

МЕЛИОРАЦИЯ, ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО И АГРОФИЗИКА

Научная статья

УДК 631.67

doi: 10.31774/2712-9357-2023-13-3-140-153

Выбор участков сельскохозяйственных земель, наиболее перспективных для развития орошения

Александр Анатольевич Кузьмичев

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск,
Российская Федерация, flutbet@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5478-8847>

Аннотация. Цель: разработать способ оценки и ранжирования земельных участков сельскохозяйственного назначения, наиболее перспективных для развития орошения. **Материалы и методы:** ранжирование участков выполняется на основе применения методов многофакторного анализа и экспертной оценки. **Результаты.** Предложены оценочные критерии, и определены весовые значения каждого из них по степени влияния на итоговую оценку участков: качество оросительной воды – 20 %, степень солонцеватости почв – 19 %, степень засоления почв – 16 %, уровень грунтовых вод – 14 %, техническое состояние водопроводящей сети – 12 %, минерализация грунтовых вод – 11 %, расстояние от водоисточника – 8 %. Разработана структура процесса принятия решения о развитии орошения. Оценка и ранжирование земельных участков выполняются в следующей последовательности: определение фактических значений оценочных критериев, оценка участков отдельно по каждому критерию, интегральная оценка и ранжирование участков. Апробация предложенного способа оценки и ранжирования земельных участков выполнена на примере хозяйства, расположенного в Аксайском районе Ростовской области. Оценивались семь полей, на которых ранее применялось орошение, но в настоящее время осуществляется богарное земледелие. В результате сделан вывод о том, что поля 2, 4 и 6 имеют одинаковый ранг и являются наиболее перспективными для развития орошения. Следующим в порядке приоритетности идет поле 1. Поля 5, 7 и 3 замыкают список приоритетности. **Выводы:** предложенный способ оценки и ранжирования земельных участков может массово применяться хозяйствами, предполагающими инвестирование в орошаемое земледелие, а также учитываться при планировании государственных инвестиций в поддержание и развитие государственных мелиоративных систем.

Ключевые слова: орошаемая площадь, оценка перспективности орошения, многофакторный анализ, цифровизация, наличие мелиорируемых земель

Для цитирования: Кузьмичев А. А. Выбор участков сельскохозяйственных земель, наиболее перспективных для развития орошения // Мелиорация и гидротехника. 2023. Т. 13, № 3. С. 140–153. <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2023-13-3-140-153>.

LAND RECLAMATION, WATER MANAGEMENT AND AGROPHYSICS

Original article

Selection of the most promising for irrigation development agricultural plots of land

Alexandr A. Kuzmitchev

Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk,
Russian Federation, flutbet@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5478-8847>



Abstract. Purpose: to develop a method for estimating and ranking agricultural land plots, the most promising for the development of irrigation. **Materials and methods:** the plot ranking is based on the application of multi-factor analysis and expert assessment methods. **Results.** Estimation criteria are proposed, and the weight values of each of them are determined according to the degree of influence on the final land valuation: irrigation water quality – 20 %, degree of soil alkalinity – 19 %, degree of soil salinity – 16 %, water table – 14 %, technical condition of the water supply network – 12 %, the groundwater mineralization – 11 %, the distance from the water source – 8 %. The structure of the process of making a decision on the development of irrigation has been developed. Land plots evaluation and ranking are carried out in the following sequence: determination of the actual values of estimation criteria, evaluation of plots separately for each criterion, plots integral estimation and ranking. Approval of the proposed method for estimating and ranking land plots was carried out on the example of a farm located in Aksai district Rostov region. Seven fields that were formerly irrigated but now rainfed were estimated. As a result, it was concluded that fields 2, 4 and 6 have the same rank and are the most promising for the development of irrigation. Field 1 is next in order of priority. Fields 5, 7, and 3 complete the priority list. **Conclusions:** the proposed method for estimating and ranking land plots can be widely used by farms that intend investments in irrigated agriculture, and can also be taken into account when planning public investments in the maintenance and development of state reclamation systems.

Keywords: irrigated area, assessment of irrigation prospects, multi-factor analysis, digitalization, availability of reclaimed lands

For citation: Kuzmitchev A. A. Selection of the most promising for irrigation development agricultural plots of land. *Land Reclamation and Hydraulic Engineering*. 2023; 13(3):140–153. (In Russ.). <https://doi.org/10.31774/2712-9357-2023-13-3-140-153>.

Введение. Реформирование аграрного сектора России в постсоветский период привело к распаду централизованной системы ресурсного обеспечения и поставок сельскохозяйственной продукции и сырья, а также к резкому росту убыточности сельскохозяйственных предприятий и организаций [1].

Крупные государственные сельскохозяйственные предприятия (колхозы, совхозы) трансформировались в частные сельскохозяйственные организации, крестьянские и личные фермерские хозяйства. В ходе социально-экономических преобразований мелиоративные системы, которые раньше управлялись как единый корпоративный комплекс, были разделены на государственную и негосударственную части. И если эксплуатация государственных магистральных и межхозяйственных каналов мелиоративных систем и сооружений на них осуществляется нормативно, то внутрихозяйственная часть ушла в ведение негосударственных собственников,

и обеспечение контроля ее состояния практически невозможно. Это привело к снижению общего технического уровня мелиоративных систем и уменьшению площади фактически поливаемых земель [2].

Тем не менее ряд хозяйств, расположенных в традиционно орошаемой зоне, смогли сохранить массивы орошаемых земель, провели модернизацию средств орошения и успешно применяют мелиоративные технологии. В настоящее время на мелиорированных землях, занимающих 8 % площади всех пахотных земель страны, производится до 50 % овощной, бахчевой продукции и картофеля, весь объем риса, около 20 % кормов для животноводства, а также другие виды продукции [3].

Таким образом, можно отметить, что у сельхозтоваропроизводителей имеется заинтересованность в развитии орошения на своих землях.

В современных условиях принятие решений об инвестициях в мелиоративные технологии отнесено к компетенции сельхозтоваропроизводителей, они же идут на все возможные риски, связанные с этим. При этом мелкотоварным фермерским хозяйствам зачастую не всегда под силу выполнить комплексную оценку земельных участков на всей площади своих земель, а для дальнейшего развития требуется государственная поддержка [4].

Таким образом, необходимо разработать простой механизм, который бы позволил вырабатывать компромиссные и объективные решения по отбору наиболее перспективных земельных участков с учетом условий, влияющих на эффективность использования технологии орошения.

Цель исследований – разработать способ оценки и ранжирования земель сельскохозяйственного назначения для выявления земельных участков, наиболее перспективных для развития орошения.

Материалы и методы. Способ оценки земельных участков, наиболее перспективных для развития орошения, сформирован на основе метода многофакторного анализа. Данный метод был разработан Томасом Саати

в 1980 г. и получил широкое распространение для выполнения задачи поиска наилучшего решения [5].

Согласно данному методу задача принятия решения разделяется на несколько уровней. На верхнем иерархическом уровне ставится задача, которую необходимо решить. На следующем уровне определяются критерии, по которым будет приниматься решение о выполнении поставленной задачи. На нижнем уровне перечисляются предполагаемые варианты решения.

Для определения лучшего из вариантов применяется метод экспертной оценки. В соответствии с данным методом варианты необходимо сравнить между собой с присвоением оценки значимости. Для определения значимости сравниваемых элементов используется качественная шкала сравнения (таблица 1) [6].

Таблица 1 – Качественная шкала сравнения

Table 1 – Qualitative comparison scale

Присваиваемая оценка, В	Характеристика
1 балл	Сравниваемые показатели одинаково важны
3 балла	Первый показатель незначительно важнее второго
5 баллов	Первый показатель важнее второго
7 баллов	Первый показатель существенно важнее второго
9 баллов	Первый показатель принципиально важнее второго
Примечание – При обратных характеристиках присваивается обратное значение (1/В).	

Результаты и обсуждение. В соответствии с методом многофакторного анализа процесс принятия решения о развитии орошения был сформирован в структуру «цель – критерии – варианты» (рисунок 1).

Для оценки сельскохозяйственных участков, на которых наиболее перспективно развитие орошения, необходимо определить список оценочных критериев. Набор показателей не должен быть слишком большим, чтобы не увеличивать трудоемкость оценки, и в то же время важно учитывать информативность оцениваемых параметров.

Литературный обзор [7–17] показал, что контроль почвенного плодородия и мелиоративного состояния орошаемых земель требует оценки

от 6 до 20 показателей. К таким характеристикам могут относиться: глубина залегания грунтовых вод, гидрогеологические параметры водовмещающих и разделяющих слоев, водно-физические свойства почв, водно-солевой баланс и режим, коэффициенты использования воды и полезного действия разных участков водопроводящей сети, уровень технического состояния гидротехнических сооружений и многое другое. Сбор данных по ним является сложной и ответственной задачей.



Рисунок 1 – Структура процесса принятия решения о развитии орошения
Figure 1 – Structure of the decision making process on the development of irrigation

Из всей совокупности мелиоративных и водохозяйственных характеристик были выделены наиболее значимые, отклонение от нормативных показателей которых либо вызывает отказ от орошения, либо влечет за собой дополнительные затраты и существенно увеличивает срок окупаемости мелиоративных проектов. Их можно разделить на две группы.

Первая группа – это водохозяйственные показатели. К ним относятся: удаленность сельскохозяйственного участка от водоисточника, техническое состояние водопроводящей сети, а также качество подаваемой оросительной воды.

Вторая группа – это мелиоративные показатели. К ним относится степень засоления и осолонцевания почв, а также уровень и минерализация грунтовых вод на исследуемом участке.

Выбранные оценочные критерии не в равной степени влияют на итоговую оценку сельскохозяйственных участков. Определение степени влияния каждого из них выполнено на основе метода экспертной оценки [5].

В соответствии с данным методом была разработана анкета, и выполнялся опрос экспертов. В опросе принимали участие специалисты ФГБНУ «РосНИИПМ» и ФГБУ «Управление «Ростовмелиоводхоз». Вопросы в анкете формулировались следующим образом: «Какой из двух факторов: «степень засоления почвы предполагаемого участка орошения» или «техническое состояние водопроводящей сети на нем» – является более важным и насколько сильно?» Важность одного критерия по отношению к другому оценивалась по 9-балльной шкале в соответствии с таблицей 1.

В результате обработки анкетных данных были рассчитаны весовые коэффициенты для каждого из оценочных критериев. Результаты расчетов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Значения весовых коэффициентов оценочных критериев
В %

Table 2 – The weight coefficients values of the estimation criteria
In %

Оценочный критерий	Весовой коэффициент
Качество оросительной воды, К	20
Степень солонцеватости почвы, СО	19
Степень засоления почвы, СЗ	16
Уровень грунтовых вод, УГВ	14
Техническое состояние водопроводящей сети, Т	12
Минерализация грунтовых вод, М	11
Расстояние от водоисточника, Р	8

Оценка и ранжирование земельных участков, наиболее перспективных для развития орошения, выполняются в следующей последовательности:

- определить фактические значения принятых оценочных критериев для каждого участка выборки;
- оценить участки отдельно по каждому критерию;
- выполнить интегральную оценку и ранжирование участков.

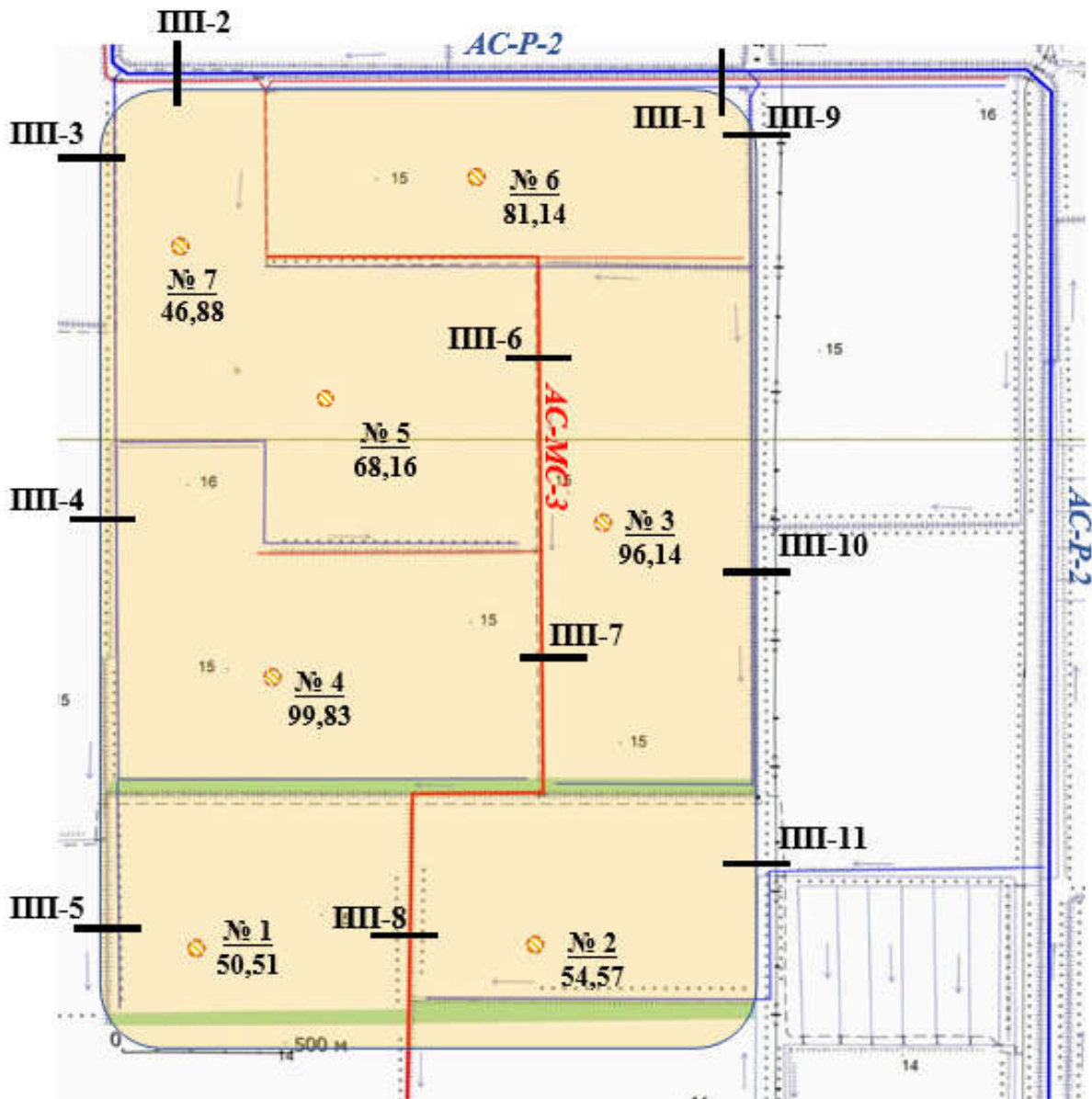
Фактические значения оценочных критериев определяются на основании комплекса полевых обследований.

Далее необходимо сравнить исследуемые участки отдельно по каждому из показателей. Оценка выполняется по 9-балльной шкале в соответствии с таблицей 1.

Результаты сравнения сводятся в табличную форму, и выполняется ее анализ: необходимо найти сумму элементов каждого столбца, поделить значения каждой ячейки на сумму элементов соответствующего столбца. Последнее действие – определение среднего значения для каждой строки. В результате получаем значение ранга рассматриваемых вариантов по отдельно взятому оценочному критерию. Такие расчеты необходимо выполнить по всем показателям.

Для определения интегрального ранга участка необходимо перемножить значения его рангов по каждому оценочному критерию на значение весового коэффициента соответствующего показателя по правилу «строка на столбец (матрично)». Далее участки выстраиваются в порядке убывания своего ранга, а вариант с наибольшим рангом и является наиболее предпочтительным с точки зрения развития на нем орошения.

Апробация предложенного подхода была выполнена на участке, расположенном в Аксайском районе Ростовской области. Участок состоит из семи полей общей площадью 497 га (рисунок 2).



AC-P-2 – водоподводящая сеть; AC-MC-3-2 – водоотводящая сеть;

III-5 – наименование и местоположение поперечного профиля;

№ 6 / 81,14 – местоположение и номер скважины, площадь поля, га

AC-P-2 – water delivery network; AC-MC-3-2 – water disposal network

III-5 – name and location of the lateral section

№ 6 / 81,14 – well location and its number, field area, ha

Рисунок 2 – Схема оросительной сети участка исследований
Figure 2 – Scheme of the irrigation network of the study area

Ранее на данном участке применялось орошение, однако в связи с реорганизацией хозяйственной принадлежности и переходом участка в частные руки на нем уже более 20 лет осуществляется богарное земледелие.

В настоящее время сельхозтоваропроизводителем разрабатывается план восстановления орошения, для чего необходимо выполнить оценку и ранжирование полей с целью определения наиболее перспективных для развития орошения.

На первом этапе были определены фактические значения принятых оценочных критериев для каждого участка. Для этого были выполнены полевые и лабораторные исследования.

Для оценки мелиоративного состояния почв выполнено бурение скважин до уровня грунтовых вод с отбором грунтовой воды на химический анализ. Также для оценки засоления и осолонцевания выполнен отбор почвенных образцов. Для оценки технического состояния водопроводящей сети выполнено сопоставление фактических характеристик элементов водопроводящей сети с проектными значениями. Сопоставление осуществлялось по характерным поперечным профилям общим количеством 11 шт.

Водоисточником является Азовский магистральный канал. Качество оросительной воды в канале оценивалось в соответствии с методикой, приведенной С. Я. Бездниной в монографии «Научные основы оценки качества воды для орошения». Вода относится к третьему классу качества.

Значения оценочных критериев приведены в таблице 3.

Далее выполнялась оценка участков отдельно по каждому критерию. Результаты расчета приведены в таблице 4.

Для определения интегральной оценки и ранжирования участков выполнено умножение значения их рангов по каждому оценочному критерию на значение весового коэффициента соответствующего показателя по правилу «строка на столбец (матрично)» (таблица 5).

Таблица 3 – Фактические показатели оценочных критериев

Table 3 – Actual indicators of the estimation criteria

№ поля	Удаление от водоисточника, км	Техническое состояние водопроводящей сети, разряд	Качество оросительной воды, класс	Степень засоления почвы, %	Степень осолонцевания почвы, %	Уровень грунтовых вод, м	Минерализация грунтовых вод, г/л
1	10,8	3	3	0,096	1	2,98	6,3
2	9,6	3	3	0,096	1	3,5	6,2
3	8	3	3	0,08	6	3,5	6,4
4	8,8	3	3	0,08	2	3,5	6,1
5	7,7	3	3	0,12	4	3,5	6,5
6	6,5	3	3	0,122	6	3,5	6,3
7	7,7	3	3	0,122	1	3,5	6,4

Таблица 4 – Результат оценки участков отдельно по каждому критерию

Table 4 – The result of the land valuation separately for each criterion

B %

In %

№ поля	Удаление от водоисточника	Техническое состояние водопроводящей сети	Качество оросительной воды	Степень засоления почвы	Степень осолонцевания почвы	Уровень грунтовых вод	Минерализация грунтовых вод
1	4	14	14	15	38	8	14
2	6	14	14	13	38	15	19
3	9	14	14	22	3	15	9
4	12	14	14	26	6	15	26
5	20	14	14	11	6	15	7
6	31	14	14	6	4	15	17
7	19	14	14	7	5	15	8

Таблица 5 – Результат оценки земельных участков

Table 5 – The result of land valuation

Номер поля	Ранг, %	Ранг в абсолютных значениях
2	16	1
4	16	1
6	16	1
1	15	2
5	13	3
7	13	3
3	13	3

Таким образом, наиболее перспективными для развития орошения являются поля 2, 4 и 6. Следующим в порядке приоритетности идет поле 1. Поля 5, 7 и 3 замыкают список приоритетности.

Выводы. Предложен способ оценки и ранжирования земельных участков сельскохозяйственного назначения, наиболее перспективных для развития орошения. Оценка и ранжирование земельных участков выполняются в следующей последовательности: определение фактических значений оценочных критериев, оценка участков отдельно по каждому критерию, интегральная оценка и ранжирование участков.

В качестве оценочных критериев предложены следующие показатели: качество оросительной воды, степень засоления и осолонцевания почв, уровень и минерализация грунтовых вод, техническое состояние водопроводящей сети, а также удаленность исследуемых участков от водоисточника.

Предложенный способ оценки и ранжирования земельных участков может массово применяться хозяйствами, предполагающими инвестирование в орошаемое земледелие, а также учитываться при планировании государственных инвестиций.

Список источников

1. Батурина И. Н., Артамонова И. А., Медведева Т. Н. Роль малого бизнеса в сельском хозяйстве России // Разработка стратегии социальной и экономической безопасности государства: материалы IV Всерос. (нац.) науч.-практ. конф. Лесниково: Курганская ГСХА, 2018. С. 356–361.

2. Агроэкологическое состояние и перспективы использования земель России, выбывших из активного сельскохозяйственного оборота / А. Л. Иванов [и др.]; под ред. Г. А. Романенко. М.: Росинформагротех, 2008. 64 с.

3. О Государственной программе эффективного вовлечения в оборот земель сельскохозяйственного назначения и развития мелиоративного комплекса Российской Федерации [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 14 мая 2021 г. № 731. Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.

4. Артемова Е. И., Плотникова Е. В. Государственная поддержка развития сельскохозяйственной кооперации в Краснодарском крае // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2020. № 84. С. 11–17. DOI: 10.21515/1999-1703-84-11-17.

5. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / пер. с англ. Р. Г. Вачнадзе. М.: Радио и связь, 1993. 278 с.

6. Системы поддержки принятия решений: учеб. и практикум для вузов / Л. Ф. Вьюненко, А. А. Бабаев, А. В. Юрков, В. Г. Халин, Г. А. Ботвин, Г. В. Чернова, Д. Б. Аплеев, Л. В. Гадасина, М. В. Забоев, Н. А. Валиотти, О. В. Русаков, О. А. Аксенова, О. И. Джаксумбаева, С. А. Калайда, С. С. Войтенко; под ред. В. Г. Халина, Г. В. Черновой. М.: Юрайт, 2023. 494 с.

7. Корженевский Б. И., Коломийцев Н. В., Толкачев Г. Ю. Особенности мониторинга деградированных земель для оценки перспектив их реабилитации // Природообустройство. 2020. № 4. С. 37–43. DOI: 10.26897/1997-6011/2020-4-37-43.

8. Айдаров И. П. Регулирование водно-солевого режима орошаемых земель. М.: Агропромиздат, 1985. 304 с.

9. Методические рекомендации по организации и проведению мониторинга орошаемых ландшафтов. Волгоград: ВНИИОЗ, 1993. 43 с.

10. Руководство по контролю и регулированию почвенного плодородия орошаемых земель при их использовании / Н. С. Скуратов [и др.]. Новочеркасск, 2000. 85 с.

11. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения / В. Г. Сычев [и др.]. М.: Росинформагротех, 2003. 240 с.

12. Байкалова Т. В. Мониторинг и оценка динамики развития эрозионных процессов на землях сельскохозяйственного назначения // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2018. № 6(164). С. 61–67.

13. Методы исследования и приборное обеспечение почвенно-экологического мониторинга на мелиорируемых землях: науч.-техн. обзор. М.: Мелиоводинформ, 2005. 136 с.

14. Шевченко В. А., Исаева С. Д. Совершенствование мониторинга мелиорированных сельскохозяйственных земель // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 2(50). С. 72–78.

15. Нормативы основных показателей плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения Ростовской области. Ростов н/Д., 2012. 63 с.

16. Седых В. А., Савич В. И., Балабко П. Н. Почвенно-экологический мониторинг. М., 2013. 584 с.

17. Иванцова Е. А., Водолазко А. Н. Качество почв земель сельскохозяйственного назначения сухостепной почвенной зоны Волгоградской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 2(50). С. 150–157.

References

1. Baturina I.N., Artamonova I.A., Medvedeva T.N., 2018. *Rol' malogo biznesa v sel'skom khozyaystve Rossii* [The role of small business in Russian agriculture]. *Razrabotka strategii sotsial'noy i ekonomicheskoy bezopasnosti gosudarstva: materialy IV Vserossiyskoy (nats.) nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Development of the Strategy for Social and Eco-

conomic Security of the State: Proc. of the IV All-Russian (National) Scientific-Practical Conference]. Lesnikovo, Kurgan State Agricultural Academy, pp. 356-361. (In Russian).

2. Ivanov A.L. [et al.], 2008. *Agroekologicheskoe sostoyanie i perspektivy ispol'zovaniya zemel' Rossii, vybyvshikh iz aktivnogo sel'skokhozyaystvennogo oborota* [Agro-Ecological State and Prospects for Using Russian Lands Withdrawn from Active Agricultural Turnover]. Moscow, Rosinformagrotekh Publ., 64 p. (In Russian).

3. *O Gosudarstvennoy programme effektivnogo vovlecheniya v oborot zemel' sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya i razvitiya meliorativnogo kompleksa Rossiyskoy Federatsii* [On the State Program for the Effective Involvement in the Turnover of Agricultural Lands and the Development of the Reclamation Complex of the Russian Federation]. Decree of the Government of the Russian Federation of 14 May, 2021, no. 731. (In Russian).

4. Artemova E.I., Plotnikova E.V., 2020. *Gosudarstvennaya podderzhka razvitiya sel'skokhozyaystvennoy kooperatsii v Krasnodarskom krae* [State support for development of agricultural cooperation in the Krasnodar Territory]. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proc. of Kuban State Agrarian University], no. 84, pp. 11-17, DOI: 10.21515/1999-1703-84-11-17. (In Russian).

5. Saati T., 1993. *Prinyatie resheniy. Metod analiza ierararkhiy* [Decision Making. Hierarchy Analysis Method]. Moscow, Radio and Communication Publ., 278 p. (In Russian).

6. Vienenko L.F., Babaev A.A., Yurkov A.V., Khalin V.G., Botvin G.A., Chernova G.V., Apleev D.B., Gadasina L.V., Zaboev M.V., Valiotti N.A., Rusakov O.V., Aksenova O.A., Dzhaksumbaeva O.I., Kalaida S.A., Voitenko S.S., 2023. *Sistemy podderzhki prinyatiya resheniy: ucheb. i praktikum dlya vuzov* [Decision Support Systems: textbook and practical guide for universities]. Moscow, Yurayt Publ., 494 p. (In Russian).

7. Korzhenevsky B.I., Kolomiitsev N.V., Tolkachev G.Yu., 2020. *Osobennosti monitoringa degradirovannykh zemel' dlya otsenki perspektiv ikh rehabilitatsii* [Features of monitoring degraded lands to assess possibilities for their rehabilitation]. *Prirodoobustroystvo* [Environment Engineering], no. 4, pp. 37-43, DOI: 10.26897/1997-6011/2020-4-37-43. (In Russian).

8. Aidarov I.P., 1985. *Regulirovanie vodno-solevogo rezhima oroshaemykh zemel'* [Regulation of the Water-Salt Regime of Irrigated Lands]. Moscow, Agropromizdat Publ., 304 p. (In Russian).

9. *Metodicheskie rekomendatsii po organizatsii i provedeniyu monitoringa oroshaemykh landshaftov* [Guidelines for Organization and Monitoring of Irrigated Landscapes]. Volgograd, VNIOZ, 1993, 43 p. (In Russian).

10. Skuratov N.S. [et al.], 2000. *Rukovodstvo po kontrolyu i regulirovaniyu pochvennogo plodorodiya oroshaemykh zemel' pri ikh ispol'zovanii* [Guidelines for Soil Fertility Control and Regulation of Irrigated Lands during Their Use]. Novocherkassk, 85 p. (In Russian).

11. Sychev V.G. [et al.], 2003. *Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu kompleksnogo monitoringa plodorodiya pochv zemel' sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya* [Guidelines for Conducting Comprehensive Monitoring of Soil Fertility in Agricultural Lands]. Moscow, Rosinformagrotekh, 240 p. (In Russian).

12. Baikalova T.V., 2018. *Monitoring i otsenka dinamiki razvitiya erozionnykh protsessov na zemlyakh sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya* [Monitoring and estimation of the dynamics of development of erosion processes on agricultural lands]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Altai State Agrarian University], no. 6(164), pp. 61-67. (In Russian).

13. *Metody issledovaniya i pribornoe obespechenie pochvenno-ekologicheskogo monitoringa na melioriruemykh zemlyakh: nauchno-tekhnicheskii obzor* [Methods of Research and Instrumentation of Soil-Ecological Monitoring on Reclaimed Lands: Scientific-Technical Review]. Moscow, Meliovodinform Publ., 2005, 136 p. (In Russian).

14. Shevchenko V.A., Isaeva S.D., 2018. *Sovershenstvovanie monitoringa melioriro-*

vannykh sel'skokhozyaystvennykh zemel' [Improving the monitoring of reclaimed agricultural lands]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Proceedings of Nizhnevolzhsky Agrouniversity Complex: Science and Higher Professional Education], no. 2(50), pp. 72-78. (In Russian).

15. *Normativy osnovnykh pokazateley plodorodiya pochv zemel' sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya Rostovskoy oblasti* [Standards for Main Indicators of Soil Fertility for Agricultural Land in Rostov Region]. Rostov-on-Don, 2012, 63 p. (In Russian).

16. Sedykh V.A., Savich V.I., Balabko P.N., 2013. *Pochvenno-ekologicheskii monitoring* [Soil-Ecological Monitoring]. Moscow, 584 p. (In Russian).

17. Ivantsova E.A., Vodolazko A.N., 2018. *Kachestvo pochv zemel' sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya sukhostepnoy pochvennoy zony Volgogradskoy oblasti* [Soil quality of agricultural lands in the dry steppe soil zone of Volgograd region]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Proceedings of Nizhnevolzhsky Agrouniversity Complex: Science and Higher Professional Education], no. 2(50), pp. 150-157. (In Russian).

Информация об авторе

А. А. Кузьмичев – старший научный сотрудник, кандидат технических наук.

Information about the author

A. A. Kuzmitchev – Senior Researcher, Candidate of Technical Sciences.

Автор несет ответственность при обнаружении плагиата, самоплагиата и других нарушений в сфере этики научных публикаций.

The author is responsible for detecting plagiarism, self-plagiarism and other ethical violations in scientific publications.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

The author declares no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 16.06.2023; одобрена после рецензирования 01.08.2023; принята к публикации 10.08.2023.

The article was submitted 16.06.2023; approved after reviewing 01.08.2023; accepted for publication 10.08.2023.