



Автоматизация расчетов интегральной оценки рационального использования земель сельскохозяйственного назначения (на примере Новгородской области)

Д.В. Баранова¹✉, А.О. Белоусов¹, В.А. Павлова¹

¹ Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,
Санкт-Петербург, Россия
✉ evbaranova2010@yandex.ru

ЦИТИРОВАНИЕ Баранова Д.В., Белоусов А.О., Павлова В.А. Автоматизация расчетов интегральной оценки рационального использования земель сельскохозяйственного назначения (на примере Новгородской области) // Известия вузов «Геодезия и аэрофотосъемка». 2025. Т. 69. № 3. С. 122–135. DOI:10.30533/GiA-2025-031.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА земли сельскохозяйственного назначения, рациональное использование земель, интегральная оценка, геоинформационная система, показатели качества, технико-экономические показатели хозяйственной деятельности

АННОТАЦИЯ Статья посвящена проблеме рационального использования земель сельскохозяйственного назначения, достаточно актуальной в настоящее время в связи со сложившейся негативной тенденцией по выбытию таких земель из хозяйственного оборота и развитием на них процессов деградации. Для решения данной проблемы авторами разработаны технические решения по автоматизации алгоритма оценки рационального использования земель сельскохозяйственного назначения в геоинформационной системе QGIS. В основу алгоритма заложена разработка системы показателей рационального использования земель, которая учитывает качественные характеристики земель сельскохозяйственного назначения и технико-экономические показатели ведения хозяйственной деятельности на таких землях. С использованием языка программирования Python обработаны показатели, объединены в единую шкалу оценки, а также вычислены интегральные оценки через кластеризацию и применение формул на языке Python. На основе расчетов интегральных оценок выполнено зонирование территории на депрессивные, стабильные и прогрессивные группы с разработкой для каждой группы определенного перечня мероприятий, направленных на рациональное использование земель сельскохозяйственного назначения. Апробация разработанного алгоритма осуществлена на территории Новгородской области, в которой по результатам исследования выделены рационально и нерационально использующие свои земли хозяйствующие субъекты.

1 Введение

Рациональное и эффективное использование сельскохозяйственных угодий стало одной из критических современных проблем, связанной с масштабным переходом России к рыночной экономике, который наблюдается с конца прошлого века. Новая экономическая реальность создала серьезные вызовы в области землепользования и защиты земельных ресурсов, особенно остро затронув аграрный сектор. В условиях поддержания государственного курса на импортозамещение именно земли сельскохозяйственного назначения (ЗСХН) становятся ключевым элементом обеспечения продовольственной независимости страны [1]. Более того, рациональное использование ЗСХН напрямую влияет на устойчивое развитие российских регионов. Таким образом, современные экономические реалии требуют особого внимания к вопросам организации и использования земель в аграрном секторе.

Статистические отчеты последних лет демонстрируют тревожную тенденцию: ЗСХН подвергаются значительной деградации и истощению. Отсутствие системного подхода к управлению ЗСХН привело к катастрофическому сокращению таких земель: более чем на 2 млн гектаров за пятилетний период. Сложившаяся ситуация требует незамедлительного вмешательства — принятия в сфере управления земельными ресурсами агропромышленного комплекса оперативных и грамотных решений, направленных на организацию рационального использования ЗСХН.

Эффективное управление земельными ресурсами предполагает внедрение современных подходов, в том числе основанных на применении геоинформационных технологий. В то же время процесс управления ЗСХН затрудняется отсутствием строго установленных показателей их рационального использования, которые позволили бы произвести комплексную оценку земельно-ресурсного потенциала. В сложившихся условиях именно специализированные геоинформационные платформы становятся незаменимым инструментом для принятия управленческих решений, позволяя проводить всесторонний анализ земельно-ресурсного потенциала регионов.

В настоящее время ученые, исследующие вопросы и проблемы в области земельных отношений, разрабатывают подходы и методы оптимизации землепользования, а также эффективные способы управления земельными ресурсами. Так, данной проблеме посвящены труды С.Н. Волкова, А.А. Варламова, Д.А. Шаповалова, П.В. Ключина, К.И. Черкашина [2], А.П. Сизова, М.В. Дмитриевой, А.Н. Бармина [3], Г.А. Ефимовой, В.А. Павловой, М.А. Сулина [4] и др.

Вопросы внедрения ГИС-технологий в сферу управления земельными ресурсами разрабатывают такие ученые, как А.В. Дубровский [5], А.П. Карпик, В.Б. Жарников [6], Е.Л. Уварова [7] и др. При этом применение ГИС для целей комплексной оценки рационального землепользования изучено недостаточно. Отсутствуют единые подходы к оценке рационального использования ЗСХН, отражающие в комплексе качественные, технологические, социально-экономические особенности использования таких земель в ГИС-среде.

Цель исследования заключается в разработке технических решений по автоматизации алгоритма оценки рационального использования ЗСХН.

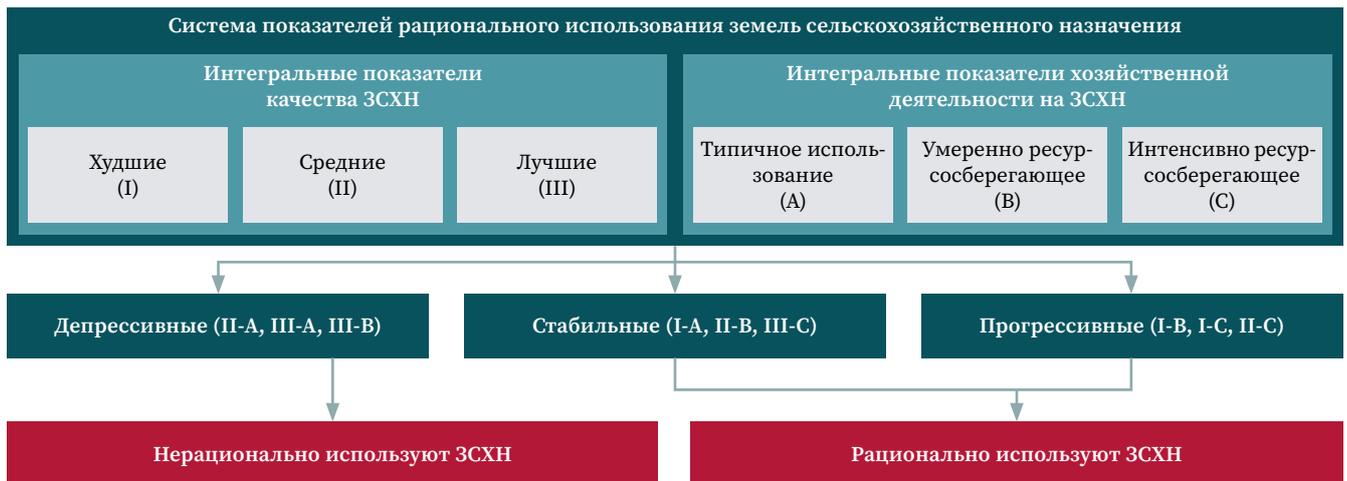
2 Материалы и методы

Основными методами в исследовании являются расчетно-конструктивный, графический, а также методы экономико-математического моделирования. В качестве информационной основы исследования выступили разнообразные источники: официальная статистическая отчетность о состоянии и использовании земель, картографические материалы (включая почвенные и тематические карты) и др. Компьютерная обработка полученных сведений осуществлялась с применением геоинформационной системы QGIS и Microsoft Excel.

3 Результаты и обсуждение

Рис. 1  Алгоритм выявления хозяйствующих субъектов, рационально и нерационально использующих ЗСХН

Fig. 1 Algorithm for identifying economic entities using agricultural land rationally and irrationally



В настоящее время, несмотря на важность и необходимость устойчивого развития сельского хозяйства для обеспечения продовольственной безопасности государства, не закреплен перечень показателей, которые позволяли бы определять, рационально или нерационально используются ЗСХН. Такие вопросы разрабатываются только в исследованиях ведущих ученых в данной сфере деятельности. В ходе научных исследований [2–7] традиционные школы по землеустройству разрабатывают комплексные показатели рационального использования ЗСХН, что позволяет всесторонне оценивать использование этих территорий.

При этом, на наш взгляд, в основу должна быть заложена интегральная оценка, основанная на многокритериальном подходе. Она поможет не только разделить территорию на зоны в зависимости от использования ЗСХН, но и выделить субъекты, схожие в этом плане. Проведение такой оценки на уровне муниципальных образований сделает возможным более качественное планирование использования земель, а внедрение таких мер на уровне конкретных сельскохозяйственных организаций усилит контроль над управлением ЗСХН.

Анализируя разработки выдающихся научных школ, можно сделать вывод о влиянии на рациональное использование ЗСХН различных факторов: от общепризнанных до специальных, предлагаемых учеными. При этом показатели качества ЗСХН играют ключевую роль.

При определении направления сельскохозяйственной деятельности важное значение имеет оценка качественных (природных) свойств ЗСХН. Эти естественные показатели, не изменяемые человеческой деятельностью, существенно определяют эффективность аграрного производства. Именно учет и оценка качественных показателей становятся фундаментом для выбора оптимальной специализации в агропромышленном секторе.

Современные исследования направлены на разработку многофакторной системы показателей, позволяющей проводить детальный анализ качественных характеристик ЗСХН, при этом признанным стандартом в этой области

Рис. 2 

Система показателей рационального использования ЗСХН

Fig. 2

System of indicators for rational use of agricultural land

Показатели качества
Тип почв (31,18)
Балл бонитета (27,69)
Гранулометрический состав (15,56)
Кислотность (10,98)
Содержание гумуса (4,67)
Степень переувлажнения и подтопления (6,52)
Степень эродированности (3,41)

Технологические показатели
Рельеф (10,65)
Конфигурация (компактность) (11,38)
Контурность (11,27)
Наличие подъездных путей (9,51)
Освоенность территории / землепользования (8,50)
Распаханность территории / землепользования (6,48)
Каменистость (6,04)
Закустаренность (4,64)
Доля мелиорированной пашни (5,11)
Площадь пашни, пригодной для ввода в сельскохозяйственный оборот (3,29)

Социально-экономические показатели
Обеспеченность трудовыми ресурсами (4,11)
Уровень доходности (3,05)
Инвестиции в сельское хозяйство на 100 га (3,26)
Транспортная обеспеченность (2,14)
Удаленность от рынков сбыта (1,8)
Стоимость основных фондов (1,67)
Доходность от агротуризма (2,38)
Кадастровая стоимость (удельный показатель кадастровой стоимости) (1,44)
Доля арендованных земель (1,43)
Доля используемых сельскохозяйственных угодий (1,46)

выступает методика оценки качества, разработанная ФГУП «Госземкадастрсъемка» — ВИСХАГИ. В основу методики заложен расчет интегрального показателя качества пахотнопригодных земель (зернового эквивалента).

Однако, на наш взгляд, она содержит ряд недостатков, одним из которых является ее сложность, в то же время методика не соответствует основной цели — разделению земель по их природным характеристикам, производительности и эффективности. Методика не обеспечивает возможности сравнивать земельные категории на уровне агроклиматических зон, регионов и всей страны. Основные элементы классификации (участки земли, виды почв) оцениваются на основе условных показателей, которые базируются на нереалистичных стандартах и субъективно составленных оценках урожайности и зернового эквивалента. С целью совершенствования оценки качественных характеристик земель Почвенным институтом им. В.В. Докучаева разработан национальный стандарт «Показатели качества почв», утвержденный в 2022 году¹.

Основываясь на результатах научных исследований [2, 3, 5, 6, 8–10], на анализе методики оценки качества ВИСХАГИ, а также разработанного национального стандарта «Показатели качества почв», мы составили перечень показателей качества ЗСХН. Важно отметить, что, кроме качества ЗСХН, на рациональное использование таких земель также влияют технологические и социально-экономические аспекты, которые объединены в группу факторов технико-экономических показателей хозяйственной деятельности на ЗСХН и включают себя две группы показателей. Социально-экономические показатели отражают экономическое положение районов и сельскохозяйственных организаций, технологические — характеризуют методы обработки почвы и подходы к выращиванию культур. Нами разработан комплекс показателей, который, на наш взгляд, всесторонне отражает рациональное использование сельскохозяйственных земель и обеспечивает возможность их всеобъемлющей оценки.

Результативность сельскохозяйственного труда существенно отличается от других сфер производства своей зависимостью от природных факторов. Плодородие почв и погодные условия могут кардинально влиять на объем получаемой продукции даже при идентичных трудозатратах. Максимальный учет особенностей природной среды становится, таким образом, ключевым условием для эффективного повышения производительности в аграрном секторе.

Совместный анализ разработанных групп показателей дает возможность оценить, насколько рационально используются ЗСХН. Разработанная система показателей представлена на рис. 2. Она дополняет существующие научные разработки, которые оценивают рациональное использование земель, опираясь либо на качественные, либо на экономические показатели. Нами же предложена система показателей, позволяющая комплексно оценить рациональное использование ЗСХН, учитывая качественные, технические и социально-экономические характеристики. Их приоритетность установлена методом анализа иерархий, основанным на попарном сравнении экспертных оценок [1].

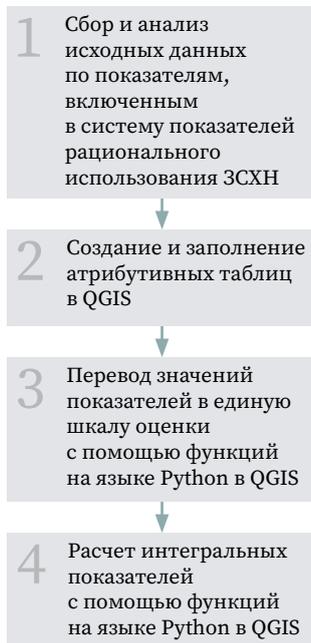
Для автоматизации вычисления интегральных показателей была выбрана геоинформационная система QGIS. Эта ГИС-среда имеет множество достоинств, включая мультиплатформенность, доступность и совместимость с различными языками программирования².

1 ГОСТ Р 70229-2022. Почвы. Показатели качества почв. М.: Российский институт стандартизации, 2022. 26 с.

2 Carosio A. Geoinformationssysteme. Band 1 / Institut für Geodäsie und Photogrammetrie Eidgenössische Technische Hochschule Zürich. Zürich, 2006. 153 S.

Рис. 3 
Этапы определения интегральных показателей

Fig. 3
The stages of determining integral indicators



В то же время QGIS особенно привлекательна благодаря обширной коллекции как встроенных, так и дополнительных модулей, обеспечивающих широкие возможности для анализа информации, работы с геометрическими данными и управления базами данных, а также выполнения других операций. Процесс расчета состоял из нескольких последовательных этапов (рис. 3).

В качестве объекта апробации выбран регион на северо-западе России — Новгородская область. Информация об инфраструктуре и административных границах этого субъекта РФ была получена на первом этапе посредством веб-сервиса NextGIS Data³. Технологические характеристики участков, такие как конфигурация и контурность, определялись путем анализа сборных планов хозяйств, для которых выполнялась пространственная привязка. Аналогичная геопривязка проводилась и для почвенных карт, что позволило установить качественные параметры сельхозугодий.

Второй этап заключается в формировании семантической части. На данном этапе вся собранная информация была структурирована в виде векторных слоев формата .shp. Исходя из разработанной системы показателей рационального использования ЗСХН, мы создали определенный перечень полей, которые включены в базовые векторные слои с одноименным названием. В результате заполнения атрибутивных таблиц формируется определенная база данных по каждому хозяйствующему субъекту, однако с целью сопоставления значений и сведения их воедино необходимо осуществить кластеризацию полученных значений.

На третьем этапе после анализа числовых данных по Новгородской области была проведена их группировка на три кластера. Выбор оптимального количества кластеров требует сочетания практических навыков и теоретических знаний. При резком увеличении дистанционных показателей между кластерами стоит остановить процесс группировки элементов. Необходимо также учитывать основную задачу исследования, чтобы каждая сформированная группа сохраняла достаточный объем для последующей аналитической работы.

Геоинформационная система QGIS содержит определенный набор методов кластеризации, выбор которых осуществляется на основе целей и задач исследования. Значениям показателей, которые попадают в определенный кластер, присваивается балл, затем осуществляется их сопоставление и непосредственно расчет интегральных показателей. Мы применили различные способы кластеризации атрибутивных показателей и определили, что наиболее эффективным является метод равных интервалов. Именно этот подход позволил оптимально распределить все полученные значения. Кластеризация методом равных интервалов осуществляется в автоматическом режиме. Благодаря встроенным модулям QGIS анализирует показатели из атрибутивных таблиц и формирует три группы с определенными пороговыми значениями для каждого параметра, где 3 — наивысший по значимости балл, 1 — наименьший.

Чтобы привести все показатели к единой системе измерения, мы создали специальные функции с использованием оператора CASE, так как механический перевод показателей в баллы является достаточно трудоемким, допускает наличие погрешностей и ошибок. В качестве примера можно привести алгоритм конвертации в балльную систему шестого по порядку показателя («Распаханность территории / землепользования») из перечня технологических показателей (рис. 4). Важно отметить, что нумерация показателей в разработанных функциях идентична их порядковым номерам в таблице атрибутов.

Рис. 4 
Перевод показателя «Распаханность территории / землепользования» в единую балльную систему оценки

Fig. 4
Conversion of the indicator “Ploughing of the territory / land use” into a single scoring system

```

CASE
WHEN "6" <= 40.91 THEN 1
WHEN "6" <= 64.3 THEN 2
WHEN "6" > 64.3 THEN 3
END
    
```

3 NextGIS Data. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://data.nextgis.com> (дата обращения: 12.02.2025).

Рис. 5 

Функция на языке Python для расчета интегрального показателя качества ЗСХН

Fig. 5

A function in Python for calculating the integral quality index of agricultural lands

```

("Kjy1" * 31.18) +
("Kjy2" * 27.69) +
("Kjy3" * 15.56) +
("Kjy4" * 10.98) +
("Kjy5" * 4.67) +
("Kjy6" * 6.52) +
("Kjy7" * 3.41)
    
```

Рис. 6 

Функция на языке Python для расчета интегрального показателя хозяйственной деятельности на ЗСХН

Fig. 6

A function in Python for calculating the integral indicator of economic activity on agricultural lands

```

("Kij1" * 10.65) + ("Kij2" * 11.38) + ("Kij3" * 11.27) + ("Kij5" * 8.5) +
("Kij6" * 6.48) + ("Kij7" * 6.04) + ("Kij8" * 4.64) + ("Kij9" * 5.11) +
("Kij10" * 3.29) + ("Kij11" * 4.11) + ("Kij12" * 3.05) + ("Kij13" * 3.26) +
("Kij14" * 2.14) + ("Kij15" * 1.8) + ("Kij16" * 1.67) + ("Kij17" * 2.38) +
("Kij18" * 1.44) + ("Kij19" * 1.43) + ("Kij20" * 1.46)
    
```

С использованием языка Python были разработаны специальные функции для унификации различных показателей в единую балльную систему. Таким образом, рассчитываются интегральные показатели качества и хозяйственной деятельности на ЗСХН на основе данных о весе каждого показателя, рассчитанном методом анализа иерархий, и его относительном значении (K_{ij}). Этот шаг, являющийся заключительным в процессе определения интегральных показателей, отражен на рис. 5 и 6.

Во вкладке Total атрибутивной таблицы представлены результаты вычислений. Демьянский район Новгородской области послужил примером для демонстрации расчета интегрального показателя качества ЗСХН (рис. 7).

Предложенный нами алгоритм в системе QGIS позволяет комплексно оценивать качество ЗСХН и хозяйственную деятельность, а разработанная программа существенно ускоряет процесс анализа ЗСХН благодаря автоматическому конвертированию вводимых данных в балльную систему. В то же время осуществляется автоматический расчет интегральных показателей, обеспечивая всесторонний анализ ЗСХН.

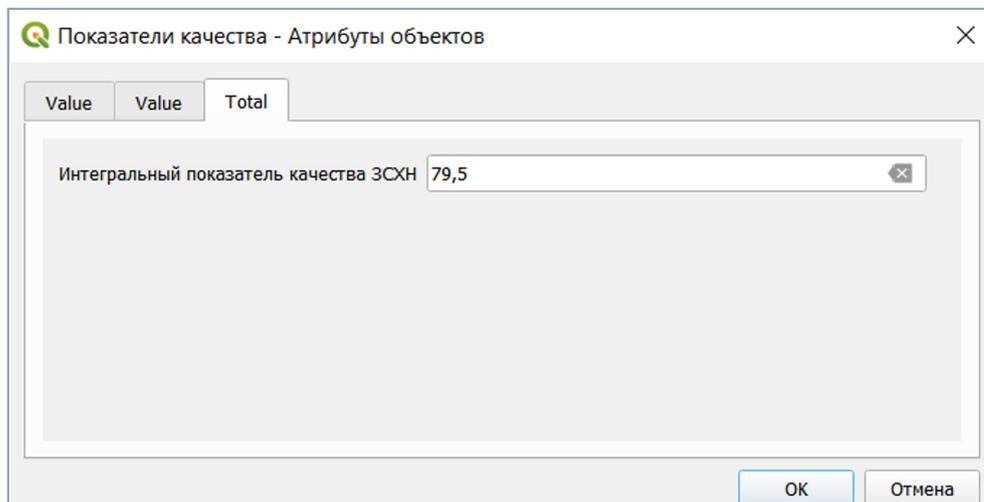
По результатам расчетов интегральных показателей качества ЗСХН предложена классификация на три группы (кластера): худшие (I), средние (II), лучшие (III) — основополагающий принцип зонирования территорий. Эта концепция берет начало в работах Д. Рикардо, выдающегося представителя политической экономии. В своих исследованиях британский ученый-экономист установил связь между качеством земельных ресурсов и формированием земельной ренты. Опираясь на экономические законы спроса-предложения и снижения плодородия, он доказал, что использование низкокачественных земель приводит к образованию ренты на участках среднего и высокого качества. В настоящее время при проведении оценочных работ относительно ЗСХН ключевое значение имеет разделение земельных участков по качеству на три категории (лучшего, среднего и худшего качества), что позволяет учитывать качественные характеристики ЗСХН [1].

Рис. 7 

Результат расчета интегрального показателя качества ЗСХН Демьянского района Новгородской области

Fig. 7

The result of the calculation of the integral indicator of the quality of agricultural lands of the Demyansky district, Novgorod region



Наилучшие качественные характеристики демонстрирует третий кластер, где наблюдается минимальное подтопление, слабая эрозия почв, низкий уровень кислотности и высокое плодородие. Что касается второго кластера, то, несмотря на дефицит гумуса и значительную эрозию, почвы здесь отличаются средними показателями качества при высокой плодородности. Самые неблагоприятные условия отмечены в первом кластере: почвенный покров характеризуется средней степенью эродированности, повышенной кислотностью, низким содержанием гумуса и слабым плодородием.

На основе оценки влияния хозяйственной деятельности на использование ЗСХН выделено три группы (кластера) их использования: типичное использование (А), умеренно ресурсосберегающее (В), интенсивно ресурсосберегающее (С). Такой подход обеспечивает всестороннюю оценку эффективности сельскохозяйственного производства на различных территориях. В его основу заложена концепция почвозащитного и ресурсосберегающего земледелия ФАО (*англ.* Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO) [1].

При классификации на три группы учитываются экономические показатели (прибыльность предприятий, структура арендных отношений), человеческие ресурсы, а также физические характеристики угодий — их конфигурация, технологические свойства, размер и др.

Территории с индексом С — это регионы-лидеры, отличающиеся высокими зарплатами в сельском хозяйстве, инвестиционной привлекательностью и оптимальными условиями для аграрного производства. Их характеризует удобное расположение сельхозугодий, минимальная закустаренность и солидная экономическая база. Промежуточную позицию занимают районы категории В со средними показателями развития. Замыкают классификацию территории группы А, демонстрирующие базовый уровень использования ЗСХН и наиболее низкие социально-экономические индикаторы.

Сопоставление групп показателей качества и хозяйственной деятельности на ЗСХН дает возможность установить рационально или нерационально использующие свои земли хозяйствующие субъекты и на основании этих результатов разработать комплекс мероприятий для каждой группы районов. Депрессивные районы нерационально используют ЗСХН, в таких районах сформировалась негативная тенденция, связанная с отсутствием социально-экономических механизмов, способных вовлечь ЗСХН в хозяйственный оборот. При этом такие земли обладают лучшим качеством, следовательно, пригодны для использования в сельском хозяйстве. Прогрессивные и стабильные районы рационально используют ЗСХН.

Стоит заметить, что даже стабильные территории могут утратить свои позиции при ухудшении социально-экономических условий, переходя в разряд депрессивных. Депрессивные районы могут достичь уровня стабильных при условии грамотного анализа показателей и внедрения мероприятий, направленных на рациональное использование ЗСХН. Таким образом, есть возможность улучшить текущую ситуацию.

На основе материалов парламентских обсуждений «Землеустроительное обеспечение вовлечения в оборот неиспользуемых земель сельскохозяйственного назначения»⁴ мы классифицировали районы и сформировали комплекс рекомендаций, направленных на рациональное использование ЗСХН. Детальные меры представлены на рис. 8 [8–12].

Государственная поддержка является ключевым фактором для успешного воплощения инициатив в сфере земельных отношений. Эффективное управление земельными ресурсами требует целого ряда взаимосвязанных мер как на уровне отдельных сельскохозяйственных организаций, так и в масштабах муниципальных образований. Точечные изменения или единичные меры не способны кардинально улучшить положение дел в области землепользования — только системный подход может привести к желаемым результатам.

⁴ Землеустроительное обеспечение вовлечения в оборот неиспользуемых земель сельскохозяйственного назначения: сборник материалов. М.: Издание Совета Федерации, 2022. 226 с.

Депрессивные районы (II-A, III-A, III-B)	Стабильные районы (I-A, II-B, III-C)	Прогрессивные районы (I-B, I-C, II-C)
Вовлечение в хозяйственный оборот выбывших сельскохозяйственных угодий за счет привлечения инвестиций и субсидирования	Вовлечение в хозяйственный оборот выбывших сельскохозяйственных угодий за счет привлечения инвестиций и субсидирования	Вовлечение в хозяйственный оборот выбывших сельскохозяйственных угодий за счет средств сельскохозяйственной организации, проведения культуртехнических мероприятий
Повышение размера ставок земельного налога при неэффективном использовании ЗСХН и уменьшение ставок для производителей экологически чистой сельскохозяйственной продукции	Повышение размера ставок земельного налога при неэффективном использовании ЗСХН и уменьшение ставок для производителей экологически чистой сельскохозяйственной продукции	Повышение размера ставок земельного налога при неэффективном использовании ЗСХН и уменьшение ставок для производителей экологически чистой сельскохозяйственной продукции
Передача не востребуемых земель в аренду заинтересованным пользователям для сельскохозяйственного использования	Внесение сбалансированных минеральных удобрений с целью достижения стабильной и высокой урожайности	Реализация инвестиционных проектов в сфере агропромышленного комплекса
Реализация инвестиционных проектов в сфере агропромышленного комплекса	Реализация инвестиционных проектов в сфере агропромышленного комплекса	Развитие агротуризма с возможностью внедрения и участия в полном цикле производства
Восстановление обанкротившихся предприятий за счет инвестиций и субсидирования	Консервация участков на определенный срок с разработкой проектов землеустройства	Ориентация на зональную систему земледелия с учетом природно-ресурсного потенциала
Внедрение скоринга в рамках земельного контроля	Развитие агротуризма с возможностью внедрения и участия в полном цикле производства	Ориентация на зональную систему земледелия с учетом природно-ресурсного потенциала
Диверсификация специализации	Создание кластеров в рамках сельскохозяйственной кооперации и промышленной интеграции	Консолидация земельных долей
Консервация участков на определенный срок с разработкой проектов землеустройства	Ориентация на зональную систему земледелия с учетом природно-ресурсного потенциала	Передача участков в собственность добросовестным арендаторам (при заключении аренды не менее чем на 10 лет)
Развитие агротуризма с возможностью внедрения и участия в полном цикле производства	Консолидация земельных долей	Мораторий на отчуждение земель в течение 10 лет с момента приобретения (обязательство по ведению сельскохозяйственного производства начиная с первого года приобретения)
Создание кластеров в рамках сельскохозяйственной кооперации и промышленной интеграции	Передача участков в собственность добросовестным арендаторам (при заключении аренды не менее чем на 10 лет)	
Ориентация на зональную систему земледелия с учетом природно-ресурсного потенциала	Мораторий на отчуждение земель в течение 10 лет с момента приобретения (обязательство по ведению сельскохозяйственного производства начиная с первого года приобретения)	
Консолидация земельных долей		
Передача участков в собственность добросовестным арендаторам (при заключении аренды не менее чем на 10 лет)		
Мораторий на отчуждение земель в течение 10 лет с момента приобретения (обязательство по ведению сельскохозяйственного производства начиная с первого года приобретения)		

Рис. 8 ▲

Мероприятия, направленные на рациональное использование ЗСХН

Fig. 8

Activities aimed at the rational use of agricultural lands

Рис. 9

Зонирование Новгородской области по качеству ЗСХН

Fig. 9

Zoning of the Novgorod region according to the quality of agricultural lands



Условные обозначения

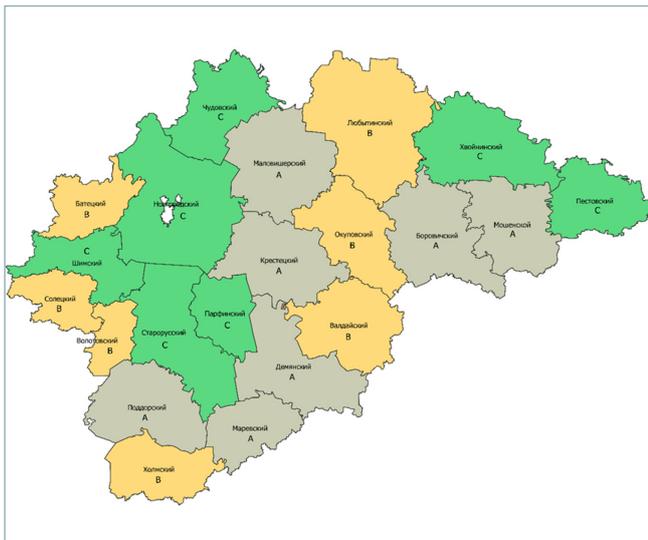
- I – худшее качество (интегральный показатель – 55–76 баллов)
- II – среднее качество (интегральный показатель – 77–81 балл)
- III – лучшее качество (интегральный показатель – 82–86 баллов)

Рис. 10

Зонирование Новгородской области по технико-экономическим показателям хозяйственной деятельности на ЗСХН

Fig. 10

Zoning of the Novgorod region according to technical and economic indicators of economic activity at agricultural lands



Условные обозначения

- А – типичное использование (интегральный показатель – 43–54 балла)
- В – умеренно ресурсосберегающее использование (интегральный показатель – 55–66 баллов)
- С – интенсивно ресурсосберегающее использование (интегральный показатель – 67–78 баллов)

4 Выводы

В результате произведенной автоматизации алгоритма интегральной оценки рационального использования ЗСХН осуществлено зонирование территории Новгородской области по качеству и хозяйственной деятельности на ЗСХН в QGIS, представленное на рис. 9, 10.

Результаты исследования показали несоответствие между традиционным агроклиматическим районированием и реальным качеством сельскохозяйственных земель в регионе. В частности, 8 районов демонстрируют низкие качественные показатели ЗСХН.

На рис. 11 представлены результаты анализа использования ЗСХН в Новгородской области с применением разработанной автоматизированной системы оценки.

После апробации разработанного алгоритма для оценки рационального использования ЗСХН в Новгородской области была проведена комплексная оценка потенциала региона, а также выделены районы с различными уровнями использования своих земель. На основании сопоставления групп показателей, включенных в систему показателей рационального использования ЗСХН, можно установить, какие факторы препятствуют развитию сельского хозяйства в конкретных районах.

Рис. 11

Зонирование Новгородской области по рациональному использованию ЗСХН

Fig. 11

Zoning of the Novgorod Region for the rational use of protected natural areas



Условные обозначения

- III-B, III-A, II-A – депрессивные районы
- III-C, II-B, I-A – стабильные районы
- II-C, I-C, I-B – прогрессивные районы

Негативные процессы в Новгородской области требуют срочного вмешательства. Закрытие аграрных предприятий, нерациональное использование ЗСХН и миграция жителей в другие регионы создают серьезные проблемы. Хотя область демонстрирует определенную стабильность, темпы развития аграрного сектора остаются невысокими. Для преодоления этих трудностей и оптимизации использования сельскохозяйственных земель необходимо реализовать специальную программу целевых мероприятий в районах области. Районы, которые изначально были стабильными, могут стать депрессивными из-за обострения социально-экономической обстановки.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Баранова Д.В., Белоусов А.О., Павлова В.А. Алгоритм оценки рационального использования земель сельскохозяйственного назначения // Имущественные отношения в Российской Федерации. 2024. № 12(279). С. 60–66. DOI:10.24412/2072-4098-2024-12279-60-66.
2. Волков С.Н., Черкашина Е.В., Шаповалов Д.А. и др. Землеустроительное обеспечение ввода в хозяйственный оборот неиспользуемых земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации (теория и практика): монография. М.: ГУЗ, 2020. 484 с.
3. Дмитриева М.В., Бармин А.Н., Сизов А.П. и др. Организация рационального землепользования на основе геоэкологического анализа эколого-хозяйственного состояния земель: монография. Астрахань: Сорокин Роман Васильевич, 2021. 152 с.
4. Сулин М.А. Современные проблемы землеустройства: монография. СПб.: Лань, 2020. 172 с.
5. Дубровский А.В. Критерии рационального использования земельных ресурсов // Сборник материалов XVI Международного научного конгресса «Интерэкспо ГЕО-Сибирь»: в 8 т. Новосибирск: СГУГиТ, 2020. Т. 3. № 2. С. 50–56. DOI:10.33764/2618-981X-2020-3-2-50-56.
6. Карпик А.П., Жарников В.Б., Ларионов Ю.С. Рациональное землепользование в системе современного пространственного развития страны, его основные принципы и механизмы // Вестник СГУГиТ. 2019. Т. 24. № 4. С. 232–246. DOI:10.33764/2411-1759-2019-24-4-232-246.
7. Уварова Е.Л. Применение цифровых технологий при проведении мониторинга земель сельскохозяйственного назначения // Вестник СГУГиТ. 2024. Т. 29. № 6. С. 165–177. DOI:10.33764/2411-1759-2024-29-6-165-177.
8. Белоруццева Е.В. Мониторинг земель сельскохозяйственного назначения Нечерноземья с применением ГИС-технологий: дис. ... канд. геогр. наук. М., 2013. 133 с.
9. Лопырев М.И. Модификация внутрихозяйственного землеустройства // Модели и технологии природообустройства (региональный аспект). 2021. Т. 1. № 12. С. 9–12.
10. Мамонтова И.Ю. Рациональное использование и охрана земель сельскохозяйственного назначения // International Agricultural Journal. 2020. Т. 63. № 1. С. 170–181. DOI:10.24411/2588-0209-2020-10144.
11. Рогатнев Ю.М., Меданова К.В. Пути повышения доходности использования земель сельскохозяйственных организаций в условиях выраженной их разнокачественности // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2021. № 3. С. 172–179. DOI:10.33920/sel-04-2103-02.
12. Дмитрук Н.Г. О развитии сельского туризма в муниципальных районах Новгородской области // Вестник Новгородского филиала РАНХиГС. 2018. Т. 7. № 1–1(9). С. 116–124.

АВТОРЫ**Баранова Дарья Владимировна**

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет» (СПбГАУ), Санкт-Петербург, Россия

кафедра землеустройства, Институт строительства, природообустройства и ландшафтной архитектуры

канд. техн. наук

 0000-0001-8706-5314

Белоусов Артём Олегович

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет» (СПбГАУ),
Санкт-Петербург, Россия
кафедра землеустройства, Институт строительства, природообустройства
и ландшафтной архитектуры
канд. техн. наук
 0000-0001-6785-1131

Павлова Виктория Александровна

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет» (СПбГАУ),
Санкт-Петербург, Россия
кафедра землеустройства, Институт строительства, природообустройства
и ландшафтной архитектуры
д-р экон. наук, доцент
 0000-0001-9915-4058

Поступила 28.02.2025. Принята к публикации 23.06.2025. Опубликована 30.06.2025.



Automation of calculations of the integrated assessment of the rational use of agricultural land (using the example of the Novgorod region)

Daria V. Baranova¹✉, Artem O. Belousov¹, Victoriia A. Pavlova¹

¹ Saint-Petersburg State Agrarian University, Saint-Petersburg, Russia
✉ evbaranova2010@yandex.ru

CITATION Baranova DV, Belousov AO, Pavlova VA. Automation of calculations of the integrated assessment of the rational use of agricultural land (using the example of the Novgorod region). *Izvestia vuzov. Geodesy and Aerophotosurveying*. 2025;69(3): 122–135. DOI:10.30533/GiA-2025-031.

KEYWORDS agricultural lands, rational use of land, integrated assessment, geoinformation system, quality indicators, technical and economic indicators of economic activity

ABSTRACT The article is devoted to the problem of rational use of agricultural lands, which is currently quite relevant due to the current negative trend towards their withdrawal from economic circulation and the development of degradation processes on such lands. To solve this problem, the authors have developed technical solutions for automating the algorithm for assessing the rational use of agricultural land in the geographic information system QGIS. The algorithm is based on the development of a system of indicators for the rational use of land, which takes into account the qualitative characteristics of agricultural land and the technical and economic indicators of economic activity on such lands; the translation of indicator values into a single scoring scale, their clustering and the determination of integral estimates using formulas in the Python programming language; zoning of the territory based on the results of calculations of integral assessments for depressed, stable and progressive groups, with the development of a specific list of measures for each group aimed at the rational use of agricultural land. The approbation of the developed algorithm was carried out on the territory of the Novgorod region, in which, according to the results of the study, economic entities using their lands rationally and irrationally were identified.

REFERENCES

1. Baranova DV, Belousov AO, Pavlova VA. Algoritm ocenki racional'nogo ispol'zovaniya zemel' sel'skhozjajstvennogo naznachenija [Algorithm for assessing the rational use of agricultural land]. *Property Relations in the Russian Federation*. 2024;12(279): 60–66. (In Russian). DOI:10.24412/2072-4098-2024-12279-60-66.

2. Volkov SN, Cherkashina EV, Shapovalov DA, et al. Zemleustroitel'noe obespechenie vvoda v hozhajstvennyj oborot neispol'zuemykh zemel' sel'skohozhajstvennogo naznachenija Rossijskoj Federacii (teorija i praktika) [Land management support for the introduction into economic circulation of unused agricultural lands of the Russian Federation (theory and practice)] [monograph]. Moscow: GUZ, 2020. 484 p. (In Russian).
3. Dmitrieva MV, Barmin AN, Sizov AP, et al. *Organizacija racional'nogo zemlepol'zovanija na osnove geojekologicheskogo analiza jekologo-hozhajstvennogo sostojanija zemel'* [Organization of rational land use based on geoecological analysis of the ecological and economic condition of lands] [monograph]. Astrakhan: Sorokin Roman Vasilyevich, 2021. 152 p. (In Russian).
4. Sulin MA. *Sovremennye problemy zemleustrojstva* [Modern Problems of Land Management] [monograph]. St. Petersburg: Lan Publishing House, 2020. 172 p. (In Russian).
5. Dubrovsky AV. Kriterii racional'nogo ispol'zovanija zemel'nyh resursov [Criteria of rational use of land resources]. *Interexpo GEO-Siberia. Proceedings of XVI International scientific congress*. In 8 vols. Novosibirsk: SSUGT; 2020;3(2): 50–56. (In Russian). DOI:10.33764/2618-981X-2020-3-2-50-56.
6. Karpik AP, Zharnikov VB, Larionov YuS. Racional'noe zemlepol'zovanie v sisteme sovremennogo prostranstvennogo razvitija strany, ego osnovnye principy i mehanizmy [Rational land use in the system of modern spatial development of the country, its basic principles and mechanisms]. *Vestnik SSUGT*. 2019;24(4): 232–246. (In Russian). DOI:10.33764/2411-1759-2019-24-4-232-246.
7. Uvarova EL. Primenenie cifrovyyh tehnologij pri provedenii monitoringa zemel' sel'skohozhajstvennogo naznachenija [Application of digital technologies in monitoring agricultural lands]. *Vestnik SSUGT*. 2024;29(6): 165–177. (In Russian). DOI:10.33764/2411-1759-2024-29-6-165-177.
8. Belorustseva EV. *Monitoring zemel' sel'skohozhajstvennogo naznachenija Nechernozem'ja s primeneniem GIS-tehnologij* [Monitoring of agricultural lands in the Non-Chernozem region using GIS technologies] [dissertation]. Moscow, 2013. 133 p. (In Russian).
9. Lopyrev MI. Modifikacija vnutrihozhajstvennogo zemleustrojstva [Modification of on-farm land management]. *Models and technologies of environmental management (regional aspect)*. 2021;1(12): 9–12. (In Russian).
10. Mamontova IY. Racional'noe ispol'zovanie i ohrana zemel' sel'skohozhajstvennogo naznachenija [Rational use and protection of agricultural lands]. *International Agricultural Journal*. 2020;63(1): 170–181. (In Russian). DOI:10.24411/2588-0209-2020-10144.
11. Rogatnev YuM, Medanova KV. Puti povyshenija dohodnosti ispol'zovanija zemel' sel'skohozhajstvennykh organizacij v uslovijah vyrazhennoj ih raznokachestvennosti [Ways to increase the profitability of agricultural land use organizations in conditions of their pronounced heterogeneity]. *Land management, cadastre and land monitoring*. 2021;3: 172–179. (In Russian). DOI:10.33920/sel-04-2103-02.
12. Dmitruk NG. O razvitanii sel'skogo turizma v municipal'nyh rajonah Novgorodskoj oblasti [On the development of rural tourism in the municipal districts of the Novgorod region]. *Bulletin of the Novgorod branch of the RANEP*. 2018;7(1-1(9)): 116–124. (In Russian).

AUTHORS Daria V. Baranova

Saint-Petersburg State Agrarian University, Saint-Petersburg, Russia
 Department of Land Management, Institute of Construction, Environmental Management and Landscape Architecture
 PhD in Engineering
 0000-0001-8706-5314

Artem O. Belousov

Saint-Petersburg State Agrarian University, Saint-Petersburg, Russia
 Department of Land Management, Institute of Construction, Environmental Management and Landscape Architecture
 PhD in Engineering
 0000-0001-6785-1131

Victoriia A. Pavlova

Saint-Petersburg State Agrarian University, Saint-Petersburg, Russia

Department of Land Management, Institute of Construction, Environmental Management
and Landscape Architecture

Dr. of Sci. (Economics), Associate Professor

 0000-0001-9915-4058

Submitted: February 28, 2025. Accepted: June 23, 2025. Published: June 30, 2025.