

Научная статья

Original article

УДК 631.6.02:519.6

doi: 10.55186/2413046X_2023_8_9_431

**БИОКЛИМАТИЧЕСКИЙ И БОНИТИРОВОЧНЫЙ ПОДХОДЫ В ОЦЕНКЕ
ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА
РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ (НА ПРИМЕРЕ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ)
BIOCLIMATIC AND BONITATION APPROACHES IN AGRICULTURAL
LAND ASSESSMENT AT REGIONAL LEVEL (EXAMPLE OF THE SAMARA
REGION)**



Работа выполнена в рамках проекта «Метеорологическое обоснование агротехнологий и сельскохозяйственного проектирования» (регистрация в Единой государственной информационной системе учета научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ гражданского назначения № 116041210128)

Самохвалова Елена Владимировна, ФГБОУ ВО Самарский ГАУ, e-mail: kinel_evs@mail.ru

Samokhvalova Elena Vladimirovna, Samara State Agrarian University, Kinel, Russia, e-mail: kinel_evs@mail.ru

Аннотация. Работа посвящена проблеме научно-методологического и информационного обеспечения оценки земель сельскохозяйственного назначения с учетом мезомасштабной пространственно-временной изменчивости агрометеорологических условий. Определены приоритет и требования к оценке природного агропотенциала территории, в схему оценки земель включен блок мезомасштабного анализа биоклиматического БКП. Составлен перечень основных принципов учета метеорологического фактора в оценке земель и

критериев оценки биоклиматического потенциала территории, определены условия их соблюдения при мезомасштабном анализе территории. Выполнен анализ существующих подходов и методов оценки нормативной и сопоставимой нормальной урожайности культур. Предложен способ, реализующий сочетание биоклиматического и бонитировочного подходов на основе имитационного динамико-статистического моделирования урожайности на региональном уровне. Способ реализован для территории Самарской области, показаны преимущества его применения, обеспечивающие необходимую пространственно-временную детализацию и достоверность в отражении природного агропотенциала территории. Приведены статистически обработанные результаты в сравнении с ранее полученными данными.

Abstract. The work is devoted to the problem of scientific, methodological and informational support for the assessment of agricultural land, taking into account mesoscale spatio-temporal variability of agrometeorological condition. The priority and requirements for the assessment of the natural agro-potential of the territory are determined, a block of mesoscale bioclimatic potential analysis is included in the land assessment algorithm. Complex of main principles for taking into account the meteorological factor in land assessment and criteria for assessing the bioclimatic potential of the territory was compiled, and the conditions for their observance in the mesoscale territory analysis were determined. The analysis of existing approaches and methods for assessing the normative and comparable normal crop yields is carried out. A method is proposed that implements a combination of bioclimatic and bonitation approaches based on simulation dynamic-statistical modeling of yields at regional level. The method is implemented for the territory of the Samara region, the advantages of its application are shown, providing the necessary spatio-temporal detail and reliability in reflecting the natural agro-potential of the territory. Statistically processed results are presented in comparison with previously obtained data.

Ключевые слова: бонитет земель, имитационное моделирование урожайности, природный агропотенциал, биоклиматический потенциал, плодородие почвы, нормативная урожайность

Keywords: land quality, productivity simulation, natural agro-potential, bioclimatic potential, soil fertility, normative productivity

Введение

Оценка земель представляет комплекс мероприятий, обеспечивающих получение объективных сведений о производственных качествах земель, пригодности и стоимости земельных участков в целях обеспечения рационального землепользования и управления земельными ресурсами. Решение таких вопросов как специализация хозяйства, организация почвозащиты, выбор технологии возделывания культур, «вписывание» агропроизводства в природную среду для сохранения ее целостности и экологической безопасности, точная навигация сельскохозяйственной техники при выполнении технологических операций требует экономико-географического обоснования на основе объективных сведений о свойствах земель и их качестве. Возникает необходимость оценки земель как средства производства в зависимости от степени доходности агропроизводственной деятельности в соответствующих почвенно-климатических условиях.

Методология оценки земель сельскохозяйственного назначения подробно разработана FAO на основе обобщения международного опыта, определены основные понятия и принципы, подходы [1, 2]. В Российской Федерации методическими вопросами оценки земель как средства сельскохозяйственного производства занимались и занимаются ученые Почвенного института им. В. В. Докучаева и Государственного университета по землеустройству, проектных институтов «Гипрозем» и «Земпроект», НПЦ «Земля» и ЦПИП «ВИСХАГИ-центр».

Осуществляется оценка путем накопления статистической информации о земельных участках: природных свойствах, рыночной стоимости, результатах их

фактического использования (урожайности сельскохозяйственных культур, других производственных показателей). При этом очевидно, что многообразие существующих подходов, методов и систем объективно обусловлено и не может быть полностью унифицировано. В каждом случае вопрос оценки земель решается в соответствии с целями и задачами, региональными организационно-техническими, технологическими, природно-хозяйственными особенностями. Разработаны разные способы оценки, реализующие бонитировочный и биоклиматический подходы, в том числе с применением методов математического моделирования, ГИС-технологий, методик оценки деградации земель [3-9].

Отличительной особенностью оценки земель в РФ является необходимость обеспечения адекватности и сравнимости результатов при очень широком многообразии природных ресурсов. Это определяет приоритет и требования к анализу природного агропотенциала (ПАП) территории. Исторически анализ ПАП осуществлялся главным образом путем исследования и оценки характеристик почвенного плодородия [10, 11]. Обоснованный В.В. Докучаевым зональный характер изменения свойств почв способствовал появлению методик определения бонитета почв с разными наборами оценочных признаков и способов их учета в разных регионах.

Вместе с тем, климат наряду с почвами создает условия для агропроизводства и является ресурсом, определяющим продуктивность сельскохозяйственных посевов, и должен найти отражение в оценке земель с той же детализацией, что и характеристики почвы. Сельскохозяйственной оценкой климата занимались Дж. Ацци, Ф.Ф. Давитая, Е.К. Зоидзе, П.И. Колосков, С.А. Сапожникова, Г.Т. Селянинов, С.Г. Струмилин, Д.И. Шашко и другие российские и зарубежные ученые. Предложено множество показателей для оценки агроклиматических ресурсов и биоклиматического потенциала (БКП), получены карты районирования территории. Создан мощный инструментарий для отражения комплексного воздействия факторов на урожай – от эмпирических и

физико-статистических оценок до имитационных моделей производственного процесса растений [12].

В результате, макроклиматические различия положены в основу природно-сельскохозяйственного районирования территории и выделения земельно-оценочных районов (ЗОР). При дискретизации же территории в границах земельно-оценочных районов, пространственно-временная изменчивость климатических факторов, в отличие от почвенных, учтена лишь частично. Связанные с этим ограничения предопределяют возникновение погрешностей и противоречий в результатах оценки земель, вызывают необходимость поиска путей их преодоления и новых методических решений.

В частности, в Самарской области почвенный покров и климат в значительной степени подчинены широтной зональности, в результате чего выделены лесостепная, степная, сухостепная природно-сельскохозяйственные зоны. При этом в границах зон сохраняется неоднородность условий, вызванная особенностями ландшафта: коэффициент вариации пространственных распределений показателей радиационного и температурного режима составляет 8-10% [13], в то время как показателей увлажнения – 25-35%. Это свидетельствует о том, что при анализе ПАП недостаточно ограничиваться характеристикой условий по выделенным агроклиматическим районам или зонам, необходим мезомасштабный анализ.

Цель работы – анализ существующей методологии оценки земель сельскохозяйственного назначения на региональном уровне и разработка научно-методологического и информационного обеспечения с учетом мезомасштабной пространственно-временной изменчивости агрометеорологических условий.

Анализ подходов и методов

Информационно-методологическая модель оценки сельскохозяйственных угодий и использования информационных ресурсов обобщенно представлена на рисунке 1. На этапе подготовительных работ производится сбор данных природно-сельскохозяйственного районирования и административного деления

территории, экспликации земельных угодий и паспортизации полей, распределения почв, сведения об урожайности и ценах на сельскохозяйственную продукцию и производство.

В границах земельно-оценочных районов (ЗОР) осуществляется агропроизводственная группировка почв и затем качественная оценка земель на основе анализа обеспеченности природными ресурсами, и классификация по степени пригодности для тех или иных видов использования. Важнейшей задачей здесь является определение базисной (нормативной или сопоставимой нормальной) урожайности сельскохозяйственных культур, относительно которой на следующем этапе осуществляются экономическая оценка земель (производственная) с учетом производственных затрат и кадастровая (стоимостная) на основе капитализации земельной ренты.



Рисунок 1. Информационно-методологическая модель оценки земель сельскохозяйственного назначения на региональном уровне

Существуют различные способы определения базисной урожайности. Наиболее простым способом является использование статистических значений временного ряда фактических значений производственной урожайности. При

этом необходимо учитывать, что урожайность в сельхозпредприятиях определяется не только комплексом природных факторов, но и организационно-хозяйственных, потому лишь косвенно свидетельствует о свойствах земель.

Известны способы оценки сельскохозяйственных угодий, опирающиеся на бонитировку почвенного плодородия и последующий расчет сопоставимой нормальной урожайности на основе уравнений математической статистики [3, 13]. Бонитет почвы определяется по ряду свойств, влияние которых на продуктивность культур наиболее выражено.

В настоящее время используются разработанные в 1970-х годах единые общероссийские бонитировочные шкалы зональных почв, в которых бонитет рассчитан по отношению к лучшей почве для зерновых культур в Российской Федерации – типичному (слабовыщелоченному) предкавказскому чернозему центральной части Краснодарского края [4]. Бонитет плодородия почвы определен с учетом четырех признаков: гумусности пахотного слоя почвы, мощности органогенного горизонта, содержания в нем гумуса, гранулометрического состава почвы (по содержанию физической глины), а также учтено влияние негативных свойств почв (смытости, щебневатости, солонцеватости и др.).

В земельно-оценочных работах 1980-х годов сопоставимая нормальная урожайность рассчитывалась по данным производственной урожайности за 5-10 лет на основе уравнений регрессии [3]. Наряду с характеристиками почвы и баллом бонитета в качестве предикторов учитывались затраты труда (число человеко-дней), стоимость силовых и рабочих машин, количество внесенных удобрений на единицу площади посева, нагрузка пашни (га) на одного работника и др.

Оценка производилась для агропроизводственных групп почв в границах земельно-оценочных районов (ЗОР) и обобщалась затем для земельных участков и контуров административного деления территории. Недостатком метода является учет климатического фактора продуктивности лишь при выделении ЗОР, т.е. на

макромасштабном уровне. Включение климатических характеристик (суммы температур воздуха выше 10°C и количество осадков [15], гидротермический коэффициент [14]) в число предикторов наряду со свойствами почв, безусловно, повышало природообусловленность оценки земель, но по-прежнему отражало лишь зональные различия ограниченного числа влияющих климатических факторов. Вместе с тем, известно, что мезо- и микроклиматическая изменчивость, как правило, более выражена и является причиной значительной дисперсии урожайности в границах ЗОР наряду с распределением почв.

В земельно-оценочных работах 2000-х годов применен способ оценки сопоставимой нормальной урожайности путем обеспечения соответствия шкал производственной урожайности в сельхозпредприятиях за 20-30 лет и бонитета плодородия почвы с помощью «климатического» коэффициента [5]. Коэффициент определялся, не опираясь не на метеопоказатели, по остаточному принципу для выравнивания цены балла бонитета в земельном контуре, и потому фактически отражал не столько влияние климата на урожай, сколько организационно-хозяйственных факторов производства.

Методикой [6], реализованной в 2010-х годах, предусмотрен расчет нормативной урожайности зерновых в данных почвенно-климатических условиях по агроклиматическим подзонам при интенсивной технологии возделывания. Использовалось физико-статистическое уравнение агроэкологического потенциала территории с учетом ограничивающих коэффициентов на свойства почвы и характеристику их состояния [16]. Преимуществом этого способа является реализация биоклиматического подхода оценки нормативной урожайности с попыткой (но и с погрешностями) мезомасштабного анализа.

Объекты и методы

В данной работе предложено расширить схему оценки земель (см. рис.1) включением блока анализа биоклиматического БКП. Это обеспечит учет не только макроклимата в задаче природно-сельскохозяйственного зонирования и

выделения ЗОР, но и мезомасштабного распределения факторов для оценки нормативной урожайности и бонитета с дифференциацией в границах ЗОР.

В результате обобщения теоретических положений составлен перечень основных принципов учета метеорологического фактора в оценке земель (объективности, актуальности, согласованности, достоверности, интегральности) и критериев оценки биоклиматического потенциала территории (необходимости и достаточности, репрезентативности, стохастической неопределенности, непрерывности и дискретности, однородности и стационарности), определены условия их соблюдения при мезомасштабном анализе территории. В результате чего разработан новый способ оценки нормативной урожайности в зависимости от комплекса факторов ПАП [17] и реализован для территории Самарской области.

1. Нормативная урожайность определяется по величине средней по области производственной урожайности зерновых, прогнозируемой на ближайшее пятилетие и дифференцированной по районам в соответствии со шкалой бонитетов земель.

2. Прогностическое значение урожайности вычисляется в результате экстраполяции тренда урожайности зерновых культур в сельскохозяйственных предприятиях. В Самарской области за 1971-2022 гг. динамика урожайности характеризуется ростом уровня до начала 1990-х годов, затем спад и новый рост с середины 2000-х годов. Тенденция описана полиномиальной зависимостью, достоверность которой подтверждена высокими значениями коэффициента корреляции случайных вариаций с характеристиками погоды – до 0,8-0,9. Прогноз урожайности на 2023-2027 гг. составил 22,5 ц/га.

3. Бонитировка земель осуществляется на основе анализа пространственно-временных рядов действительно возможной урожайности (ДВУ) зерновых культур. В качестве ДВУ взяты данные Госсортосети со сравнительно однородным агрофоном относительно производственных посевов, а для большей детализации территории произведен расчет урожайности на уровне агротехники

ГСУ. Для обеспечения стационарности рядов они приведены к единому уровню тренда за годы менее выраженного агротехнического воздействия – к уровню 2005 г.

4. Данные Госортосети не обеспечивают пространственную детализацию мезомасштабной оценки земель, поэтому для получения пространственно-временных рядов ДВУ применяется моделирование урожайности основных зерновых культур на уровне агротехники Госортосети с использованием фактических рядов для верификации модели.

5. В Самарской области более 80% площади зерновых занимают пшеница озимая и яровая, ячмень яровой. Именно они совместно характеризуют группу зерновых в целом и приняты во внимание для анализа ПАП и оценки земель.

6. Расчет ДВУ осуществляется в узлах регулярной пространственной сетки с шагом 10 км, в которых определяются характеристики почв на основе карты и блок климатической информации – с использованием интерполяции данных ближайших метеостанций и анализа временных изменений.

7. Используется имитационное динамико-статистическое моделирование продукционного процесса растений и урожайности зависимости от комплекса факторов в 400 годо-случаях, генерируемых с помощью метода стохастического моделирования.

Результаты и обсуждение

В результате реализации нового способа установлено, что среднее значение моделируемой действительно возможной урожайности в Самарской области составило 20,6 ц/га с вариациями значений индекса продуктивности по территории 0,5-1,5. Бонитет земель изменяется по административным районам Самарской области от 34 до 87 баллов (рис. 2).

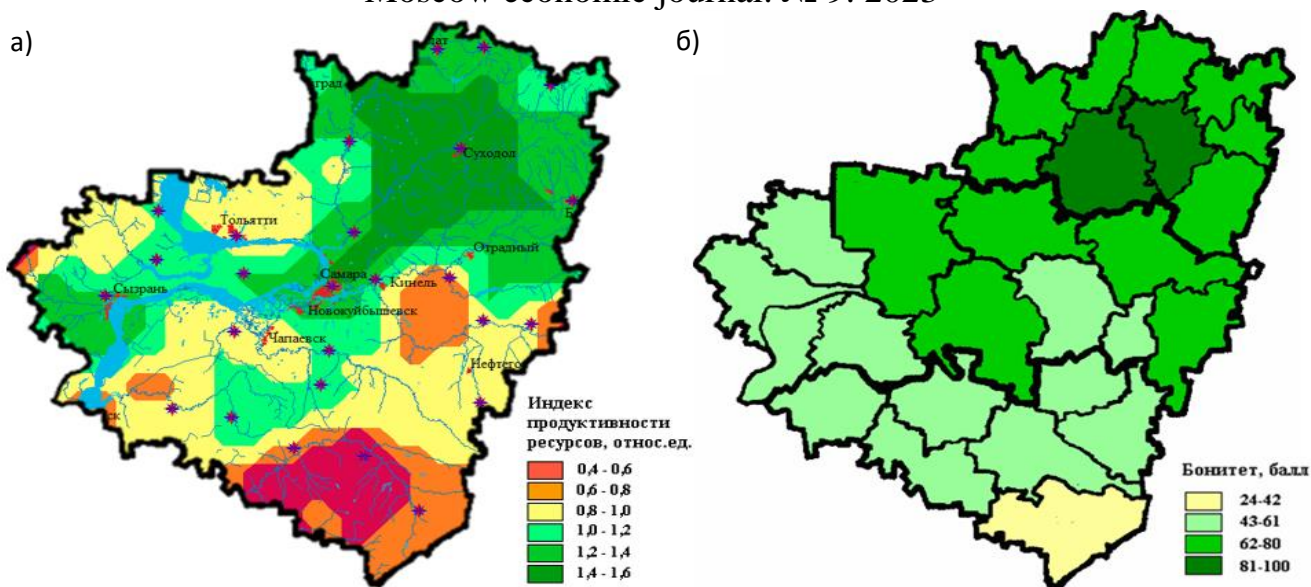


Рисунок 2. Действительно возможная урожайность зерновых культур (а) и бонитет земель сельскохозяйственного назначения Самарской области (б).

Расчет на основе имитационного моделирования урожайности

Полученное распределение бонитета сравнено с результатами бонитировки другими способами, применявшимися в 1980-х, 2000-х и 2010-х годах (табл. 1). Во всех вариантах отмечается закономерное уменьшение показателя с севера на юг по мере усиления засушливости, и все они в определенной степени обеспечивают соответствие результатов почвенно-климатическим ресурсам территории. В комплекс характеристик почвы включены: содержание гумуса, объемная масса и наименьшая влагоемкость почвы в слое 0-100 см. Комплекс климатических характеристик составили: суммы температур выше $+10^{\circ}$ и ниже -10°C , количество осадков теплого (с апреля по октябрь) и холодного (с ноября по март) периодов, сумма дефицитов влажности воздуха.

Таблица 1. Коэффициент множественной корреляции нормативной (нормальной) урожайности зерновых культур с характеристиками почвы и климата по районам Самарской области

Вариант расчета	Комплекс почвенно-климатических характеристик	
	1 ЗОР	2-3 ЗОР
Сопоставимая нормальная средняя производственная урожайность на основе регрессионного уравнения [18]	0,91±0,11	0,88±0,14
Сопоставимая нормальная средняя урожайность на основе сопоставления шкал производственной урожайности и бонитета плодородия почвы [5]	0,78±0,19	0,82±0,16
Нормативная средняя урожайность на основе физико-статистического уравнения [6]	0,82±0,17	0,93±0,11
Нормативная средняя урожайность на основе динамико-статистического моделирования [17]	0,93±0,11	0,91±0,11
75% квартиль временного ряда моделируемой урожайности на основе динамико-статистического моделирования [17]	0,89±0,14	0,93±0,11

Пространственное распределение бонитета по нормальной средней производственной урожайности (вариант 2) характеризуется коэффициентом вариации 23% и обусловлено почвенно-климатическими ресурсами с коэффициентами корреляции 0,78 и 0,82 в 1 и 2-3 ЗОР соответственно. Несколько выше оказались коэффициенты корреляции в варианте с использованием уравнений регрессии для расчета сопоставимой нормальной урожайности (вариант 1) – 0,91 и 0,88. Главным недостатком в обоих вариантах являются погрешности, обусловленные невыровненностью агротехнического фона, которые снижают корреляцию и достоверность оценки земель.

В варианте физико-статистической оценки нормативной урожайности и бонитета (вариант 3) коэффициенты пространственной корреляции закономерно оказались высокими во 2-3 ЗОР с характерной дифференциацией и значительной взаимообусловленностью почвенных и климатических факторов – до 0,93. В 1 ЗОР, где климатические условия слабо дифференцированы по подзонам,

корреляция слабее – до 0,82. Отмечается сравнительно слабая дифференциация условий по районам – коэффициент вариации урожайности 16%, что вызывает «загрубление» и снижение репрезентативности оценки.

Применение способа моделирования нормативной урожайности (варианты 4 и 5) позволяет преодолеть трудности выше рассмотренных методов. В результате коэффициент пространственной вариации средней моделируемой урожайности составил 20%, коэффициент множественной корреляции с почвенно-климатическими факторами в 1 ЗОР достигает 0,93. Во 2-3 ЗОР несколько ниже – 0,91, что вполне объяснимо с учетом множества принятых во внимание факторов, в динамике и стохастической неопределенности влияющих на растения.

Моделирование урожайности во множестве годо-случаев погодных условий позволило получить временные ряды и проанализировать закономерности пространственных распределений их вероятностных характеристик. В частности, установлена целесообразность и преимущества оценки и бонитировки земель на основе не только среднего уровня моделируемой урожайности, но и 75% квантили временного ряда. В этом варианте расчета коэффициент множественной корреляции с комплексом почвенно-климатических факторов составил в земельно-оценочных районах Самарской области 0,89 и 0,93.

Заключение

Таким образом, новый способ оценки земель объединяет биоклиматический и бонитировочный подходы, опирается на анализ фактической урожайности, использует прогноз, в результате чего обеспечивает мезомасштабную дискретизацию ПАП и позволяет избежать описанных погрешностей. Применение данного способа на региональном уровне обеспечивает «гибкость» в отражении почвенно-климатических ресурсов территории и достоверность (с коэффициентом корреляции 0,93 в Самарской области) как в лесостепной, так и в степной природных зонах.

Список источников

1. A Framework for Land Evaluation // FAO Soils Bulletin. 1976. No. 32. – URL: www.fao.org/docrep
2. Fresco, L. Land Evaluation and Farming Systems Analysis for Land Use Planning / L. Fresco, H. Huizing, H. van Keulen, H. Luning, R. Schipper // FAO Guidelines Working Document. 1990. – 207 p.
3. Борук, А.Я. Бонитировка и экономическая оценка земель / А.Я. Борук. – М.: Колос, 1972. – 192 с.
4. Классификация и диагностика почв России / сост. Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.
5. Государственная кадастровая оценка сельскохозяйственных угодий РФ / общ. ред. А.З. Родин, С.И. Носов. – М.: Инст. оценки природных ресурсов, 2000. – 152 с.
6. Государственная кадастровая оценка земель сельскохозяйственного назначения / общ. ред. Сапожников П.М., Носов С.И. – М.: Кадастр-оценка, 2011. – 124 с.
7. Seyedmohammadi, J. Development of a model using matter element, AHP and GIS techniques to assess the suitability of land for agriculture / J. Seyedmohammadi, F. Sarmadian, A.A. Jafarzadeh, R.W. McDowell // Geoderma. – 2019. – Vol. 352. – P. 80-95. DOI: 10.1016/j.geoderma.2019.05.046
8. Taghizadeh-Mehrjardi, R. Land suitability assessment and agricultural production sustainability using machine learning models / R. Taghizadeh-Mehrjardi, K. Nabiollahi, L. Rasoli, R. Kerry, T. Scholten. // Agronomy. – 2020. – Vol. 10(4). – Art. 573. DOI: 10.3390/agronomy10040573
9. Mugiyo, H., Chimonyo, V.G.P., Sibanda, M., Kunz, R., Masemola, C.R., Modi, A.T., and Mabhaudhi, T. Evaluation of land suitability methods with reference to neglected and underutilised crop species: A scoping review // Land. – 2021. – Vol. 10. – Pp. 1-24. DOI:10.3390/land10020125

10. Гаврилюк Ф.Я. Бонитировка почв. / Ф.Я. Гаврилюк – М.: Изд-во Высшая школа, 1974. – 272 с.
11. Рассыпнов, В.А. Бонитировка почв как основа кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения / В.А. Рассыпнов, Е.М. Соврикова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – № 11. – С.103-106.
12. Биоклиматический потенциал России: теория и практика / А.В. Гордеев, А.Д. Клещенко, Б.А. Черняков, О.Д. Сиротенко – М.: КМК, 2006. – 508 с.
13. Samokhvalova, E.V. Geographic Analysis of Environmental Assessment Results of Agricultural Land in Samara Region / E.V. Samokhvalova, S.N. Zudilin, O.A. Lavrennikova, J.S. Iralieva, M.A. Orlova // IOP CS: Earth and Environment Science. – 2021. – Vol. 867. – Art. 012076. DOI: 10.1088/1755-1315/867/1/012076
14. Бурлакова, Л.М. Плодородие Алтайских черноземов в системе агроценоза. – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2022. – 203 с.
15. Докучаев, В. В. Лекции о почвоведении. Избранные труды / В. В. Докучаев. — М.: Издательство Юрайт, 2023. — 464 с.
16. Карманов, И.И. Алгоритм оценки продуктивности почвенно-агроэкологических условий возделывания сельхозкультур / И.И. Карманов, Д.С. Булгаков // Плодородие. – 2007. – № 5. – С. 37-40.
17. Самохвалова, Е.В. Способ определения нормативной урожайности зерновых культур применительно к оценке земель сельскохозяйственного назначения. – Федеральная служба по интеллектуальной собственности – патент № 2674072 от 04.12.2018.
18. Трегубов, Б.А. Оценка земель Куйбышевской области / Б.А. Трегубов, Г.Г. Лобов, М.Г. Холина. – Кбш.: Книжное изд-во, 1988. – 173 с.

References

1. A Framework for Land Evaluation // FAO Soils Bulletin. 1976. No. 32. – URL: www.fao.org/docrep

2. Fresco, L. Land Evaluation and Farming Systems Analysis for Land Use Planning / L. Fresco, H. Huizing, H. van Keulen, H. Luning, R. Schipper // FAO Guidelines Working Document. 1990. – 207 p.
3. Boruk, A.Ja. Bonitirovka i jekonomicheskaja ocenka zemel' / A.Ja. Boruk. – M.: Kolos, 1972. – 192 s.
4. Klassifikacija i diagnostika pochv Rossii / sost. L.L. Shishov, V.D. Tonkonogov, I.I. Lebedeva, M.I. Gerasimova. – Smolensk: Ojkumena, 2004. – 342 s.
5. Gosudarstvennaja kadaastrovaja ocenka sel'skohozjajstvennyh ugodij RF / obshh. red. A.Z. Rodin, S.I. Nosov. – M.: Inst. ocenki prirodnyh resursov, 2000. – 152 s.
6. Gosudarstvennaja kadaastrovaja ocenka zemel' sel'skohozjajstvennogo naznachenija / obshh. red. Sapozhnikov P.M., Nosov S.I. – M.: Kadastr-ocenka, 2011. – 124 s.
7. Seyedmohammadi, J. Development of a model using matter element, AHP and GIS techniques to assess the suitability of land for agriculture / J. Seyedmohammadi, F. Sarmadian, A.A. Jafarzadeh, R.W. McDowell // Geoderma. – 2019. – Vol. 352. – P. 80-95. DOI: 10.1016/j.geoderma.2019.05.046
8. Taghizadeh-Mehrjardi, R. Land suitability assessment and agricultural production sustainability using machine learning models / R. Taghizadeh-Mehrjardi, K. Nabiollahi, L. Rasoli, R. Kerry, T. Scholten. // Agronomy. – 2020. – Vol. 10(4). – Art. 573. DOI: 10.3390/agronomy10040573
9. Mugiyo, H., Chimonyo, V.G.P., Sibanda, M., Kunz, R., Masemola, C.R., Modi, A.T., and Mabhaudhi, T. Evaluation of land suitability methods with reference to neglected and underutilised crop species: A scoping review // Land. – 2021. – Vol. 10. – Pp. 1-24. DOI:10.3390/land10020125
10. Gavriljuk F.Ja. Bonitirovka pochv. / F.Ja. Gavriljuk – M.: Izd-vo Vysshaja shkola, 1974. – 272 s.
11. Rassypnov, V.A. Bonitirovka pochv kak osnova kadastrovoj ocenki zemel' sel'skohozjajstvennogo naznachenija / V.A. Rassypnov, E.M. Sovrikova // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012. – № 11. – S.103-106.

12. Bioklimaticeskij potencial Rossii: teorija i praktika / A.V. Gordeev, A.D. Kleshhenko, B.A. Chernjakov, O.D. Sirotenko – М.: КМК, 2006. – 508 s.
13. Samokhvalova, E.V. Geographic Analysis of Environmental Assessment Results of Agricultural Land in Samara Region / E.V. Samokhvalova, S.N. Zudilin, O.A. Lavrennikova, J.S. Iralieva, M.A. Orlova // IOP CS: Earth and Environment Science. – 2021. – Vol. 867. – Art. 012076. DOI: 10.1088/1755-1315/867/1/012076
14. Burlakova, L.M. Plodorodie Altajskih chernozemov v sisteme agrocenoza. – Barnaul: RIO Altajskogo GAU, 2022. – 203 s.
15. Dokuhaev, V. V. Lekcii o pochvovedenii. Izbrannye trudy / V. V. Dokuchaev. — М.: Izdatel'stvo Jurajt, 2023. — 464 s.
16. Karmanov, I.I. Algoritm ocenki produktivnosti pochvenno-agrojekologicheskikh uslovij vozdeľyvanija sel'hozkul'tur / I.I. Karmanov, D.S. Bulgakov // Plodorodie. – 2007. – № 5. – S. 37-40.
17. Samokhvalova, E.V. Sposob opredelenija normativnoj urozhajnosti zernovyh kul'tur primenitel'no k ocenke zemel' sel'skohozjajstvennogo naznachenija. – Federal'naja sluzhba po intellektual'noj sobstvennosti – patent № 2674072 ot 04.12.2018.
18. Tregubov, B.A. Ocenka zemel' Kujbyshevskoj oblasti / B.A. Tregubov, G.G. Lobov, M.G. Holina. – Kbsk.: Knizhnoe izd-vo, 1988. – 173 s.

Для цитирования: Самохвалова Е.В. Биоклиматический и бонитировочный подходы в оценке земель сельскохозяйственного назначения на региональном уровне (на примере Самарской области) // Московский экономический журнал. 2023. № 9. URL: <https://qje.su/nauki-o-zemle/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-9-2023-12/>

© Самохвалова Е.В., 2023. Московский экономический журнал, 2023, № 9.