

Научная статья

Original article

УДК 332.363:631.111.3

DOI 10.55186/25876740_2023_7_5_27

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАСТЕНИЕВОДСТВА НА ОСНОВЕ
ПАРАМЕТРОВ ПАШНИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ
МОДЕЛИ**

**INCREASING THE EFFICIENCY OF CROPPING
BASED ON ARRANGE PARAMETERS USING A MATHEMATICAL MODEL**



Веселова Марина Николаевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры землеустройства, ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина» (644008 г. Омск, Институтская площадь, д. 1), тел. 8(3812) 65-24-72, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0229-1406>, mn.veselova@omgau.org

Хоречко Ирина Владимировна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры землеустройства, ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина» (644008 г. Омск, Институтская площадь, д. 1), тел. 8(3812) 65-24-72, ORCID: <http://orcid.org/0009-0001-9753-963X>, iv.khorechko@omgau.org

Marina N. Veselova, candidate of agricultural sciences, associate professor, professor of department of land management, Omsk state agrarian university named after P.A. Stolypin (1 Institutskaya square, Omsk, 644008 Russia), tel. 8(3812) 65-24-72, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0229-1406>, mn.veselova@omgau.org

Irina V. Khorechko, candidate of agricultural sciences, associate professor, professor of department of land management, Omsk state agrarian university named after P.A. Stolypin (1 Institutskaya square, Omsk, 644008 Russia), tel. 8(3812) 65-24-72, ORCID: <http://orcid.org/0009-0001-9753-963X>, iv.khorechko@omgau.org

Аннотация. Земля в сельском хозяйстве является главным средством производства. Параметры сельскохозяйственного землепользования определяют эффективность производства. Особенно зависимо растениеводство от параметров пахотных участков, поэтому улучшая параметры пашни, можно добиться повышения эффективности растениеводства.

Организация и совершенствование сельскохозяйственного землепользования одна из главных задач внутрихозяйственного землеустройства. Основные проектные мероприятия связаны с трансформацией и улучшением угодий, организацией и инженерным оборудованием территории пашни. Использование различных математических моделей в процессе разработки и обоснования проектных решений позволяет учесть все условия и ресурсы, ускоряет процесс, позволяет планировать качественные показатели производства.

В статье рассмотрены вопросы повышения эффективности растениеводства на основе улучшения параметров пашни с использованием математической модели. Объектом исследования является сельскохозяйственный производственный кооператив (СПК) «Лесной» Исилькульского района Омской области.

Для автоматизации расчетов построена математическая модель на основе уравнений регрессии между показателями растениеводства и параметрами пашни. Математическая модель построена для двух показателей – урожайность зерновых и рентабельность растениеводства. На основе математической модели прогнозируется значение параметров пашни для достижения определенных параметров эффективности растениеводства, а затем разрабатываются предложения по улучшению параметров пашни и доведения их до прогнозного значения.

Повысить урожайность зерновых предлагается за счет трансформации пашни, расположенной на почвах с низким баллом бонитета. При трансформации учтено расположение пахотных участков, выбранных для трансформации, а также специализация хозяйства и размещение основных животноводческих ферм.

Для повышения рентабельности растениеводства предлагается сократить расстояние внутрихозяйственных перевозок. Для этого на удаленных пахотных участках проектируется полевой стан.

С учетом намеченных предложений, рассчитаны проектные параметры пашни и введены в математическую модель. В результате урожайность зерновых в хозяйстве и рентабельность увеличились и достигли среднерайонных значений.

Abstract. Land in agriculture is the main means of production. Agricultural land use parameters determine production efficiency. Crop production is especially dependent on the parameters of arable land, therefore, by improving the parameters of arable land, it is possible to increase the efficiency of crop production.

Organizing and improving agricultural land use is one of the main tasks of on-farm land management. The main project activities are related to the transformation and improvement of land, the organization and engineering equipment of the arable land. The use of various mathematical models in the process of developing and justifying design solutions allows us to take into account all conditions and resources, speeds up the process, and allows us to plan quality production indicators.

The article discusses the issues of increasing the efficiency of crop production based on improving the parameters of arable land using a mathematical model. The object of the study is the agricultural production complex Lesnoy, Isilkul district, Omsk region.

To automate the calculations, a mathematical model was built based on regression equations between crop production indicators and arable land parameters. A mathematical model was built for two indicators – grain yield and profitability of crop production. Based on a mathematical model, the value of arable land parameters is predicted to achieve certain parameters of crop production efficiency, and then

proposals are developed to improve the arable land parameters and bring them to the predicted value.

It is proposed to increase grain yields by transforming arable land located on soils with a low quality score. During the transformation, the location of the arable plots selected for transformation was taken into account, as well as the specialization of the farm and the location of the main livestock farms.

To increase the profitability of crop production, it is proposed to reduce the distance of on-farm transportation. For this purpose, a field camp is designed in remote arable areas.

Taking into account the proposed proposals, the design parameters of the arable land were calculated and entered into the mathematical model. As a result, grain yields on the farm and profitability increased and reached average regional values.

Ключевые слова: *параметры паши, эффективность растениеводства, уравнение регрессии, математическая модель, балл бонитета, расстояние, урожайность зерновых, рентабельность*

Keywords: *arable land parameters, crop production efficiency, regression equation, mathematical model, quality score, distance, grain yield, profitability*

Введение. Эффективность сельскохозяйственного производства определяется многими факторами и ресурсами, среди которых особое место занимают земельные ресурсы. Земля, благодаря своим пространственным свойствам, используется во всех отраслях производства. Наиболее значительна её роль в сельском хозяйстве, поэтому говорят о земле как главном средстве производства в сельском хозяйстве. Качество почвенного покрова определяет продуктивность пахотных участков, технологические свойства влияют на затратность производства, таким образом, параметры сельскохозяйственного землепользования определяют основные параметры сельскохозяйственного производства: объемы производства, затратность и эффективность производства [1, 2, 3, 4].

Особенно зависимо растениеводство от параметров пахотных массивов. Для установления зависимости между параметрами пашни и параметрами растениеводства выполнен корреляционный анализ, который позволил установить параметры пашни, влияющие на эффективность растениеводческого производства [5]. Это позволяет, улучшая параметры пашни, добиться повышения эффективности растениеводства.

Повышение эффективности сельскохозяйственного производства остается главной задачей землеустройства. Она решается путем улучшения организационных, экономических, экологических условий использования сельскохозяйственных угодий. Разработка проектных решений опирается на результаты экологической, экономической, правовой, территориальной оценки сложившейся организации использования земель [6, 7, 8, 9]. Совершенствование использования сельскохозяйственных угодий проводится при разработке проекта внутрихозяйственного землеустройства. Основные проектные мероприятия связаны с трансформацией и улучшением угодий, организацией и инженерным оборудованием территории пашни [10, 11].

Разработка проектных решений по совершенствованию организации использования земель и повышению эффективности сельскохозяйственного производства может сопровождаться моделированием – построением модели изучаемого процесса с помощью математических зависимостей. Моделирование позволяет учесть все условия и ресурсы, участвующие и влияющие на эффективность производства. С помощью математического моделирования можно управлять производственной деятельностью, экспериментировать, планировать качественные показатели производства [12, 13]. Математическая модель поможет наметить пути совершенствования использования земель при планировании повышения эффективности растениеводства.

Объект исследования. СПК «Лесной» располагается в границах Лесного сельского поселения Исилькульского района Омской области. Он является одним из 9 крупных сельскохозяйственных организаций района. Хозяйство использует 27274 га сельскохозяйственных угодий, в том числе 23801 га (87%) пашни,

площади сенокосов и пастбищ почти равны и составляют 1973,5 га и 1500 га соответственно. По площади используемых угодий – это самая крупная сельскохозяйственная организация в районе.

Сельскохозяйственные угодья подвержены негативным природным и антропогенным процессам: засоление в слабой степени, заболачивание в слабой степени, дефляция в средней степени. В целом, экологическое состояние угодий оценивается как относительно благоприятное.

Специализируется хозяйство на растениеводстве и животноводстве. Посевные площади на 40% представлены зерновыми и зернобобовыми, на 26% – техническими и на 34% – кормовыми культурами. При балле бонитета 73 средняя урожайность зерновых в хозяйстве составила 18 ц/га, рентабельность выращивания зерновых 38,8% при средней по району 50%. Это – одни из самых низких показателей среди сельскохозяйственных организаций района.

Методология проведения исследования. Целью исследования является повышение эффективности растениеводства на основе улучшения параметров пахотных участков с использованием математической модели. В ходе исследования решены следующие задачи:

- разработана математическая модель на основе корреляционно-регрессионного анализа для автоматизации расчетов по эффективности растениеводства на основе параметров пашни;

- разработаны мероприятия по улучшению параметров пашни в целях повышения эффективности растениеводства.

В ходе исследования использованы методы: математического моделирования, абстрактно-логический, экономико-статистический, математико-статистический и картографический.

Результаты и обсуждение. С использованием корреляционного анализа исследовалась связь между параметрами пашни и результативностью растениеводства [5]. В результате исследования установлено, что урожайность и рентабельность растениеводства зависят от параметров пашни. Среди параметров пашни на результативность растениеводства оказывают влияние площадь

засоления, заболачивания и переувлажнения, балл бонитета, индекс затрат, расстояние, площадь пашни. Таким образом, были получены параметры пашни и растениеводческого производства для включения в регрессионный анализ и разработки мероприятий по улучшению параметров пашни в целях повышения эффективности растениеводства.

В основу построения математической модели положены уравнения регрессии. Регрессионный анализ позволит установить степень влияния факториальных показателей на результативный. В качестве результативных выступили показатели результативности растениеводства, факториальными показателями были параметры пашни. Регрессионная статистика покажет, насколько величина параметров растениеводства определяется параметрами пашни [14].

Регрессионный анализ позволяет, используя уравнения регрессии, определить предполагаемые отношения между зависимой переменной и независимыми переменными. Используя регрессионный анализ, можно моделировать отношения между выбранными переменными, а также прогнозируемыми значениями на основе модели.

Для определения величины показателей растениеводства в зависимости от параметров пашни составлены уравнения множественной регрессии. Уравнения составлены для двух показателей: урожайность и рентабельность.

$$Y = 1,1 + 0,24 * X_1 - 0,0001 * X_4 + 0,0006 * X_5 - 0,00004 * X_7 + 0,15 * X_8$$

где Y – урожайность зерновых, ц/га;

X_1 – балл бонитета;

X_4 – площадь засоления, га;

X_5 – площадь заболачивания, га;

X_7 – площадь пашни, га;

X_8 – индекс затрат.

$$R = 5,21 + 0,82 * X_1 - 0,001 * X_7 + 2,44 * X_8 - 0,46 * X_9$$

где R – рентабельность растениеводства, %;

X_1 – балл бонитета;

X_7 – площадь пашни, га;

X_8 – индекс затрат;

X_9 – расстояние, км.

Коэффициенты при переменных показывают насколько изменится урожайность и рентабельность при изменении переменной на единицу. У урожайности отмечается высокая связь с переменными, включенными в уравнение, вариация значения урожайности на 86% обусловлена вариацией параметров пашни. На рентабельность производства влияет много факторов, поэтому доля параметров землепользования в этом показателе меньше. У рентабельности отмечается заметная связь с переменными, включенными в уравнение, вариация значения рентабельности на 47% обусловлена вариацией параметров пашни. Таким образом, оба результативных показателя зависимы от качества используемой пашни.

На основе проведенного регрессионного анализа построена математическая модель для автоматизации расчетов по определению результативности растениеводства на основе параметров пашни. С помощью модели предпринята попытка найти решение для повышения эффективности растениеводства, улучшая параметры пашни. Рассмотрим комплексную задачу нахождения прогнозных результативных параметров от факториальных и наоборот – прогнозных показателей результативности растениеводства от параметров пашни и наоборот.

Данную задачу можно разделить на две подзадачи:

- Прогнозируемые значения показателей растениеводства от параметров пашни.
- Прогнозируемые значения параметров пашни от показателей растениеводства.

Математическая модель представлена в виде таблицы (табл. 1), в которой показатели растениеводства изменяются под воздействием параметров пашни, и наоборот. Таблица составлена при помощи компьютерной программы Microsoft Excel. Математическая модель дает возможность автоматического расчета

показателей на основе уравнений регрессии.

Для проверки модели, в нее помещены данные по СПК «Лесной». Рассчитаны величина урожайности и рентабельности на основе модели и произведено их сравнение с фактическими значениями. Поскольку отклонения незначительные в значениях параметров, математическая модель составлена корректно.

Таблица 1. Математическая модель

Параметры	Фактические значения	Значения по модели
Урожайность	18	18,6
Балл бонитета	73	72,7
Площадь засоления	423	423
Площадь заболачивания и переувлажнения	1417	1417
Площадь пашни	23801	23801,3
Индекс затрат	1,1	1,06
Рентабельность	38,8	37,0
Балл бонитета	73	73,1
Площадь пашни	23801	23701
Индекс затрат	1,1	1
Расстояние	15,86	15,85

С помощью разработанной математической модели спрогнозируем изменение величины параметров пашни – балл бонитета и расстояние, для повышения эффективности растениеводства СПК «Лесной».

Урожайность сельскохозяйственных культур, главным образом, определяется продуктивностью почвы, выраженной через балл бонитета. В таблице 2 представлена модель с расчетом прогнозного значения урожайности и балла бонитета. В сельскохозяйственных организациях Исилькульского района максимальное значение урожайности составляет 20-21 ц/га. При прогнозировании урожайности СПК «Лесной», её прогнозную величину увеличим до 20 ц/га. Используя математическую модель, рассчитаем, насколько должен увеличиться балл бонитета, чтобы урожайность зерновых составила 20 ц/га. Из таблицы

следует, что для получения прогнозной урожайности необходимо повысить балл бонитета почв хозяйства до 79 баллов.

Таблица 2. Прогнозные значения урожайности и балла бонитета

Параметры	Фактические значения	Прогнозные значения
Урожайность	18	20
Балл бонитета	73	79
Площадь засоления	423	423
Площадь заболачивания и переувлажнения	1417	1417
Площадь пашни	23801	23801
Индекс затрат	1,1	1,1

Повысить балл бонитета пашни предлагается за счет обратной трансформации – залужения пашни многолетними травами и последующего использования в качестве сенокосов и пастбищ. В таблице 3 представлена характеристика почвенного покрова пашни СПК Лесной.

Таблица 3. Характеристика почвенного покрова пашни

Вид почвы	Балл бонитета	Площадь	
		га	%
Чернозем обыкновенный маломощный малогумусный тяжелосуглинистый	87	1514	6
Чернозем обыкновенный маломощный среднегумусный тяжелосуглинистый	92	1541	6
Чернозем обыкновенный среднемощный малогумусный тяжелосуглинистый	94	1442	6
Лугово-черноземная маломощная малогумусная тяжелосуглинистая	78	3242	14
Лугово-черноземная маломощная среднегумусная тяжелосуглинистая	82	2518	10
Лугово-черноземная среднемощная малогумусная тяжелосуглинистая	84	3776	16

Лугово-черноземная среднемощная среднегумусная тяжелосуглинистая	88	3550	15
Лугово-черноземная карбонатная маломощная малогумусная тяжелосуглинистая	66	1796	8
Лугово-черноземная карбонатная среднемощная малогумусная тяжелосуглинистая	71	2582	11
Черноземно-луговая среднемощная среднегумусная тяжелосуглинистая	78	1199	5
Лугово-болотная перегнойная тяжелосуглинистая	42	218	1
Солонец черноземно-луговой средний тяжелосуглинистый	45	250	1
Солонец черноземно-луговой глубокий тяжелосуглинистый	52	173	1
Итого	73	23801	100,0

Учитывая балл бонитета, планируется трансформация пашни, расположенной на почвах с низким баллом бонитета (от 42 до 52 баллов), что повысит средневзвешенный балл бонитета хозяйства.

Трансформация – это перевод одного сельскохозяйственного угодья в другое. При трансформации одновременно изменяется и структура, и размещение угодий. Трансформация производится исходя из специализации и перспективного развития хозяйства, с учетом возможностей повышения плодородия почв и выхода продукции с единицы площади, роста эффективности использования техники, предотвращения эрозии почв.

Залужение предлагается проводить на всём поле, в которое входят низкобонитетные почвы. Под пастбища предлагается трансформация полей рядом с населенными пунктами Благовещенка и Комсомольский. В населенных пунктах Благовещенка и Комсомольский находятся крупный животноводческий комплекс и фермы, решается вопрос о создании высокопродуктивных пастбищ, под которые выделяются участки, расположенные вблизи (не далее 2 км)

животноводческих комплексов и ферм. Трансформация пашни в пастбище позволит решить проблему с недостатком естественных кормовых угодий.

Под сенокосы намечена трансформация участков пашни с почвами, непригодными в пашню, но расположенными среди пахотных массивов на лугово-болотной перегнойной и солонце черноземно-луговом глубоком.

Общая площадь пашни, предложенной под трансформацию, составляет 2626 га.

Повышение рентабельности любого производства является актуальной проблемой, так как она позволяет увеличивать доходность производства и обеспечивать расширенное воспроизводство. При экономическом анализе было выявлено, что средняя рентабельность растениеводства в крупных сельскохозяйственных организациях Исилькульского района составляет 50%. Используя математическую модель, рассчитали на сколько нужно снизить расстояние, чтобы рентабельность растениеводства СПК «Лесной» достигла среднерайонной, с учетом сокращения площади пашни в результате трансформации. В таблице 4 представлена модель с расчетом прогнозных значений рентабельности и расстояния.

Таблица 4. Прогнозные значения рентабельности и расстояния

Параметры	Фактические значения	Прогнозные значения
Рентабельность	38,8	50
Балл бонитета	73	82
Площадь пашни	23801	21175
Индекс затрат	1,1	1,1
Расстояние	15,86	9

Из таблицы следует, что для получения прогнозной рентабельности растениеводства необходимо повысить балл бонитета до 82 баллов и уменьшить расстояние до 9 км.

Для снижения расстояния предлагается на удаленных пахотных участках расположить полевой стан. Полевой стан проектируют на удаленных от хозяйственных центров севооборотных массивах. Он предусматривается для

ведения текущего и профилактического ремонта сельскохозяйственной техники, хранение инвентаря и машин в напряженный полевой сезон. Размещение полевого стана на удаленных полях позволяет свести к минимуму непроизводительные затраты времени и средств на перемещение сельскохозяйственной техники, перевозки семян, удобрений. Это дает возможность более полно использовать рабочее время для полевых работ, в сжатые сроки и снизить транспортные расходы. Полевой стан запроектирован в южной части землепользования. При его размещении расстояние по хозяйству от производственного центра до дальних севооборотных массивов уменьшается.

С учетом намеченных предложений, рассчитаны проектные параметры пашни и введены в математическую модель (табл. 5).

Таблица 5. **Параметры пашни и растениеводства по проекту**

Параметры	Фактические значения	Значения по проекту
Урожайность	18	20,07
Балл бонитета	73	82
Площадь засоления	423	-
Площадь заболачивания и переувлажнения	1417	-
Площадь пашни	23801	21175
Индекс затрат	1,1	0,9
Рентабельность	38,8	49,5
Балл бонитета	73	82
Площадь пашни	23801	21175
Индекс затрат	1,1	0,9
Расстояние	15,86	8,53

При реализации проектных предложений по совершенствованию использования пашни СПК Лесной увеличится эффективность растениеводства. При этом изменятся и другие экономические показатели – производственные затраты, чистый доход, стоимость произведенной продукции. При увеличении урожайности и рентабельности экономические показатели изменились на 11-15%.

Выводы. В результате исследования установлено, что параметры пашни влияют на результативность и эффективность растениеводства. Улучшая

параметры пашни, можно повышать эффективность растениеводства.

Использование математических моделей при прогнозировании изменения эффективности растениеводства позволит ускорить и упростить процесс расчетов, рассматривать и анализировать разные варианты по совершенствованию использования пахотных участков и других ресурсов и условий производства.

Литература

1. Рогатнев Ю.М. Сельскохозяйственный земельно-имущественный комплекс Омской области : монография / Ю.М. Рогатнев. Омск: Изд-во ФГБОУ ВО Омский ГАУ. 2019. 214 с.

2. Rogatnev Yu. M., Dolmatova O.N., Aleschenko V.V., Veselova M.N., Yusova Yu.S. Evaluation of conditions for effective agricultural land-use as a basis for sustainable development of plant-growing production in the Omsk Region // EEC-EM – Ecology, Environment and Con-servation (0971765X-India-Scopus) 24 (4), 2018. PP. 1546-1554. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38701439>.

3. Ефремова Л. Б., Ефремов А.А. Роль природно-ресурсного потенциала в размещении сельскохозяйственного производства и его эффективности // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2019. № 6. С. 32–35.

4. Волков С. Н. К вопросу о проблемах и перспективах развития сельскохозяйственного землепользования в Российской Федерации // Вестник ОрелГАУ. 2017. № 6. С. 26–29.

5. Веселова, М. Н. Установление параметров пашни, влияющих на результативность растениеводства / М. Н. Веселова, И. В. Хоречко // International Agricultural Journal. 2022. Т. 65. № 6. DOI 10.55186/25876740_2022_6_6_5. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=50147893>.

6. Рогатнев Ю.М. Эффективное использование земельных ресурсов как основа устойчивого развития сельского хозяйства региона (на материалах Омской области) : монография / Ю. М. Рогатнев, О. Н. Долматова ; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский

государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина». Омск: ФГБОУ ВО Омский ГАУ. 2017. 186 с.

7. Кудряшова С.Я., Гагарин А.И., Юрлова В.А. Актуальные вопросы эколого-экономической оценки земель // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. Новосибирск: Изд-во Сибирский государственный университет геосистем и технологий. 2014. С. 319-324.

8. Веселова, М. Н. Экологическое состояние земель Исилькульского муниципального района Омской области / М. Н. Веселова, В. К. Короткова // Геодезия, землеустройство и кадастры: проблемы и перспективы развития : Сборник научных трудов по материалам III международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию юбилею доктора экономических наук, профессора Ю.М. Рогатнева, Омск, 13 мая 2021 года. Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина. 2021. С. 133-138. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46677854>.

9. Хоречко, И. В. Особенности комплексной оценки потенциала сельскохозяйственного производства / И. В. Хоречко // Научное обеспечение развития АПК в условиях импортозамещения : сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург - Пушкин, 25–27 мая 2022 года. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный аграрный университет. 2022. С. 275-279. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49186229>.

10. Щерба, В. Н. Внутрихозяйственное землеустройство сельскохозяйственных организаций Западной Сибири / В. Н. Щерба, С. Ю. Комарова. Омск : Омский государственный аграрный университет. 2020. 194 с. ISBN 978-5-89764-864-1. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43069964>.

11. Зайнуллина, Г. Р. Рациональное использование земель при внутрихозяйственном землеустройстве / Г. Р. Зайнуллина, А. Д. Лукманова // NovaInfo.Ru. 2017. Т. 2. № 59. С. 480-483

12. Колеснёв, В. И. Экономико-математические методы и моделирование в землеустройстве : практикум / В. И. Колеснёв, И. В. Шафранская. Минск: ИВЦ Минфина. 2017. 320 с.

13. Щерба, В. Н. Экономико-математические методы и моделирование в землеустройстве : Учебно-методическое пособие / В. Н. Щерба, Т. В. Ноженко, Е. В. Некрасова ; Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина. Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина. 2012. 92 с. ISBN 978-5-89764-360-8. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26171888>.

14. Корреляционно-регрессионный анализ в эконометрических моделях : учебное пособие / К.Ю. Крупенюк. Норильск: НГИИ. 2018. 108 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/155915>.

References

1. Rogatnev YU.M. Sel'skokhozyaistvennyi zemel'no-imushchestvennyi kompleks Omskoi oblasti : monografiya / YU.M. Rogatnev. Omsk: Izd-vo FGBOU VO Omskii GAU. 2019. 214 s.

2. Rogatnev Yu. M., Dolmatova O.N., Aleschenko V.V., Veselova M.N., Yusova Yu.S. Evaluation of conditions for effective agricultural land-use as a basis for sustainable development of plant-growing production in the Omsk Region // EEC-EM – Ecology, Environment and Con-servation (0971765X-India-Scopus) 24 (4), 2018. PP. 1546-1554. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38701439>.

3. Efremova L. B., Efremov A.A. Rol' prirodno-resursnogo potentsiala v razmeshchenii sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva i ego ehffektivnosti // Zemleustroistvo, kadastr i monitoring zemel'. 2019. № 6. S. 32–35.

4. Volkov S. N. K voprosu o problemakh i perspektivakh razvitiya sel'skokhozyaistvennogo zemlepol'zovaniya v Rossiiskoi Federatsii // Vestnik OreLGAU. 2017. № 6. S. 26–29.

5. Veselova, M. N. Ustanovlenie parametrov pashni, vliyayushchikh na rezul'tativnost' rastenievodstva / M. N. Veselova, I. V. Khorechko // International

Agricultural Journal. 2022. T. 65. № 6. DOI 10.55186/25876740_2022_6_6_5. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=50147893>.

6. Rogatnev YU.M. Ehffektivnoe ispol'zovanie zemel'nykh resursov kak osnova ustoichivogo razvitiya sel'skogo khozyaistva regiona (na materialakh Omskoi oblasti) : monografiya / YU. M. Rogatnev, O. N. Dolmatova ; Ministerstvo sel'skogo khozyaistva Rossiiskoi Federatsii, Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya «Omskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet imeni P. A. StolypinA». Omsk: FGBOU VO Omskii GAU. 2017. 186 s.

7. Kudryashova S.YA., Gagarin A.I., Yurlova V.A. Aktual'nye voprosy ehkologo-ehkonomicheskoi otsenki zemel' // Interehkspo GEO-Sibir'. Novosibirsk: Izd-vo Sibirskii gosudarstvennyi universitet geosistem i tekhnologii. 2014. S. 319-324.

8. Veselova, M. N. Ehkologicheskoe sostoyanie zemel' Isil'kul'skogo munitsipal'nogo raiona Omskoi oblasti / M. N. Veselova, V. K. Korotkova // Geodeziya, zemleustroistvo i kadastry: problemy i perspektivy razvitiya : Sbornik nauchnykh trudov po materialam III mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi 70-letnemu yubileyu doktora ehkonomicheskikh nauk, professora YU.M. Rogatneva, Omsk, 13 maya 2021 goda. Omsk: Omskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet imeni P.A. Stolypina. 2021. S. 133-138. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46677854>.

9. Khorechko, I. V. Osobennosti kompleksnoi otsenki potentsiala sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva / I. V. Khorechko // Nauchnoe obespechenie razvitiya APK v usloviyakh importozameshcheniya : sbornik nauchnykh trudov po materialam mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Sankt-Peterburg - Pushkin, 25–27 maya 2022 goda. Sankt-Peterburg: Sankt-Peterburgskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet. 2022. S. 275-279. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49186229>.

10. Shcherba, V. N. Vnutrikhozyaistvennoe zemleustroistvo sel'skokhozyaistvennykh organizatsii Zapadnoi Sibiri / V. N. Shcherba, S. YU. Komarova. Omsk : Omskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet. 2020. 194 s. ISBN 978-5-89764-864-1. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43069964>.

11. Zainullina, G. R. Ratsional'noe ispol'zovanie zemel' pri vnutrikhozyaistvennom zemleustroistve / G. R. Zainullina, A. D. Lukmanova // NovaInfo.Ru. 2017. T. 2. № 59. S. 480-483

12. Kolesnev, V. I. Ehkonomiko-matematicheskie metody i modelirovanie v zemleustroistve : praktikum / V. I. Kolesnev, I. V. Shafranskaya. Minsk: IVTS Minfina. 2017. 320 s.

13. Shcherba, V. N. Ehkonomiko-matematicheskie metody i modelirovanie v zemleustroistve : Uchebno-metodicheskoe posobie / V. N. Shcherba, T. V. Nozhenko, E. V. Nekrasova ; Omskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet imeni P.A. Stolypina. Omsk: Omskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet imeni P.A. Stolypina. 2012. 92 s. ISBN 978-5-89764-360-8. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26171888>.

14. Korrelyatsionno-regressionnyi analiz v ehkonometricheskikh modelyakh : uchebnoe posobie / K.YU. Krupenyuk. Noril'sk: NGII. 2018. 108 s. URL: <https://e.lanbook.com/book/155915>.

© Веселова М.Н., Хоречко И.В., 2023. *International agricultural journal*, 2023, № 5, 1736-1753.

Для цитирования: Веселова М.Н., Хоречко И.В. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАСТЕНИЕВОДСТВА НА ОСНОВЕ ПАРАМЕТРОВ ПАШНИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ//*International agricultural journal*. 2023. № 5, 1736-1753.