

**ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО
ОБОСНОВАНИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ
ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ**

**GEOGRAPHICAL ASPECT OF ECOLOGICAL AND ECONOMIC
JUSTIFICATION OF TERRITORIAL LAND USE STRUCTURE**



УДК 911.53:631.6.02

DOI:10.24411/2588-0209-2021-10348

Самохвалова Елена Владимировна, кандидат географических наук, доцент, доцент кафедры «Лесоводство, экология и безопасность жизнедеятельности», ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет» (446442, Россия, Самарская область, г. Кинель, ул. Учебная, д. 2), тел. 8(939) 754-04-86 (доп. 143), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1169-519X>, kinel_evs@mail.ru

Elena V. Samokhvalova, candidate of geographical sciences, associate professor, associate professor of department «Forestry, ecology and life safety», Samara State Agricultural University (2, Uchebnaya ul., Kinel, Samarskaya oblast, 446442 Russia), tel. 8(939) 754-04-86 (доп. 143), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1169-519X>, kinel_evs@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы регулирования территориальной структуры землепользования в целях обеспечения охраны земель и экологизации сельскохозяйственного производства. В работе использованы результаты пространственного анализа деградации земель и потерь продуктивности под действием эрозионных процессов, нарушения

водно-солевого баланса почв, засоренности камнями в административных районах Самарской области. Предложена модель последовательного регулирования структуры землепользования в три этапа с приведением степени деградации земель во всех районах к среднему уровню (с оценкой 2 балла и менее). Классификация и районирование земель по степени деградации способствуют определению нормативных показателей регулирования землепользования (необходимой локализации и масштаба требуемого воздействия на каждом этапе); снижение коэффициента экологической опасности использования земель в агропроизводстве является критерием эффективности воздействия. Установлено, что общее снижение деградации земель в Самарской области на 5,75% позволит уменьшить коэффициент экологической опасности их использования почти на 15%, при этом распределение его будет сравнительно выровненным (коэффициент вариации по районам составит 1,4% вместо 3,4%). Дальнейшая разработка программы мероприятий предполагает использование эрозионных карт и данных почвенных обследований полей для обеспечения большей точности локализации и оценки ожидаемого дополнительного дохода.

Abstract. The article discusses the issues of regulation of the territorial structure of land use in order to ensure land protection and agricultural production ecologization. The work uses the results of a spatial analysis of land degradation and productivity losses under the influence of erosion processes, disturbances in the water-salt balance of soils, and stone contamination in the administrative districts of the Samara region. A model is proposed for sequential regulation of land use structure in three stages with bringing the degree of land degradation in all districts to the average level (with an assessment of 2 points or less). Classification and zoning of lands according to the degradation degree contribute to determination of normative indicators of land use regulation (the necessary localization and the scale of the required impact at each stage); reducing the coefficient of environmental hazard of land use in agricultural production is a criterion for the effectiveness of the impact. It has been established

that a general decrease in land degradation in the Samara region by 5.75% will reduce the coefficient of environmental hazard of their use by almost 15%, and its distribution will be relatively leveled (the coefficient of variation across regions will be 1.4% instead of 3.4%). Further development of the program involves the use of erosion maps and data from soil surveys of fields to ensure greater accuracy of localization and assessment of the expected additional income.

Ключевые слова: территориальная структура землепользования, экологизация землепользования, деградация земель, экологическая опасность использования земель, районирование

Keywords: territorial structure of land use, land use ecologization, land degradation, environmental hazard of land use, zoning

Введение

В эпоху научно-технического прогресса в 21 веке, в условиях продолжающегося роста интенсивности использования земельных ресурсов вопросы эколого-экономической оптимизации землепользования в России и в мире становятся все более актуальными [1, 2, 3]. Известно, что сельскохозяйственная деятельность способствует развитию деградационных процессов вследствие ликвидации естественных ландшафтов и распашки земель, использования укрупненных полей севооборотов, «перекоса» севооборотов в сторону зернопропашных культур и других факторов. По данным Департамента мелиорации Минсельхоза РФ потери только из-за повреждения почв эрозией составляют 3.2-3.9 млн. тонн сельхозпродукции в зерновом эквиваленте и продолжают увеличиваться, ущерб достигает 18-25 млрд. рублей в год [4, 5]. Требуется разработка и реализация системы мероприятий по охране земель, развитие мелиоративного комплекса, реализация проектов землеустройства территории.

Согласно существующим представлениям, исследование проблемы рационального природопользования предполагает сочетание экологического анализа использования природных ресурсов и поиска оптимальной территориальной структуры агропроизводства [6, 7]. Многие исследования посвящены экологическим аспектам данной проблемы, отражающим влияние на окружающую среду применяемых агротехнологий и способов защиты и восстановления почв [8, 9]. Также широкое распространение получил географический анализ природных ресурсов и деградации земель, применительно к

разработке зональных систем земледелия, проектированию землеустроительных работ [10, 11]. Недостаточно изученными, на наш взгляд, остаются вопросы комплексного рассмотрения факторов и процессов «на пересечении» этих областей.

Целью данной работы является моделирование поэтапного регулирования территориальной организации землепользования на основе оценки и географического анализа деградации земель применительно к решению вопросов охраны земель и экологизации сельскохозяйственного производства.

Исходные данные и методика

В работе использованы результаты пространственного анализа деградации земель под действием эрозионных процессов, нарушения водно-солевого баланса почв, засоренности камнями в административных районах Самарской области [12, 13]. Определен средний балл деградации земель под действием комплекса факторов как средневзвешенное значение с учетом площади повреждений, вызванных каждым из них, и применена классификация районов в соответствии с методикой [14]. При деградации менее 12% сельскохозяйственных угодий устанавливался уровень деградации 0 баллов, что характеризуется как условное отсутствие признака, при 12-24, 24-36, 36-48, 48-60% – соответственно 1, 2, 3 и 4 баллов (низкий, средний, высокий и очень высокий уровень деградации), более 60% – уровень деградации составляет 5 баллов и характеризуется как катастрофический.

Дополнительно рассчитан коэффициент экологической опасности использования земель в сельскохозяйственном производстве $K_{эо}$ как среднегеометрическое значение потерь продуктивности под действием комплекса факторов:

$$K_{эо} = \frac{100 \cdot \prod_{i=1}^n K_i}{n},$$

где K_i – показатель потерь продуктивности в районе под действием i -го фактора, n – общее число факторов. Применена классификация районов по величине $K_{эо}$: при значениях менее 0,2 устанавливается оценка 1 балл, 0,2-0,4 – 2 балла, 0,4-0,6 – 3 балла, 0,6-0,8 – 4 балла, 0,8 и более – 5 баллов.

Результаты и обсуждение

Распределение степени деградации земель и коэффициента экологической опасности по административным районам Самарской области приведены на рисунке 1. В 11 районах из 27 степень деградации выше средней и имеет оценку 3-5 баллов. Так, в двух районах (Камышлинском и Похвистневском) она оценивается как катастрофическая, еще в трех (Сергиевском, Исакинском и Большечерниговском) – очень высокая, и в остальных шести

районах – высокая.

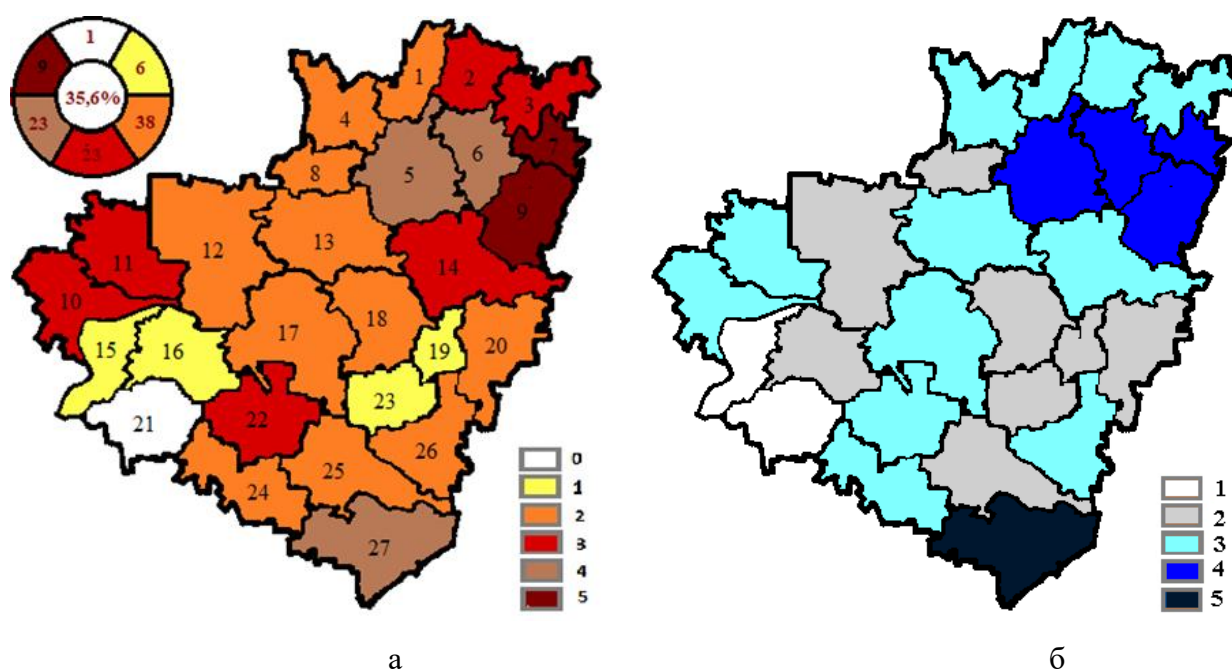


Рисунок 1 – Балл деградации сельскохозяйственных угодий Самарской области (а) и коэффициент экологической опасности использования земель в агропроизводстве (б)

Используя классификацию районов по уровню опасности (от 0 до 5 баллов) Большечерниговский район имеет оценку 5 баллов (рис. 1б), и характеризуется наибольшим значением коэффициента $K_{зо}$ (0,95), группа районов Похвистневский, Камышлинский, Сергиевский, Исаклинский – с оценкой 4 балла. В большинстве остальных районов коэффициент экологической опасности соответствует оценке 2 и 3 балла и в двух районах (Приволжском и Хворостянском) – 1 балл.

Оба показателя отражают общую закономерность повреждений сельскохозяйственных угодий, при этом информационно дополняют друг друга. На основе первого показателя целесообразно определять районы для первоочередного регулирования землепользования на каждом этапе, на основе второго – выполнить оценку ожидаемой эффективности.

Регулирование землепользования будем планировать последовательно в три этапа. Для этого проанализированы пространственные закономерности распределения степени деградации земель и разработана модель поэтапного снижения показателя до 2 баллов, прежде всего за счет уменьшения масштаба эродированных земель (табл. 1). Динамика преобразований проиллюстрирована на (рис. 2).

Таблица 1 – Этапы приведения степени деградации земель к среднему уровню

№	Административный район	Исходно		1 этап		2 этап		3 этап	
		Б	К _{эо}	Б	К _{эо}	Б	К _{эо}	Б	К _{эо}
1	Челновершинский	2	0,44	2	0,44	2	0,44	2	0,44
2	Шенталинский	3	0,55	3	0,55	3	0,55	2	0,50
3	Клявлинский	3	0,47	3	0,47	3	0,47	2	0,41
4	Кошкинский	2	0,47	2	0,47	2	0,47	2	0,47
5	Сергиевский	4	0,71	4	0,71	3	0,62	2	0,47
6	Исаклинский	4	0,73	4	0,73	3	0,72	2	0,54
7	Камышлинский	5	0,72	4	0,62	3	0,48	2	0,33
8	Елховский	2	0,39	2	0,39	2	0,39	2	0,39
9	Похвистневский	5	0,72	4	0,69	3	0,53	2	0,36
10	Сызранский	3	0,52	3	0,52	3	0,52	2	0,45
11	Шигонский	3	0,52	3	0,52	3	0,52	2	0,43
12	Ставропольский	2	0,35	2	0,35	2	0,35	2	0,35
13	Красноярский	2	0,45	2	0,45	2	0,45	2	0,45
14	КинельЧеркасский	3	0,49	3	0,49	3	0,49	2	0,35
15	Приволжский	1	0,19	1	0,19	1	0,19	1	0,19
16	Безенчукский	1	0,40	1	0,40	1	0,40	1	0,40
17	Волжский	2	0,45	2	0,45	2	0,45	2	0,45
18	Кинельский	2	0,37	2	0,37	2	0,37	2	0,37
19	Богатовский	1	0,22	1	0,22	1	0,22	1	0,22
20	Борский	2	0,32	2	0,32	2	0,32	2	0,32
21	Хворостянский	0	0,16	0	0,16	0	0,16	0	0,16
22	Красноармейский	3	0,48	3	0,48	3	0,48	2	0,46
23	Нефтегорский	1	0,29	1	0,29	1	0,29	1	0,29
24	Алексеевский	2	0,42	2	0,42	2	0,42	2	0,42
25	Пестравский	2	0,43	2	0,43	2	0,43	2	0,43
26	Большеглушицкий	2	0,36	2	0,36	2	0,36	2	0,36
27	Большечерниговский	4	0,95	4	0,95	3	0,86	2	0,72
Область в целом		2	0,48	2	0,48	2	0,46	2	0,41

Примечание: Б – балл деградации земель, К_{эо} – коэффициент экологической опасности использования земель в агропроизводстве

На первом этапе, в частности, необходимо снизить оценку деградации в Камышлинском и Похвистневском районах с 5 до 4 баллов, среднее по области значение коэффициента экологической опасности при этом почти не изменится. На втором этапе при уменьшении оценки деградации в пяти районах с 4 до 3 баллов можно ожидать снижения оценки экологической опасности на 4%. На третьем этапе предложено степень деградации снизить с 3 до 2 баллов в 11 районах, что приведет к уменьшению экологической опасности еще на 11%.

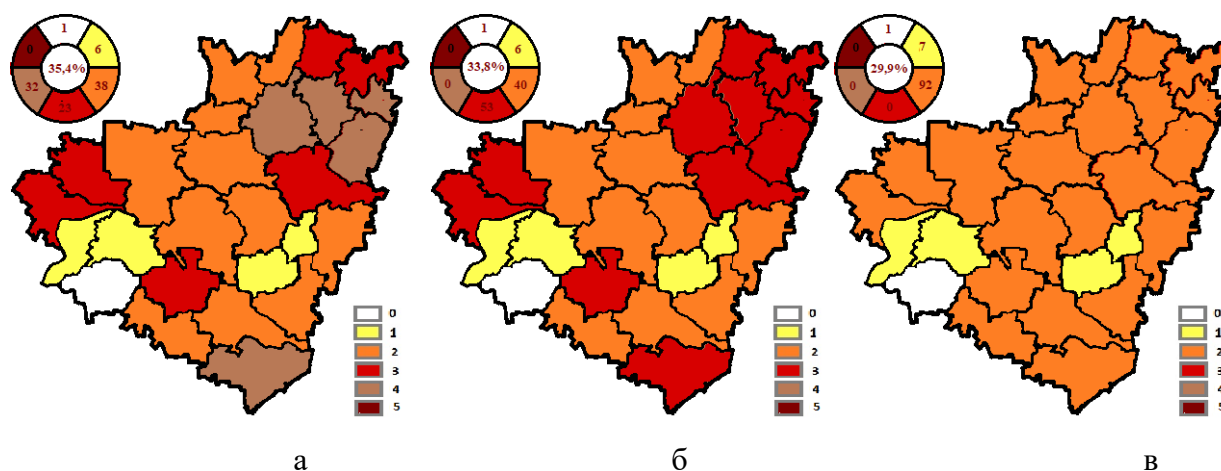


Рисунок 2 – Степень деградации сельскохозяйственных угодий Самарской области на разных этапах экологизации землепользования: 1 этап (а), 2 этап (б), 3 этап (в)

Таким образом, уменьшение степени деградации земель на 5,75% (с 35,6 до 29,9%) позволит привести ее во всех районах к среднему уровню (2 балла) и снизить экологическую опасность использования земель с 0,48 до 0,41, т.е. почти на 15%. При этом распределение коэффициента экологической опасности будет сравнительно выровненным (рис.3), коэффициент вариации по районам составит 1,4% вместо 3,4%. Лишь в Большечерниговском районе оценка опасности остается сравнительно высокой – коэффициент 0,72, что, вероятно, связано с влиянием не только эрозии почв, но и других негативных факторов (в частности, засоления и осолнцевания почв).

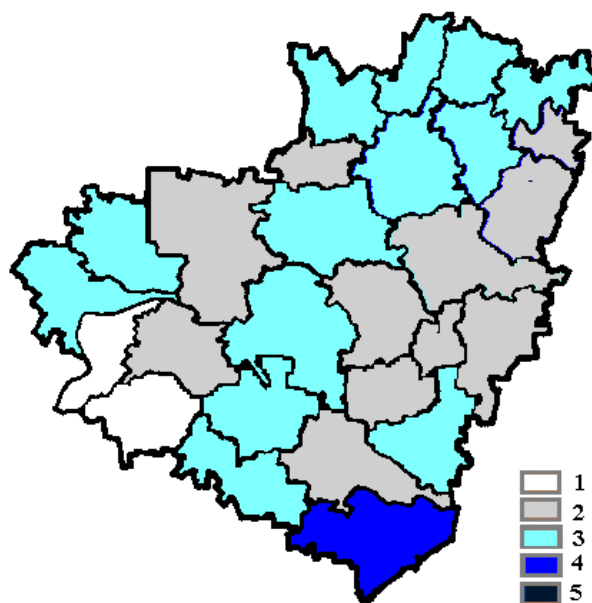


Рисунок 3 – Оценка экологической опасности использования земель Самарской области в агропроизводстве по окончании трех этапов экологизации землепользования

Вместе с тем, решение вопросов разработки и осуществления дифференцированных систем земледелия и выбор направлений рационального производственного использования земель определяются на основе данных мониторинга экологического состояния земель, результатов почвенных обследований, анализа изменений агроландшафта.

В качестве примера в работах [15, 16] рассмотрены основные элементы противоэрозионной организации территории и внутрихозяйственного землеустройства. Отмечается, что важным является принцип дифференцированного использования пашни в зависимости от уровня плодородия почв, степени проявления эрозии и рельефа (расчлененности поверхности, крутизны и экспозиции склонов). Принимаются во внимание также неодинаковая почвозащитная способность полевых культур, различная реакция их на степень эродированности почвы. С учетом всех этих факторов решаются вопросы хозяйственной и внутрихозяйственной специализации хозяйства, размещения защитных лесных насаждений, дорожной сети, чтобы они не концентрировали сток, создания полей соответствующей конфигурации, обеспечивающей обработку почвы поперек склона, и другие. В комплекс агротехнических мероприятий включают противоэрозионную обработку почвы, снегозадержание, регулирование снеготаяния.

В работе [15] описаны также результаты исследований дифференцированного размещения культур с учетом рельефа местности и категорий земель в одном из хозяйств Кинельского района Самарской области. Установлено, что дифференцированное размещение культур на пашне позволяет уменьшить смыв почвы на 0,72 т/га или в среднем на 7-13%,

прирост продукции при этом составит 1,14 тыс. руб. /га. При заданной величине снижения деградации угодий 5,75% увеличение дохода составит 705 руб./га (или порядка 2,8 млн. руб. в год в масштабе области).

Заключение

Таким образом, детальная систематизация земельных ресурсов, пространственный анализ распределения сельскохозяйственных угодий в соответствии с их природными свойствами и производственным потенциалом создают информационную основу для эколого-экономического обоснования почвозащитных мер и приоритетов их введения по районам. В частности, классификация и районирование земель по степени деградации способствуют определению нормативных показателей регулирования землепользования (необходимой локализации и масштаба требуемого воздействия на каждом этапе); снижение экологической опасности использования земель является критерием эффективности воздействия. Дальнейшая разработка программы мероприятий предполагает использование эрозионных карт и данных почвенных обследований полей для обеспечения большей точности локализации и оценки ожидаемого дополнительного дохода.

Все это способствует реализации системного подхода в решении задач экологизации землепользования, обеспечивая создание оптимальной территориальной структуры агропроизводства, его адаптацию к имеющимся ландшафтным условиям и «вписывание» в природную среду.

Подтверждения

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).

Литература

1. Лойко П.Ф. Некоторые аспекты современной земельной политики в аграрном секторе мира и России // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2009. №1. С.16-29.
2. Волков С.Н., Комов Н.В., Хлыстун В.Н. Как достичь эффективного управления земельными ресурсами в России? // Международный сельскохозяйственный журнал. 2015. № 3. С. 3-7.
3. Kaim A., Cord A., Volk M. A review of multi-criteria optimization techniques for agricultural land use allocation // Environmental Modelling and Software. 2018. vol: 105. Pp. 79-93. DOI 10.1016/j.envsoft.2018.03.031

4. Багдасарян А. Деградация на миллиарды: в России истощены свыше 60% сельхозугодий // Агроинвестор, 2015. №11. Режим доступа: <https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/22499-degradatsiya-na-milliardy-v-rossii-istoshcheny-svyshe-60-selkhozugodiy/>
5. Доклад о состоянии и использовании земель в Самарской области в 2017 году / В.В. Маликов. – Самара: 2018. 77 с.
6. Балакай Г.Т., Балакай Н.И., Полуэктов Е.В., Бабичев А.Н., Воеводина Л.А., Юрина Л.И. Приемы повышения биопродуктивности земель, сохранения почвенного плодородия и экологической устойчивости агроландшафтов. Научный обзор. – Новочеркасск: 2011. 71 с.
7. Варламов А.А., Гальченко С.А., Ключин П.В. Оценка экономической целесообразности рационального использования сельскохозяйственных земель. – М.: 2014. 169 с.
8. Каштанов А.Н., Лисецкий В.Н., Швебе Г.И. Основы ландшафтно-экологического земледелия. – М.: Колос, 2009. 127 с.
9. Биологизация земледелия в Среднем Поволжье / В.А. Корчагин С.Н. Зудилин, О.И. Горянин, С.Н. Шевченко, С.В. Обущенко. – Кинель: РИЦ СГСХА, 2017. 228 с.
10. Оценка качества и классификация земель по их пригодности для использования в сельском хозяйстве (практическое пособие) / А.К. Оглезнев, Т.А. Куприян, Т.Е. Норкина [и др.] – М.: ВИСХАГИ, 2007. 80 с.
11. Yermolaev O.P. Geoinformation mapping of soil erosion in the Middle Volga region // Eurasian Soil Science. 2017. N 50. Pp. 118-131. DOI: 10.1134/S1064229317010070
12. Samokhvalova E.V., Zudilin S.N. Analysis of spatial propagation of the key degradation processes in the farmlands of Samarskaya oblast // IOP CS: Earth and Environment Science. 2021. vol. 720. Art. 012040. DOI: 10.1088/1755-1315/720/1/012040
13. Samokhvalova E.V., Klyushin P.V., Troz V.B., Rabochev A.L., Obuschenko S.V. Assessment of anthropogenic load in Samara Region when implementing environmental approach to spatial configuration land use // IOP CS: Earth and Environment Science. 2021.
14. Шаповалов Д.А., Ключин П.В., Мурашева А.А. Методические основы мониторинга земель. – М.: ГУЗ, 2010. 238 с.
15. Samokhvalova E.V., Zudilin S.N., Lavrennikova O.A. Spatial analysis of Samara region land degradation and differentiation of antierosion territory organization // BIO Web of Conferences. 2020. Vol. 27. Art. 00142. DOI: 10.1051/bioconf/20202700142
16. Самохвалова Е.В., Зудилин С.Н. Геопространственный анализ и оценка

деградации сельскохозяйственных угодий Самарской области под действием эрозионных процессов // Международный сельскохозяйственный журнал. 2020. № 63 (376). С. 8-13. DOI: 10.24411/2587-6740-2020-14062

References

1. Loiko P.F. (2009) Nekotorye aspekty sovremennoi zemel'noi politiki v agrarnom sektore mira i Rossii [Some aspects of modern land policy in the agricultural sector of the world and Russia]. Zemleustroistvo, kadastr i monitoring zemel', no1, pp.16-29.
2. Volkov S.N., Komov N.V., Khlystun V.N. (2015) Kak dostich' ehffektivnogo upravleniya zemel'nymi resursami v Rossii? [How to achieve effective land management in Russia?]. Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal, no 3, pp. 3-7.
3. Kaim A., Cord A., Volk M. (2018) A review of multi-criteria optimization techniques for agricultural land use allocation. Environmental Modelling and Software, no 105. Pp. 79-93. DOI 10.1016/j.envsoft.2018.03.031
4. Bagdasaryan A. (2015) Degradatsiya na milliardy: v Rossii istoshcheny svyshe 60% sel'khozugodii [Degradation by billions: over 60% of farmland in Russia is depleted]. Agroinvestor, no 11. URL: <https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/22499-degradatsiya-na-milliardy-v-rossii-istoshcheny-svyshe-60-selkhozugodiy/>
5. Doklad o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' v Samarskoi oblasti v 2017 godu [Report on the state and use of land in the Samara region in 2017] / V.V. Malikov. Samara: 2018. 77 p.
6. Balakai G.T., Balakai N.I., Poluehktov E.V., Babichev A.N., Voevodina L.A., Yurina L.I. Priemy povysheniya bioproduktivnosti zemel', sokhraneniya pochvennogo plodorodiya i ehkologicheskoi ustoichivosti agrolandshaftov. Nauchnyi obzor [Methods for increasing the bioproductivity of lands, preserving soil fertility and ecological sustainability of agricultural landscapes. Scientific review]. Novocherkassk: 2011. 71 p.
7. Varlamov A.A., Gal'chenko S.A., Klyushin P.V. Otsenka ehkonomicheskoi tselesoobraznosti ratsional'nogo ispol'zovaniya sel'skokhozyaistvennykh zemel' [Assessment of the economic feasibility of the rational use of agricultural land]. M.: 2014. 169 p.
8. Kashtanov A.N., Lisetskii V.N., Shvebe G.I. Osnovy landshaftno-ehkologicheskogo zemledeliya [Basics of landscape-ecological agriculture]. M.: Kolos, 2009. 127 p.
9. Biologizatsiya zemledeliya v Srednem Povolzh'e [Biologization of agriculture in the Middle Volga region] / V.A. Korchagin S.N. Zudilin, O.I. Goryanin, S.N. Shevchenko, S.V. Obushchenko. Kinel': RITS SGSKHA, 2017. 228 p.
10. Otsenka kachestva i klassifikatsiya zemel' po ikh prigodnosti dlya ispol'zovaniya v sel'skom khozyaistve (prakticheskoe posobie) [Assessment of the quality and classification of lands

according to their suitability for use in agriculture (practical guide)] / A.K. Ogleznev, T.A. Kupriyan, T.E. Norkina [i dr.]. M.: VISKHAGI, 2007. 80 p.

11. Yermolaev O.P. (2017) Geoinformation mapping of soil erosion in the Middle Volga region // Eurasian Soil Science, no 50, pp. 118-131. DOI: 10.1134/S1064229317010070.

12. Samokhvalova E.V., Zudilin S.N. (2021) Analysis of spatial propagation of the key degradation processes in the farmlands of Samarskaya oblast. IOP CS: Earth and Environment Science, no 720, art. 012040. DOI: 10.1088/1755-1315/720/1/012040.

13. Samokhvalova E.V., Klyushin P.V., Troz V.B., Rabochev A.L., Obuschenko S.V. (2021) Assessment of anthropogenic load in Samara Region when implementing environmental approach to spatial configuration land use. IOP CS: Earth and Environment Science, preprint.

14. Shapovalov D.A., Klyushin P.V., Murasheva A.A. Metodicheskie osnovy monitoringa zemel' [Methodological foundations of land monitoring]. M.: GUZ, 2010. 238 p.

15. Samokhvalova E.V., Zudilin S.N., Lavrennikova O.A. (2020) Spatial analysis of Samara region land degradation and differentiation of antierosion territory organization. BIO Web of Conferences, no 27, art. 00142. DOI: 10.1051/bioconf/20202700142.

16. Samokhvalova E.V., Zudilin S.N. (2020) Geoprostranstvennyi analiz i otsenka degradatsii sel'skokhozyaistvennykh ugodii Samarskoi oblasti pod deistviem ehrozionnykh protsessov [Geospatial analysis and assessment of agricultural land degradation in the Samara region under the influence of erosion processes]. Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal, no 63 (376), pp 8-13. DOI: 10.24411/2587-6740-2020-14062.