпольных паров-зерновых севооборотов (пар — озимая пшеница, пар — озимая пшеница — озимая пшеница) к пяти — шестипольным плодосменным севооборотам с включением гороха, подсолнечника, кукурузы, льна масличного, гречихи и других культур.

В среднем за 2014-2019 гг. по технологии прямого посева с 1 га пашни получено 3,21-3,70 тыс. зерновых единиц товарной продукции, против 2,32-2,98 тыс. зерновых единиц в хозяйствах, работающих по традиционным технологиям с обработкой почвы. В первом случае чистая прибыль составила 7,32-9,62 тыс. руб./га, рентабельность производства продукции растениеводства 37,3-38,2%, во втором, соответственно, 4,11-5,79 тыс. руб./га и 22,5-23,9%. При этом производительность труда по технологии No-till составила от 1992,0 до 2893,2 тыс. руб. на 1 работника в год, в остальных предприятиях — 1509,1-1843,3 тыс. руб., что в 1,3-1,5 раза меньше [8].

Такой уровень рентабельности позволил предприятиям, работающим по почвозащитным и ресурсосберегающим технологиям вести плановое и расширенное воспроизводство материально-технических и людских ресурсов.

До 2022 года почвозащитное ресурсосберегающее земледелие было более экономически эффективно в сравнении со вспашкой: при данных технологиях требуется меньше техники, а это снижение нагрузки на недра и сокращение инвестиционных затрат, экономия дизеля до 50%, экономия трудовых ресурсов. При этом технологии

ПЗ предотвращают эрозию, деградацию, опустынивание почв, а к себестоимости традиционной технологии необходимо прибавить затраты на восстановление почв от этих разрушительных процессов — до 1 млн рублей на гектар. Однако в 2022 году были введены антироссийские санкции, рубль ослаб, в связи с чем был отмечен значительный рост затрат на средства производства — технику, минеральные удобрения, средства защиты растений, семена, так как по многим позициям задачи импортозамещения выполнены не были. Данная ситуация, а также неэффективная государственная политика по регулированию рынка сельхозпродукции привели к значительному дисбалансу цен.

К сожалению, в настоящее время имеет место колоссальный разрыв между проводимыми научными исследованиями и реальными потребностями отрасли. В результате внедрение современных технологий в практику значительно замедляется, и в основном осуществляется силами самих сельхозпроизводителей, их энтузиазмом и стремлением найти решение существующих проблем на полях. Важным шагом стало создание Российской академией наук Координационного совета «По минимизации обработки почвы и прямому посеву» под председательством В.К. Дридрига, руководителя научного направления ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», доктора сельскохозяйственных наук, профессора. Необходимо интегрировать науку и практику, наладить прямое взаимодействие исследовательских институтов и сельхозпредприятий и изменить систему оценки эффективности научной работы, а соответственно, и ее финансирования. Истинными критериями эффективности должны стать уровень и количество полезных разработок, внедренных в реальную практику. Именно такую задачу поставил перед наукой президент РАН академик Геннадий Яковлевич Красников, отметив, что «сегодня необходимы индикаторы, связанные с востребованностью научных результатов высокотехнологичными компаниями и промышленностью».

Так же обстоит ситуация и с образовательными программами, поскольку выпускники аграрных учебных заведений зачастую не владеют современными знаниями, технологиями и навыками. На фоне стремительного развития современной мировой науки и появления новых технологий многие образовательные программы аграрных вузов в России остаются на уровне 70-80-х годов прошлого столетия. Это крайне печально, поскольку оторванность образования и науки от реального сектора экономики тормозит развитие сельского хозяйства.

Конечно, в научных учреждениях и вузах есть новаторы, которые изучают современные методы биологизации, микробиом почвы и растений и пытаются донести эту информацию до студентов и аграриев, но это скорее единичные явления и до широкого круга студентов и преподавателей эти разработки не доходят, не находя отражения в образовательном процессе. При этом у аграрных вузов есть и ресурсы, и поля, на которых необходимо проводить исследования, в том числе, по различным вариантам использования биологических препаратов, и выработать рекомендации для сельхозпроизводителей, обучать их новым методам и приемам ПЗ. Во всем мире тема почвосбережения развивается очень активно: специализированные программы по внедрению почвосберегающих технологий разработаны в Китае, Аргентине, Бразилии, Австралии, США, Канаде, странах ЕС, ряде стран Африки.

При этом ситуация с деградацией и эрозией почвы в России стоит очень остро. Почвы всех регионов подвержены ветровой и водной эрозии, а в 35 регионах уже развиваются опустыни-

вание [9]. В целом, земельные угодья РФ оцениваются как истощенные по многим показателям. Именно поэтому улучшение здоровья почв, повышение урожайности и качества продукции, снижение себестоимости — вот четыре главных аспекта, которые должны лежать в основе государственной политики РФ в области сельского хозяйства.

Сельское хозяйство должно рассматриваться в рамках социального, экологического, биологического и экономического подходов, и уже со студенческой скамьи агрономы должны понимать роль органического углерода, микробиома почвы и растений, знать о влиянии сельского хозяйства на изменения климата и возможностях почвосберегающих технологий, уменьшающих это влияние. Кроме того, все более актуальными для сельского хозяйства в мире становятся вопросы зеленых инвестиций, расчета углеродного следа и внедрение углеродных кредитов. Углеродные кредиты и продукция с низким углеродным следом при формировании аграрного карбонового рынка и внедрении требований по снижению углеродного следа продукции на мировом рынке могут приносить сельхозтоваропроизводителям существенный дополнительный доход.

Кроме того, важно понимать значение углеродного следа (количество выбросов парниковых газов на 1 кг продукции), который является одним из важнейших элементов стратегии успешного почвосберегающего климатоориентированного агробизнеса в мире. По углеродному следу оценивается эффективность использования ресурсов предприятия, уровень интенсификации производства и отдача от применения удобрений и агротехнологий, адаптивности сортов и гибридов (генотипов) сельскохозяйственных культур. Он является критерием экологичности и климатоориентированности производства и входит в показатели при оценке банковским сектором при выдаче кредитов предприятиям АПК, маркетинговым преимуществом при реализации продукции (в ЕС показатели углеродного следа наносятся на упаковку продуктов для информирования потребителей).

Поэтому необходимо создание программы развития национального аграрного карбонового рынка, и единого карбонового рынка стран ЕАЭС и БРИКС для обеспечения торговли аграрными углеродными кредитами, создания бренда низкоуглеродной сельхозпродукции, привлечения зеленых инвестиций для сельхозпредприятий.

Таким образом России требуется новая парадигма развития сельского хозяйства, которая включает использование природоподобных почвосберегающих технологий, широкую биологизацию земледелия, грамотное управление микробиомом почвы, развитие в стране карбонового рынка, позволяющего поощрять и стимулировать освоение и внедрение технологий производства сельскохозяйственной продукции с низким углеродным следом.

Сейчас появились сельхозтоваропроизводители, которые активно изучают и внедряют эти технологии. При внедрении ПЗ нужна высочайшая дисциплина и безусловный профессионализм. Сельхозпроизводители, которые успешно применяют почвосберегающие технологии, — это элита сельского хозяйства, которая заботится о сохранении российских почв и будущих поколений, они достойны приоритетного отношения к себе, особого внимания. Сегодня вопрос стоит ребром: сохранить почву — значит сохранить Россию.

В России почвозащитные технологии имеют богатую, более чем вековую, историю. Концепцию минимизации обработки почвы еще в конце 19 века предложил Иван Евгеньевич Овсинский. Его дело продолжил Александр Иванович



Бараев, Терентий Семенович Мальцев, Федор Трофимович Моргун др. Первая программа по внедрению почво-ресурсосберегающих технологий в Самарской области была принята в 1998 году благодаря Константину Алексеевичу Титову, занимавшему тогда пост губернатора. Большую роль в распространении ПРЗ в России сыграл бывший губернатор Белгородской области, нынешний сенатор Евгений Степанович Савченко, создавший в регионе образцовую модель по внедрению почвосберегающих технологий, которая была готова для тиражирования.

Научно-образовательные центры, открывающие широкие возможности для межвузовской кооперации, и карбоновые полигоны — инициатива Минобрнауки России. По решению президента Владимира Путина и в рамках принятой стратегии низкоуглеродного развития страны эти направления выведены в приоритет. Всего на сегодня в РФ создано 18 карбоновых полигонов, которые изучают океан, леса, степи, горы.

В Самарской области благодаря сильной инициативной группе ученых из разных научно-образовательных, общественных организаций: Национального движения сберегающего земледелия, Самарского национального исследовательского университета имени С.П. Королева, Самарского государственного аграрного университета, Самарского государственного медицинского университета, а также индустриальному партнеру «Уралхим» создан первый аграрный карбоновый полигон «Агро Инженерия» площадью более 4200 га. И на сегодня он наиболее практикоориентированный. Исследования проводятся на производственных полях сельхозпредприятия, которое внедряет почвосберегающее земледелие в течение 10 лет, и Самарского аграрного университета. На этих территориях используются дистанционный мониторинг и цифровые технологии, отрабатываются методики и оборудование, разработанные учеными Самарского государственного университета имени Королева, применяется гиперспектральная съемка. Стоят задачи по изучению биологических методов, которые повышают эффективность углеродного цикла, фотосинтеза, что способствует повышению плодородия почвы и качества выращенной на ней продукции. На площадке аграрного карбонового полигона совместно с Самарским государственным медицинским университетом проводятся междисциплинарные исследования на стыке медицинской и сельскохозяйственной микробиологии с применением культурного и метагеномного анализа.

Микробиология — огромный пласт неизученных знаний. К сожалению, многим преподавателям, студентам, сельхозтоваропроизводителям не хватает компетенций по сельскохозяйственной микробиологии. Во многих аграрных вузах отсутствуют кафедры почвенной микробиологии, нет современных микробиологических лабораторий. За этим направлением — огромное будущее. Управление микробиомом почвы и растений снижает заболеваемость, увеличивает урожайность и качество продукции, позволяет сократить затраты на химические препараты и сократить выбросы парниковых газов, что приведет к более устойчивому развитию сельского хозяйства.

В настоящий момент на базе аграрно-карбонового полигона складывается консорциум ученых микробиологов из Почвенного института имени В.В. Докучаева, ученые которого проводят исследования почвенного органического углерода в рамках ВИП ГЗ «Единая национальная система мониторинга климатически активных веществ», Московского Государственного Университета, Всероссийского НИИ сельскохозяйственной микробиологии, Самарского

Государственного Университета, Казанского государственного аграрного университета. Также развивается сотрудничество с Агрофизическим и Институтом физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН. Такое взаимодействие позволяет повышать компетенции, обмениваться знаниями, получать полезную информацию и устанавливать прочные связи практиков и ученых.

После обращения к академику Игорю Анатольевичу Тихоновичу был организован первый в России открытый курс лекций для аграриев по сельскохозяйственной микробиологии. Лекции находятся в открытом доступе и с ними можно ознакомиться на сайте Агрокомиссия. Этот курс лекций был дополнен лекциями ведущего кафедры «Общее земледелие, защита растений и селекция» Казанского государственного аграрного университета профессором, член-корреспондентом АН РТ Сафиным Радиком Ильясовичем и доктором сельскохозяйственных наук, профессором кафедры почвоведения и экологии почв, действительным членом Российской академии естественных наук Поповым Александром Ивановичем из Санкт-Петербургского государственного университета.

Результаты исследований двух лет демонстрируют тенденцию к увеличению депонирования почвенного органического углерода при применении почвозащитного ресурсосберегающего земледелия на 0.57 и 0.45 кг/м² и плотности на 0.06 г/см³ для верхнего 10-см слоя почвы по сравнению со вспашкой [11], что чрезвычайно важно, потому что углерод является катализатором всех химических, физических, биологических процессов.

Сельское хозяйство — очень интересная наука. Молодежи необходимо показывать перспективы развития сельского хозяйства, инновации в отрасли, обучать современным технологиям, которые чрезвычайно увлекательны. Совместно с Министерством просвещения, Российским экологическим обществом, Почвенным музеем имени Докучаева и Ассоциацией почвоведов России при поддержке РАН организован Всероссийский конкурс для школьников и студентов «Почва — жизнь». Заявки подали более 1,3 тыс. участников из 75 регионов.

Современный агроном должен понимать агрохимические, микробиологические анализы, и включать в свою деятельность использование современных методов культурного и метагеномного анализа. Наука не стоит на месте и ее достижения должны выходить из стен лаборатории и внедряться в практику. В своей работе агроном должен знать и применять технологии почвосберегающего и точного земледелия, осуществлять дифференцированный подход к посеву, обработке растений, применению минеральных удобрений и биологических методов, разбираться в беспилотных летательных аппаратах и использовать их в производстве. Соответственно, все эти знания и умения должны быть доступны будущим специалистам в сельскохозяйственных вузах. Должна быть тесная связь науки, образования и практики во главе с профильным министерством. Только такое взаимодействие позволит быстро и эффективно решать проблемы, которые возникают на полях.

Именно в нашей стране зародилась наука почвоведение, а имена ученых почвоведов — В.В. Докучаева, В.И. Вернадского, В.А. Ковды известны во всем мире. Однако понятие «почва» исчезло из законодательной сферы. Изменения в первую очередь должны происходить на законодательном уровне: необходимо восстановить во всех государственных документах понятия «почва», законодательно закрепить ответственность Минсельхоза России и руководителей

субъектов Федерации, наряду с собственниками сельхозугодий, за сохранение почв, вплоть до угольной.

Также для развития сельского хозяйства, а особенно для внедрения инноваций необходима эффективная политика регулирования рынка сельхозпродукции. Еще в 2021 году группа ученых-экономистов выделила основные проблемы реализации Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, среди которых следует выделить инвестиционная недостаточность, сложившаяся система ценообразования, зависимость АПК от зарубежных техники и технологий, недостаточное финансирование Госпрограммы комплексного развития сельских территорий, низкие темпы технико-технологического обновления, экологические риски (нарастание эрозии почвы, деятельность крупных животноводческих ферм) и другие. Важным замечанием является направленность действующих мер государственной поддержки главным образом на крупнотоварных сельскохозяйственных производителей, а не как комплексные меры развития всех экономических укладов [10]. Вместе с тем, роль среднего и малого бизнеса во всем мире, ценится очень высоко, так как играет большую роль в экономическом и социальном развитии любой страны.

Часть обозначенных проблем решаются, в частности, в 2024 году увеличился объем государственной поддержки АПК до 600 млрд. руб. в том числе на различные подпрограммы, что должно стимулировать развитие отрасли, а другие вопросы, например проблема ценообразования для производителей сельскохозяйственной продукции остается острой. Диспаритет цен на сельскохозяйственную продукцию и материально-технические ресурсы только нарастает. Низкие цены, запрет на экспорт определенных культур ведут к падению доходности, что, в свою очередь, не позволяет сельхозтоваропроизводителям выполнять технологические требования и внедрять инновации, которые подразумевают дополнительные затраты. Сельхозтоваропроизводители вынуждены выживать любыми путями, то есть, нарушая технологии и разрушая почвы.

Были предложены конкретные меры по снижению себестоимости сельскохозяйственной продукции, такие как введение нулевой ставки по акцизам на продажу топлива для сельскохозяйственных товаропроизводителей; приведение тарифов на электроэнергию в соответствие с тарифами, сложившимися для потребителей в промышленности; активное регулирование цен на рынке минеральных удобрений [10], но они также в целом не решены.

Необходимо создание межотраслевой комиссии по регулированию цен и тарифов на ресурсы для сельского хозяйства и сельхозпродукции, которая должна будет вести системный мониторинг себестоимости производства сельскохозяйственной продукции с учетом применяемой технологии, в том числе контроль обоснованности повышения цен на составляющие производства (семена, средства защиты растений, удобрений, ГСМ, запчастей); а также системный мониторинг цен на сельхозпродукцию, которые должны покрывать себестоимость и включать размер маржи не менее 40% для развития сельхозпредприятий.

С низкими ценами на сельхозпродукцию совершенно невозможно развивать сельское хозяйство, сохранять почвы, производить качественную продукцию, достигая целей, поставленных Президентом РФ.

Большой потенциал развития отрасли видится в реализации Указа Президента РФ о приоритетных технологиях, которая поручена





НИЦ «Курчатовский институт» под руководством М.В. Ковальчука. Разработка программы Курчатовским институтом совместно с Минсельхозом РФ и общественными организациями позволит выработать комплекс мер по внедрению природоподобных технологий в сельское хозяйство, включая создание микробиологических кафедр и лабораторий во всех субъектах Федерации, совершенствование образовательных программ, тесное взаимодействие науки и практики.

Важнейшая задача, которая стоит перед нами учеными — изучить микробиом почвы, растений и человека и методы управления им, что позволит получить здоровые почвы, качественную продукцию, и обеспечить защиту здоровья население.

В свое время великий российский реформатор, председатель Правительства России Петр Аркадьевич Столыпин, выступая в 1908 году в Государственной Думе, сказал: «...Земля, это залог наших сил в будущем, земля — это Россия». Наша обязанность — сберечь российские почвы для нынешнего и будущих поколений.

Список источников

- William S. Gaud. The Green Revolution: Accomplishments and Apprehensions (англ.). www.agbioworld.org, 1968.
- Ingham, E.R. The Soil Foodweb: It's Role in Ecosystem Health. The Overstory Book: Cultivating Connections with Trees, 2004. 62 p.
- Corsi, S., Muminjanov H. Почвозащитное и ресурсосберегающее земледелие: учебн. пособие для консультантов по распространению сельскохозяйственных знаний и фермеров в Восточной Европе и Центральной Азии, 2019. 160 с.
- М.С. Соколов, А.П. Глинушкин, Ю.Я. Спиридонов [и др.] Технологические особенности почвозащитного ресурсосберегающего земледелия (в развитие концепции ФАО) // Агрехимия. 2019. № 5. С. 3- 20. DOI: 10.1134/S000218811905003X. EDN VZNKIP.
- Битва за климат: карбоновое земледелие как ставка России [Текст]: экспертный доклад / под ред. А.Ю. Иванова, Н.Д. Дурманова, М.П. Орлов, К.В. Пиксендеев, Ю.Е. Ровнов и др. Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2021. 120 с. ISBN 978-5-7598-2519-7.
- А.Л. Тойгильдин, О.Л. Кибалюк, И.А. Тойгильдина, Д.Э. Аюпов. Севообороты для технологии прямого посева в условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья. Ульяновск: Ульяновский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2023. 192 с. ISBN 978-5-605-10710-1. EDN SKILRZ.

- О.Л. Томашова, А.В. Ильин, П.С. Захарчук, К.Р. Сильченко. Влияние возделывания почвопокровных культур на урожайность кукурузы в условиях предгорно-степной зоны Крыма // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2021. № 27(190). С. 46-58. EDN SCGTFP.

- Р.С.Х. Эдельгериев, А.Л. Иванов, И.М. Донник [и др.]. Глобальный климат и почвенный покров России: проявления засухи, меры предупреждения, борьбы, ликвидация последствий и адаптационные мероприятия (сельское и лесное хозяйство). Москва: Издательство МБА, 2021. 700 с. ISBN 978-5-6045103-9-1. DOI: 10.52479/978-5-6045103-9-1. EDN MFABZG.

- Л.В. Орлова, Н.М. Троц, В.И. Платонов, Е.В. Балашов, С.В. Сушко, И.Н. Колесниченко, С.В. Орлов, Е.В. Круглов. Оценка эмиссии парниковых газов и запасов углерода при нулевой обработке чернозема в условиях лесостепной зоны среднего Поволжья // Агрехимия. 2023. № 7. с. 45-56.

- И.Г. Ушачев, А.Г. Папцов, В.В. Маслова, В.С. Чекалин. Основные проблемы реализации Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия и стратегические направления ее актуализации // Аналитический вестник Совета Федерации Федерального Собрания РФ. 2021. № 9(769). С. 48- 58. EDN AZNZCL.

- Тихомиров А.И., Фомин А.А. Государственная поддержка АПК России: основные тенденции и социально-экономическое значение. Международный сельскохозяйственный журнал. 2024. № 2 (398). С. 121-125.

- Фомин А.А., Мамонтова И.Ю. Состояние земельных и водных ресурсов планеты и методы устойчивого ведения сельского хозяйства // Международный сельскохозяйственный журнал. 2022. Том 65. № 4(388). С.420-422

- И.Ю. Мамонтова, А.А. Фомин Экономические методы регулирования земельных отношений в России // International agricultural Journal. 2023. Том 66. № 3

- Fomin A.A., Tsytkin Y.A., Kamaev R.A., Kozlova N.V. Formation of an effective strategy of nature protection activities in a region in the conditions of the digital economy's development. В сборнике: Socio-economic Systems: Paradigms for the Future. Springer International Publishing, 2021. С.721-728.

References

- William S. Gaud. (1968). The Green Revolution: Accomplishments and Apprehensions (англ.). www.agbioworld.org
- Ingham, E.R. (2004). The Soil Foodweb: It's Role in Ecosystem Health. The Overstory Book: Cultivating Connections with Trees, 62 p.
- Corsi, S., Muminjanov H. (2019). Pochvozashhitnoe i resursosberegayushhee zemledelie: uchebn. posobie dlya konsultantov po rasprostraneniyu sel'skoxozyajstvenny'x znaniy i fermerov v Vostochnoj Evrope i Central'noj Azii, 160 p.

- M.S. Sokolov, A.P. Glinushkin, Yu.Ya. Spiridonov [i dr.](2019). Texnologicheskie osobennosti pochvozashhitnogo resursosberegayushhego zemledeliya (v razvitiye koncepcii FAO). Agroximiya, no, 5, pp. 3- 20. DOI: 10.1134/S000218811905003X. EDN VZNKIP.

- A.Yu. Ivanova, N.D. Durmanova , M.P. Orlov, K.V. Piksenedeev, Yu.E. Rovnov i dr. (2021). Bitva za klimat: karbovoe zemledelie kak stavka Rossii [Tekst]: e'kspertnyj doklad, Vy'sshaya shkola e'konomiki, Moscow, 120 p. ISBN 978-5-7598-2519-7.

- A.L. Tojgil'din, O.L. Kibalyuk, I.A. Tojgil'dina, D. E'. Ayupov (2023). Sevooboroty' dlya texnologii pryamogo poseva v usloviyax lesostepnoj zony' Srednego Povolzh'ya, Ul'yanovsk: Ul'yanovskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet im. P.A. Stoly'pina, 192 p. ISBN 978-5-605-10710-1. EDN SKILRZ.

- O.L. Tomashova, A.V. Il'in, P.S. Zaxarchuk, K.R. Sil'chenko (2021). Vliyaniye vozdel'vaniya pochvopokrovny'x kul'tur na urozhnost' kukuruzy' v usloviyax predgorno-stepnoj zony' Kry'ma. Izvestiya sel'skoxozyajstvennoj nauki Tavridy, no. 27(190), pp. 46-58. EDN SCGTFP.

- R.S. X. E' del' geriev, A.L. Ivanov, I.M. Donnik [i dr.] (2021). Global'nyj klimat i pochvennyj pokrov Rossii: proyavleniya zasuxi, mery' preduprezhdeniya, bor'by', likvidaciya posledstvij i adaptacionny'e meropriyatiya (sel'skoe i lesnoe xozyajstvo), Moscow, Izdatel'stvo MBA, 700 p. ISBN 978-5-6045103-9-1. DOI: 10.52479/978-5-6045103-9-1. EDN MFABZG.

- L.V. Orlova, N.M. Trocz, V.I. Platonov, E.V. Balashov, S.V. Sushko, I.N. Kolesnichenko, S.V. Orlov, E.V. Kруглов. (2023). Otsenka e'missii parnikovyx gazov i zapasov ugleroda pri nul'evoj obrabotke chernozema v usloviyax lesostepnoj zony' srednego Povolzh'ya. Agroximiya, no. 7, pp. 45-56.

- I.G. Ushachev, A.G. Papczov, V.V. Maslova, V.S. Chekalin (2021). Osnovny'e problemy' realizacii Gosudarstvennoj programmy' razvitiya sel'skogo xozyajstva i regulirovaniya ry'nkov sel'skoxozyajstvennoj produkcii, sy'r'ya i prodovol'stviya i strategicheskie napravleniya ee aktualizacii. Analiticheskiy vestnik Soveta Federacii Federal'nogo Sobraniya RF, no. 9(769), pp. 48- 58. EDN AZNZCL.

- Tixomirov A.I., Fomin A.A. (2024). Gosudarstvennaya podderzhka APK Rossii: osnovny'e tendencii i social'noe'konomicheskoe znachenie. Mezhdunarodnyj sel'skoxozyajstvennyj zhurnal, no. 2 (398), pp. 121-125.

- Fomin A.A., Mamontova I.YU. (2022). Sostoyaniye zemel'nykh i vodnykh resursov planety i metody ustoychivogo vedeniya sel'skogo khozyaistva [The state of the land and water resources and methods of sustainable agriculture]. Mezhdunarodnyj sel'skoxozyajstvennyj zhurnal, vol. 65, no.4(388), pp. 420-422

- I.Y. Mamontova, A.A. Fomin (2023). Economic methods of land relations regulation in Russia. International agricultural Journal, vol. 66. no. 3

- Fomin A.A., Tsytkin Y.A., Kamaev R.A., Kozlova N.V.(2021). Formation of an effective strategy of nature protection activities in a region in the conditions of the digital economy's development. V sbornike: Socio-economic Systems: Paradigms for the Future, Springer International Publishing, pp. 721-728.

Информация об авторах:

- Орлова Людмила Владимировна**, Национальное движение сберегающего земледелия, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6941-8523>, orlova.rmrl@gmail.com
- Фомин Александр Анатольевич**, кандидат экономических наук, профессор кафедры менеджмента и управленческих технологий, Государственный университет по землеустройству, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3881-8348>, agrodar@mail.ru
- Тойгильдин Александр Леонидович**, доктор сельскохозяйственных наук, директор Ульяновского НИИЦХ, Ульяновский НИИЦХ — филиал СамНЦ РАН, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7713-5283>, atoigildin@yandex.ru
- Дридигер Виктор Корнеевич**, доктор сельскохозяйственных наук, директор направления, Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0510-2220>, dridiger.victor@gmail.com
- Платонов Владимир Игоревич**, кандидат химических наук, доцент, Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, govvv@yandex.ru
- Троц Наталья Михайловна**, доктор сельскохозяйственных наук, Самарский государственный аграрный университет, заведующая кафедрой, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3774-1235>, troz_shi@mail.ru

Information about the authors:

- Lyudmila V. Orlova**, National Movement of Conservation Agriculture, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6941-8523> , orlova.rmrl@gmail.com
- Alexander A. Fomin**, candidate of economic sciences, professor of the department, State University of Land Use Planning, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3881-8348>, agrodar@mail.ru
- Alexander L. Toigildin**, doctor of agricultural sciences, director of the Ulyanovsk research institute, Ulyanovsk Research Institute — branch of the Russian Academy of Sciences, Ulyanovsk, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7713-5283>, atoigildin@yandex.ru
- Viktor K. Dridiger**, doctor of agricultural sciences, director of the direction, North Caucasian FNAC, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0510-2220>, dridiger.victor@gmail.com
- Vladimir I. Platonov**, candidate of chemical sciences, associate professor, Samara University, rovvv@yandex.ru
- Natalia M. Trots**, doctor of agricultural sciences, head of the department, Samara State Agrarian University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3774-1235> , troz_shi@mail.ru