

УДК [528.9:004]+502.48

DOI 10.33764/2411-1759-2025-30-3-143-153

Формирование карты эколого-хозяйственного зонирования территории муниципального района с применением ГИС-технологий

Е. В. Коцур^{1✉}, В. И. Татаренко², Н. А. Капитулина¹, Т. А. Щербакова¹

¹ Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина,
г. Омск, Российская Федерация

² Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация

e-mail: ev.kotsur@omgau.org

Аннотация. В статье представлена технология формирования карты эколого-хозяйственного зонирования (КЭХЗ) территории муниципального района на основе ГИС MapInfo Pro. Выполнен анализ достоинств геоинформационного программного обеспечения, который показал, что MapInfo Pro является наиболее удобной ГИС для формирования полномасштабных карт. Плюсом данной программы является не только удобный и незагруженный интерфейс, что делает процесс формирования карт достаточно несложным, но и возможность пространственного анализа графических и атрибутивных данных. Возможности программы имеют широкий диапазон проведения анализа накопленных сведений в связи с определенными потребностями и задачами. Дано описание функционала ГИС «Аксиома», которая является отечественным аналогом ГИС MapInfo Pro. В соответствии с методикой Е. В. Коцур разработана КЭХЗ, основой которой является цифровая модель местности (ЦММ). Технология подготовки векторной карты включает регистрацию раstra в определенном масштабе, создание картографических слоев и оцифровку объектов растрового изображения с применением специализированного инструментария ГИС, который дает возможность использования определенных функций, позволяющих минимизировать время для подготовки карты. Заключительным этапом на основе ЦММ является формирование карты видов агроландшафтов (КВА), КЭХЗ, которые необходимы для подготовки схем и проектов землеустройства территории, а также разработки вариантов развития систем земледелия на ландшафтной основе.

Ключевые слова: карта эколого-хозяйственного зонирования, ГИС-технологии, карта видов агроландшафтов, цифровая модель местности, алгоритм формирования карты, ГИС MapInfo Pro, экологически устойчивый агроландшафт

Для цитирования:

Коцур Е. В., Татаренко В. И., Капитулина Н. А., Щербакова Т. А. Формирование карты эколого-хозяйственного зонирования территории муниципального района с применением ГИС-технологий // Вестник СГУГиТ. – 2025. – Т. 30, № 3. – С. 143–153. – DOI 10.33764/2411-1759-2025-30-3-143-153

Введение

Выбор программного обеспечения для создания карты эколого-хозяйственного зонирования территории муниципального района (МР) обусловлен наличием в ГИС MapInfo Pro связи между атрибутивной базой данных (БД) и гра-

фической, что дает возможность оперировать данными, полученными при проведении ЭХЗ. Также ГИС MapInfo Pro наделена функцией анализа пространственных данных, что является еще одним плюсом этой программы. Функционал MapInfo упростил работу, что значительно сократило её трудоемкость (рис. 1) [1, 2].



Рис. 1. Операции ГИС MapInfo Pro

ГИС MapInfo Pro – относительно простая в освоении и в работе, разработанная западными специалистами программа [1, 3, 4]. С помощью этого продукта решаются задачи в различных сферах деятельности. В землеустройстве, геодезии, строительстве MapInfo применяется в качестве мощного картографического редактора, реализующего метод послойного картографирования (рис. 2) [5].

В связи со сложившейся в настоящее время сложной ситуацией в мире корпорация Precisely Inc. (США), обладающая правами на MapInfo Pro, прекратила поддержку обеспечения ГИС-программы. В ответ на это российские разработчики предложили заменить MapInfo современным отечественным аналогом ГИС «Аксиома», которая еще в 2016 г. была зарегистрирована в Едином реестре российских программ для ЭВМ и БД. На данный момент программа апробирована и имеет успех у пользователей, которые отмечают, что практически весь функционал ГИС «Аксиома» аналогичен MapInfo Pro, а также они совместимы, что позволяет совершать обмен данными [6, 7].

Также данная система совместима с такими отечественными операционными системами, как Linux, СУБД Postgres Pro и т. д. Все перечисленное является плюсом для российских пользователей, так как позволяет более безболезненно перейти на импортозамещение, тем более что указом Президента с января 2025 г.

запрещено использовать иностранное программное обеспечение.



Рис. 2. Характеристика ГИС MapInfo Pro

Целью настоящей статьи является разработка алгоритма формирования Кэхз в ГИС – программе MapInfo Pro. Из поставленной цели вытекают следующие задачи: сформировать Кэхз, описать данный процесс и составить алгоритм формирования Кэхз. Разработка алгоритма формирования Кэхз проведена на примере зонирования территории Тюкалинского муниципального района Омской области (Тюкалинского МР Омской области).

Методы и материалы

ЭХЗ территории Тюкалинского МР Омской области проведено по методике, разработанной Е. В. Коцур [1, 2] (рис. 3).

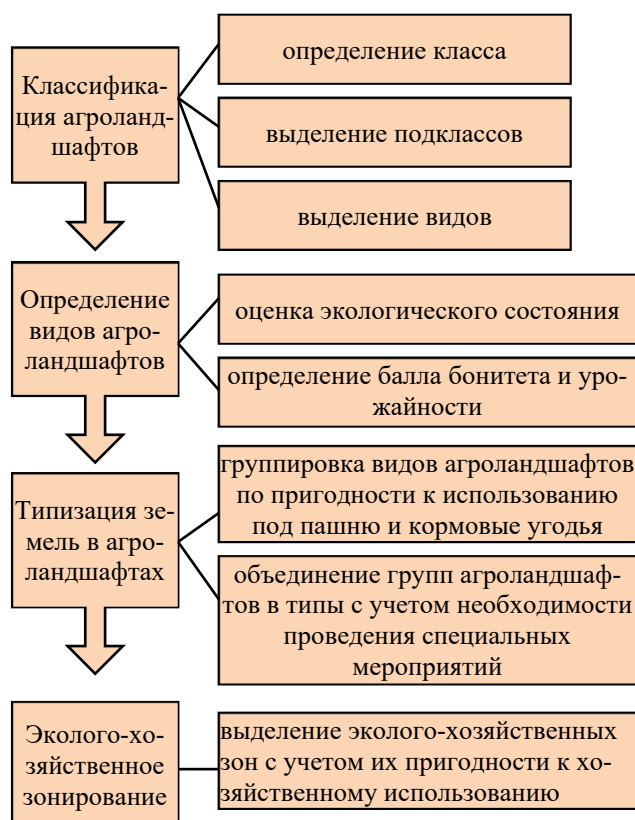


Рис. 3. Схема проведения ЭХЗ

Экологическое состояние агроландшафтов оценивалось по методике ученых кафедры землеустройства Омского государственного аграрного университета имени П. А. Столыпина [8–10]. Оценка проводилась по материалам почвенных обследований (почвенная карта на бумажной основе и почвенный очерк) с применением сравнительного метода.

По данной методике экологическое состояние агроландшафтов может быть разной экологической напряженности (удовлетворительной, слабой, средней, сильной, критической и кризисной). Оценка дается в баллах по шкале, разработанной для разных природно-климатических зон, при этом учитывается не только вид негативных процессов, но и степень их проявления. Оценка может проводиться по разным видам негативных процессов, характерным для той или иной местности. В данном случае оценивалось засоление, заболачивание, ветровая и водная эрозии, так как изучаемая территория более подвержена этим негативным процессам [11, 12].

Формирование Кэхз начинается с создания цифровой модели местности [1–3], основой которой является почвенная карта Тюкалинского МР Омской области, изготовленная в 1981 г. сотрудниками Омского филиала Западно-Сибирского государственного института по землеустройству (ЗАПСИБГИПРОЗЕМ). Карта представлена в графическом виде на бумажной основе в масштабе 1 : 100 000.

Сбор информации является целью первого этапа создания Кэхз территории МР (рис. 4).



Рис. 4. Первый этап создания Кэхз

Так как основой ЦММ изучаемого объекта является карта на бумажном носителе, то для работы в Mapinfo ее при помощи сканера преобразовали в растровое изображение и сохранили в формате TIFF. Для более точной привязки при регистрации раstra в ГИС-программе на него нанесли реперную сетку (расставили перекрестия) [1, 2]. Это позволило зарегистрировать растровое изображение без искажения. Регистрация раstra проходит в диалоговом окне «Регистрация изображения» (рис. 5).

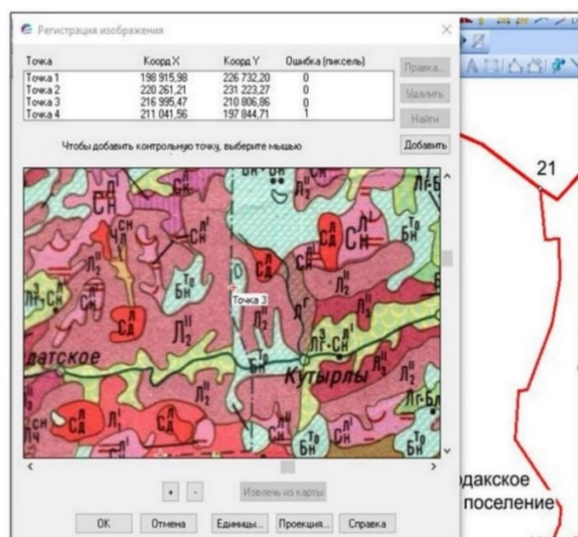


Рис. 5. Диалоговое окно «Регистрация изображения» [1]

Далее для векторизации карты создан необходимый набор слоев (рис. 6).

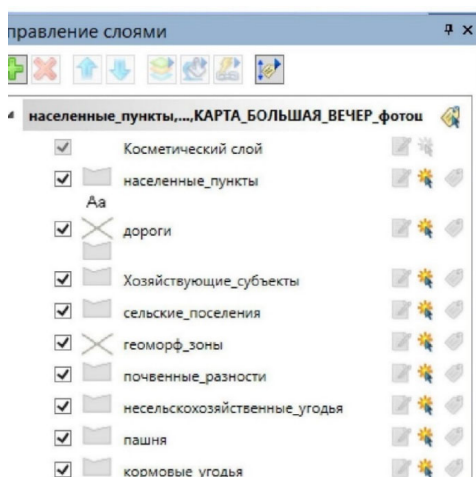


Рис. 6. Диалоговое окно «Управление слоями» с набором слоев, необходимых для создания ЦММ МР

Оцифровку ЦММ проводили в ручном режиме с применением таких инструментов, как «Полилиния» и «Полигон». Применение функций «Снэппинг» и «Автотрассировка» значительно ускорило процесс векторизации карты, соединяя соседние контуры по узлам [1, 2].

Необходимые для проведения ЭХЗ площади почвенных разностей, оцифрованных в слое «Почвенные_разности», вносились в список автоматически с помощью команды

«Обновить колонку». В дальнейшем их можно посмотреть двумя способами: либо открыв список с атрибутивными данными, либо на самой карте с применением инструмента «Информация» [1, 2] (рис. 7).

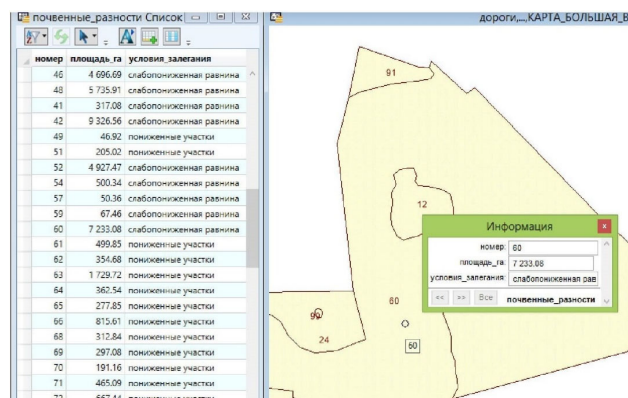


Рис. 7. Слой «Почвенные разности» ЦММ МР

Атрибутивные данные в списки других слоев, для которых нужны были площади контуров, вносились аналогично. Для неплощадных слоев данные в список вносились вручную [1, 2].

После формирования всех необходимых для создания ЦММ слоев сохраняется рабочий набор «ЦММ Тюкалинского МР Омской области» (рис. 8).

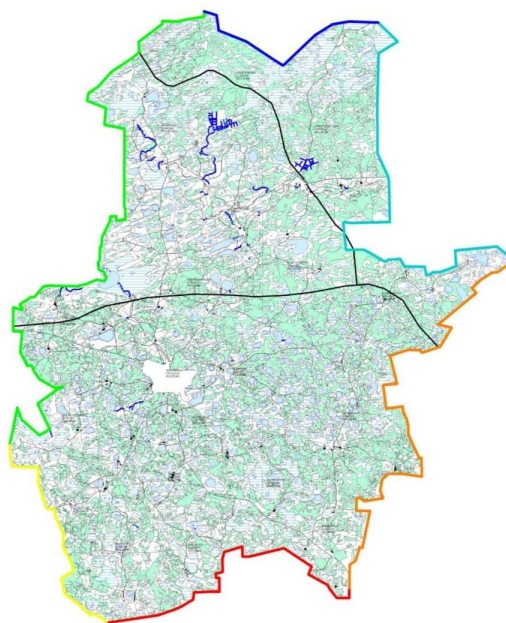


Рис. 8. ЦММ Тюкалинского МР Омской области

Формирование ЦММ является вторым этапом создания Кэхз (рис. 9).

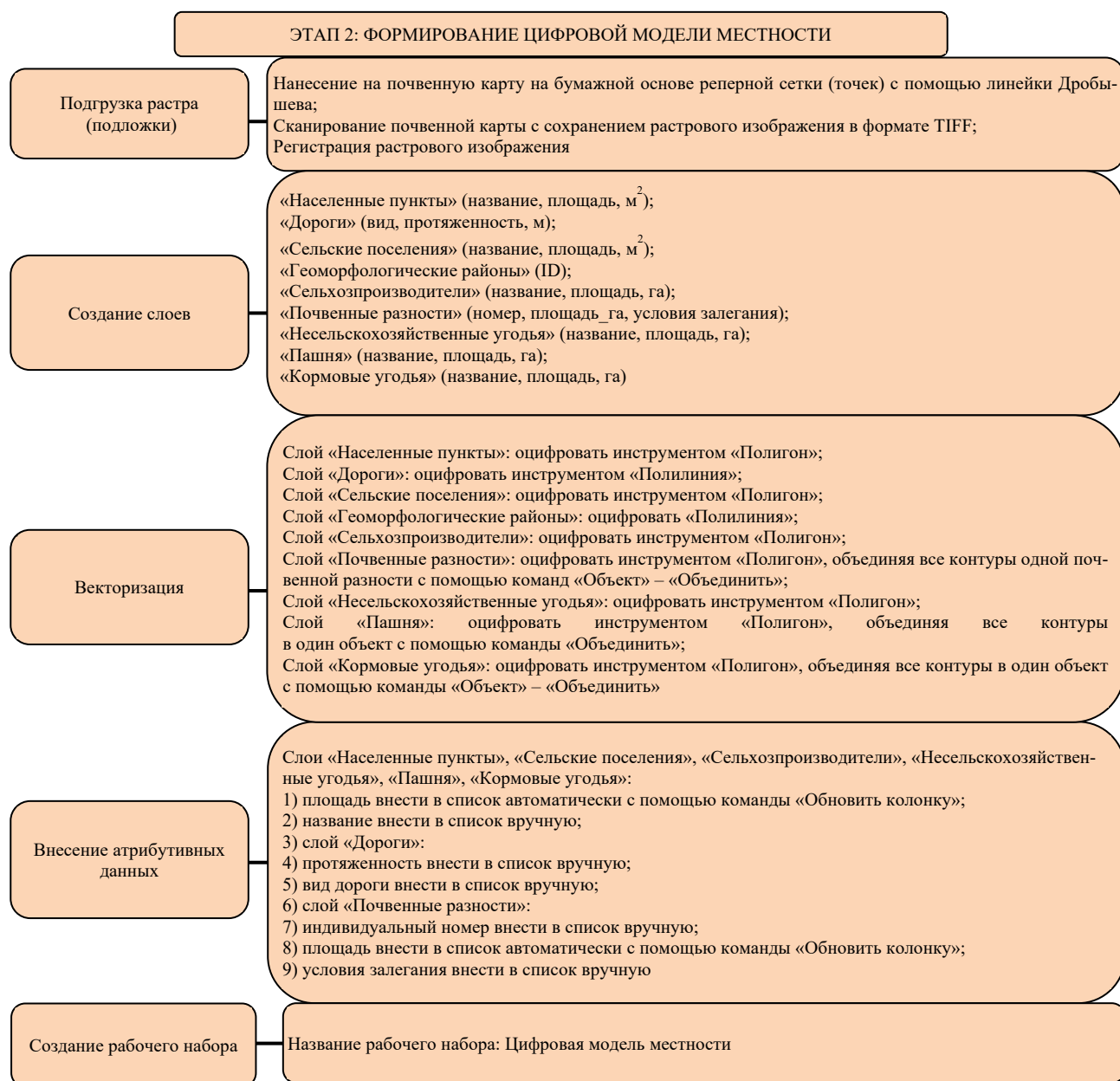


Рис. 9. Алгоритм проведения второго этапа создания Кэхз

Третьим этапом создания Кэхз является формирование карты видов агроландшафтов (КВА) Тюкалинского МР Омской области (рис. 10). Для дальнейшей работы к уже отработанным слоям ЦММ добавлены три новых слоя: «Виды_полевые», «Виды_кормовые», «Подклассы».

Целью данного этапа является выделение подклассов агроландшафтов, выделение и оценка видов агроландшафтов с внесением данных в список слоев (рис. 11).

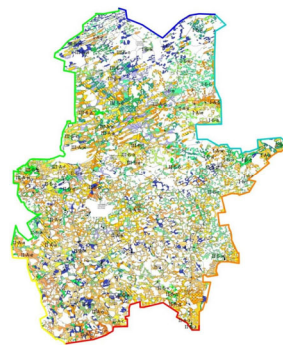


Рис. 10. КВА Тюкалинского МР Омской области

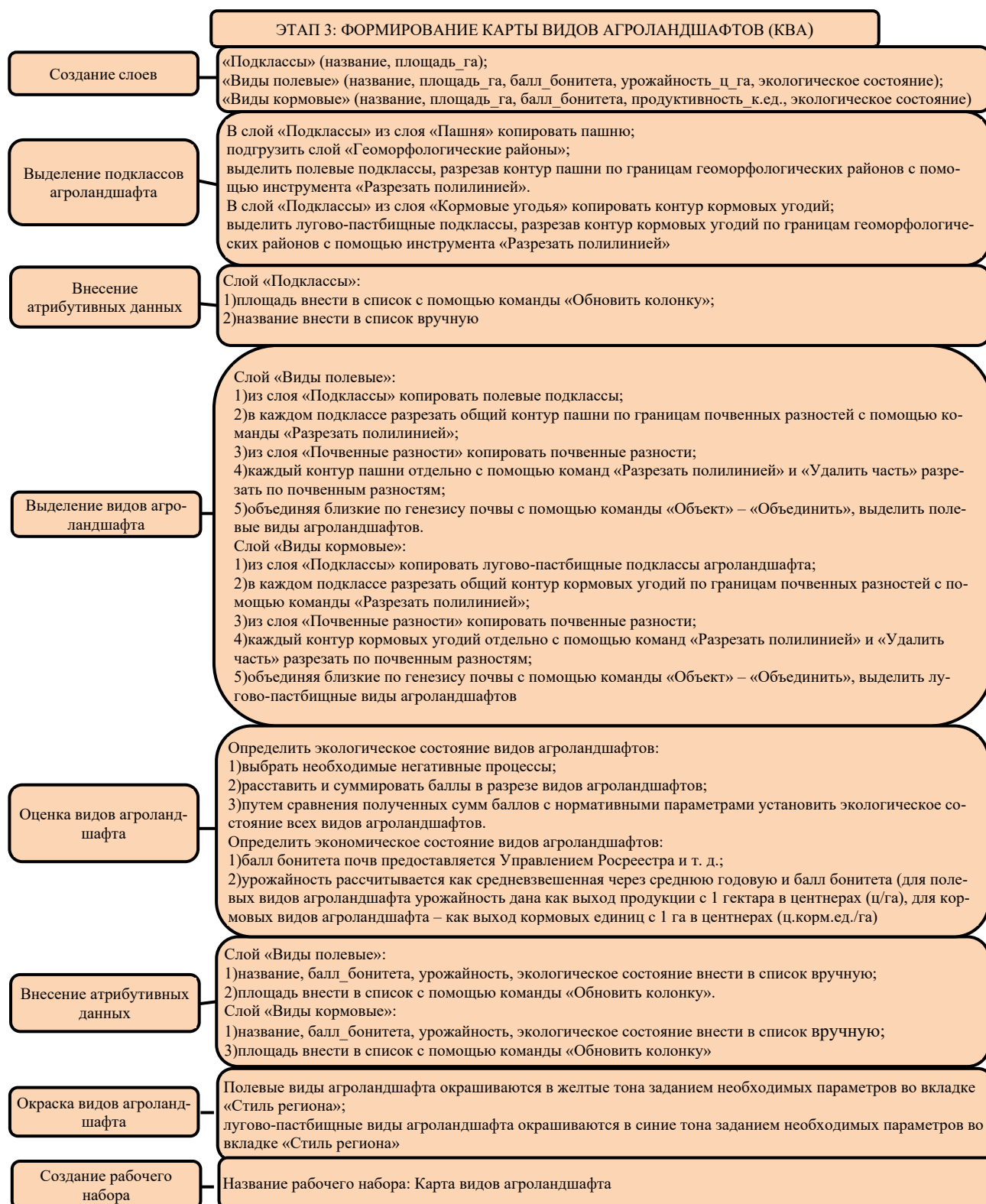


Рис. 11. Алгоритм проведения третьего этапа формирования Кэхз

Для дальнейшего формирования Кэхз Тюкалинского МР Омской области к созданным ранее слоям добавляются заключительные три слоя: «Группы», «Типы», «Эколого-хозяйственные зоны».

Эколого-хозяйственные зоны территории МР выделяются в процессе проведения четвертого этапа формирования Кэхз (рис. 12).

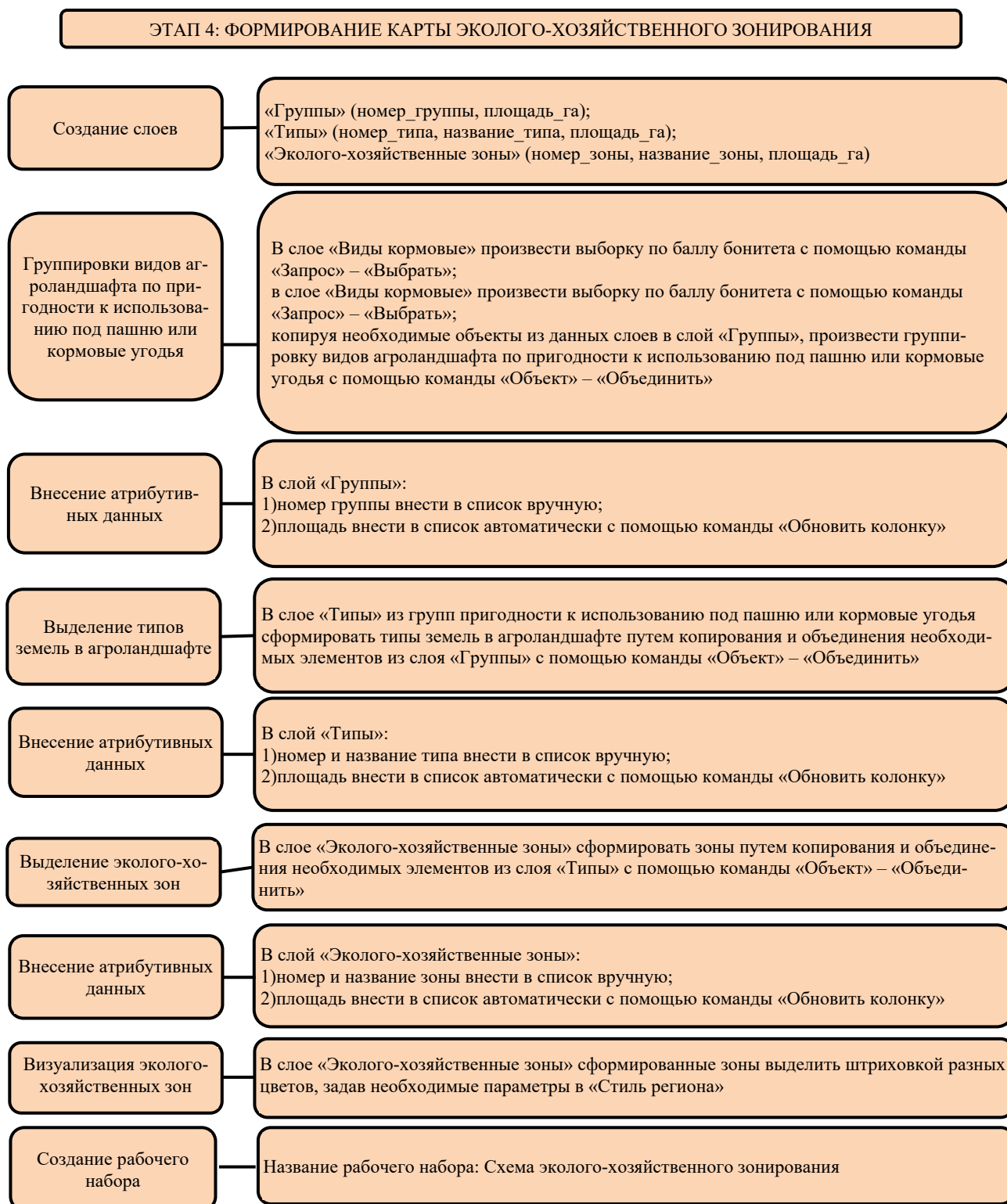


Рис. 12. Четвертый этап создания КЭХЗ

Рабочие наборы КВА и КЭХЗ имеют общие слои, находящиеся в динамике, т. е. вносимые в них изменения влекут за собой замену в обоих рабочих наборах [1, 2]. Такие слои являются фундаментом, а для внесения новой информации добавляются новые слои.

Результаты

Результатом проделанной работы является КЭХЗ Тюкалинского МР Омской области (рис. 13).

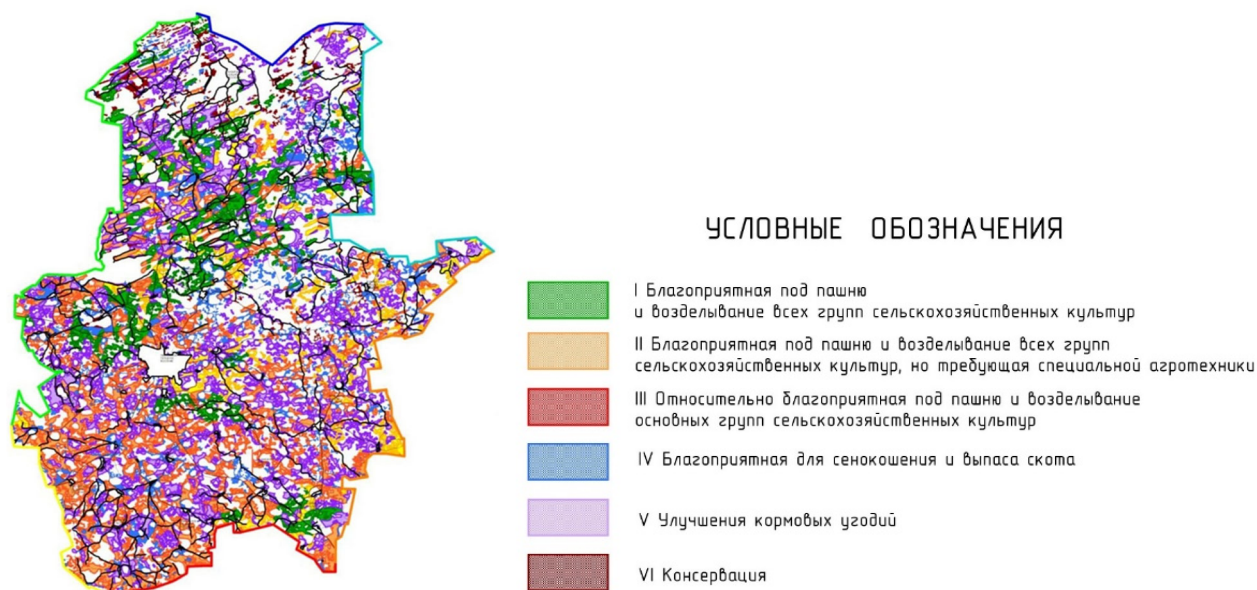


Рис. 13. КЭХЗ Тюкалинского МР Омской области

Таким образом, алгоритм формирования КЭХЗ МР в ГИС – программе MapInfo Pro разработан. Он состоит из четырех этапов:

- 1) сбор информации;
- 2) формирование ЦММ;
- 3) формирование КВА;
- 4) формирование КЭХЗ.

Пошаговый алгоритм проведения всех этапов представлен на рис. 4, 9, 11, 12.

Заключение

Графическая и атрибутивная БД, сформированные в результате проведения ЭХЗ и создания КЭХЗ, могут стать основой для формирования различных схем и проектов землеустройства территорий районов, а также создания картографического материала, необходимого при разработке адаптивных систем земледелия [13–15].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коцур Е. В. Разработка методики формирования экологически устойчивого агроландшафта на основе ГИС-технологий : дис. ... канд. техн. наук – Коцур Елена Вильевна. – Новосибирск, 2020. – 156 с. – EDN MNJFEO.
2. Коцур Е. В. Использование ГИС-технологий как инструмента для формирования экологически устойчивого агроландшафта // Вестник СГУГиТ. – 2020. – Т. 25, № 1. – С. 156–172. – DOI 10.33764/2411-1759-2020-25-1-156-172. – EDN NPRRLU.
3. Рулев А. С., Кошелева О. Ю., Кошелев А. В., Рулева О. В. Методика применения ГИС MapInfo в агролесомелиоративном картографировании // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2013. – № 2 (30). – С. 8–14. – EDN QCWUXV.
4. Шек В. М., Кувашкина Т. А. Обзор инструментальных средств ГИС // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2002. – № 10. – С. 126–128. – EDN NDVEPN.
5. Коцур Е. В., Дубровский А. В. Информационное обеспечение мероприятий по воспроизводству и повышению эффективности использования агроландшафтов // Вестник СГУГиТ. – 2020. – Т. 25, № 3. – С. 229–240. – DOI 10.33764/2411-1759-2020-25-3-229-240. – EDN SXMALD.
6. Жаренков М. Н., Сорока Ю. С., Хахулина Н. Б. О современных технологиях в кадастре недвижимости // Студент и наука. – 2023. – № 3 (26). – С. 54–58. – EDN OWETZY.
7. Каргашин П. Е. Основы цифровой картографии : учебное пособие для бакалавров. – М. : Дашков и К°, 2020. – 106 с. – ISBN 978-5-394-04073-3. – EDN QORHWI.

8. Коцур Е. В., Долматова О. Н., Мельникова А. М. Организация использования земель с применением ГИС-технологий (на примере Таврического муниципального района Омской области) // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2023. – Т. 67, № 1. – С. 73–86. – DOI 10.30533/GiA-2023-008. – EDN WMNJOG.
9. Rogatnev Y. M., Khorechko I. V., Veselova M. N. Agricultural land use in the post-reform period (2000–2020) in a market economy // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Ussurijsk, June 20–21, 2021. Ussurijsk. – P. 032103. – DOI 10.1088/1755-1315/937/3/032103. – EDN GSFVYE.
10. Щерба В. Н., Долматова О. Н. Оценка состояния и перспективы развития системы землепользования южной лесостепи Омской области // Московский экономический журнал. – 2022. – Т. 7, № 5. – С. 107–122. – DOI 10.55186/2413046X_2022_7_5_323. – EDN DRDGAD.
11. Кочергина З. Ф. Ландшафтно-экологические основы рационализации землепользования (на материалах лесостепной зоны Омской области) : монография. – Омск : ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2007. – 224 с. – EDN QKZDUF.
12. Юшкевич Л. В., Хоречко И. В., Литвинова А. В. Экология земельных ресурсов : учебное пособие для вузов. – Омск : Омский ГАУ, 2015. – 116 с. – ISBN 978-5-89764-476-6. – EDN BCRHQN.
13. Добротворская Н. И., Середович В. А., Дубровский А. В., Орлова Е. С. Разработка геоинформационной основы системы адаптивно-ландшафтного земледелия // ГЕО-Сибирь-2011. VII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Экономическое развитие Сибири и Дальнего Востока. Экономика природопользования, землеустройство, лесоустройство, управление недвижимостью» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2011 г.). – Новосибирск : СГГА, 2011. Т. 3, № 2. – С. 130–137. – EDN PCLNPX.
14. Долматова О. Н., Щерба В. Н. Информационное обеспечение эффективного сельскохозяйственного землепользования // Омский научный вестник. – 2022. – № 3. – С. 142–147.
15. Капитулина Н. А. Информационное обеспечение эффективного сельскохозяйственного производства на основе результатов зонирования // Азимут научных исследований: экономика и управление. – 2023. – Т. 12, № 2 (43). – С. 41–44. – EDN CWWVFL.

Об авторах

Елена Вильевна Коцур – кандидат технических наук, доцент кафедры землеустройства.

Валерий Иванович Татаренко – доктор экономических наук, профессор кафедры технической безопасности.

Наталья Александровна Капитулина – старший преподаватель кафедры землеустройства.

Татьяна Александровна Щербакова – магистр кафедры землеустройства.

Получено 26.07.2024

© Е. В. Коцур, В. И. Татаренко, Н. А. Капитулина, Т. А. Щербакова, 2025

Formation of a map of ecological and economic zoning of the territory of a municipal district using GIS technologies

E. V. Kotsur¹, V. I. Tatarenko², N. A. Kapitulina¹, T. A. Shcherbakova¹

¹Omsk State Agrarian University named after P. A. Stolypin, Omsk, Russian Federation

²Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

e-mail: ev.kotsur@omgau.org

Abstract. The article presents the technology of forming a map of ecological and economic zoning (KEKHZ) of the territory of the MR based on GIS MapInfo Rgo. An analysis of the advantages of geo-information software was performed, which showed that MapInfo Pro is the most convenient GIS for the formation of full-scale maps. The advantage of this program is not only a user-friendly and unloaded interface, which makes the process of forming maps quite simple, but also the possibility of spatial analysis of graphic and attribute data. The program's capabilities have a wide range of

analysis of accumulated information in connection with certain needs and tasks. The functional description of GIS Axiom, which is a domestic analogue of GIS MapInfo Pro, is given. In accordance with the methodology of the author Kotsur E.V., a CEC has been developed, the basis of which is a digital terrain model (TSMm). The technology of preparing a vector map includes the registration of a raster at a certain scale, the creation of cartographic layers and the digitization of raster image objects using specialized GIS tools, which makes it possible to use certain functions that minimize the time for map preparation. The final measures based on the TSMm are the formation of a map of types of agricultural landscapes (KVA), KEKHZ, which are necessary for the preparation of schemes and projects for land management of the territory, as well as the development of options for the development of landscape-based farming systems.

Keywords: map of ecological and economic zoning, GIS technologies, map of agricultural landscape types, digital terrain model, map generation algorithm, GIS MapInfo Pro, environmentally sustainable agricultural landscape

REFERENCES

1. Kotsur, E. V. (2020). Razrabotka metodiki formirovaniya ehkologicheskoi ustoichivogo agrolandshafta na osnove GIS-tekhnologii. *Candidate's thesis*. Novosibirsk EDN MHJFEO [in Russian].
2. Kotsur, E. V. (2020). The use of GIS technologies as a tool for the formation of an environmentally sustainable agricultural landscape. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 25(1), 156–172. DOI 10.33764/2411-1759-2020-25-1-156-172 EDN NPRRLU [in Russian].
3. Rulev, A. S., Kosheleva, O. Yu., Koshelev, A. V., & Ruleva, O. V. (2013). Methods of using GIS MapInfo in agroforestry mapping. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa [Izvestia of the Lower Volga Agro-University Complex]*, 2(30), 8–13. EDN QCWUXV [in Russian].
4. Shek, V. M., Kuvashkina, T. A. (2002). Review of GIS tools. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten' [Mining information and analytical bulletin]*, 10, 126–128. EDN NDVEPN [in Russian].
5. Kotsur, E. V., Dubrovsky, A. V. (2020). Information support for measures for reproduction and increasing the efficiency of use of agricultural landscapes. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 25(3), 229–240. DOI 10.33764/2411-1759-2020-25-3-229-240 EDN SXMALD [in Russian].
6. Zharenkov, M. N., Soroka, Y. S., Khakhulina, N. B. (2023). About modern technologies in the real estate cadaster. *Student i nauka [Student and science]*, 3(26), 54–58. EDN OWETZY [in Russian].
7. Kargashin, P. E. (2023). *Osnovy tsifrovoy kartografii [Fundamentals of digital cartography]*. Moscow: Dashkov and Co, 106 p. EDN QORHWI [in Russian].
8. Kotsur, E. V., Dolmatova, O. N., Melnikova, A. M. (2023) Organization of land use using GIS technologies (on the example of the Tavrichesky municipal district of the Omsk region). *Izvestiya vuzov "Geodeziya i aerofotos"emka" [Izvestia Vuzov "Geodesy and Aerophotosurveying"]*, 67(1), 73–86. DOI 10.30533/GiA-2023-008. EDN WMNJOG [in Russian].
9. Rogatnev, Y. M., Khorechko, I. V., Veselova, M. N. (2021). Agricultural land use in the post-reform period (2000-2020) in a market economy // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Ussuriysk, June 20–21, 2021, 032103. DOI 10.1088/1755-1315/937/3/032103. EDN GSFVYE.
10. Shcherba, V. N., Dolmatova, O. N. (2022). Assessment of the state and prospects for the development of the land use system of the Southern forest-steppe of the Omsk region. *Moskovskiy ekonomicheskii zhurnal [Moscow Economic Journal]*, 7(5), 107–122. DOI 10.55186/2413046X 2022_7_5_323. EDN DRDGAD [in Russian].
11. Kochergina, Z. F. (2007) *Landshaftno-ekologicheskiye osnovy ratsionalizatsii zemlepol'zovaniya (na materialakh lesostepnoy zony Omskoy oblasti) [Landscape-ecological foundations of rationalization of land use (based on materials of the forest-steppe zone of the Omsk region)]*. Omsk: Omsk State Agrarian University, 224 p. EDN QKZDUF [in Russian].
12. Yushkevich, L. V., Khorechko, I. V., Litvinova, A. V. (2015). *Ekologiya zemel'nykh resursov [Ecology of land resources]*. Omsk: Omsk State Agrarian University, 116 p. EDN BCRHQN [in Russian].
13. Dobrotvorskaya, N. I., Serevich, V. A., Dubrovsky, A. V., & Orlova, E. S. (2011) Development of the geoinformation basis of the system of adaptive landscape agriculture // *In Sbornik materialov GEO-Sibir'-2011: Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii: T. 3. Ekonomicheskoe razvitiye Sibiri i Dal'nego Vostoka. Ekonomika prirodopol'zovaniia, zemleustroistvo, lesoustroistvo, upravleniye i nedvizhimost'iu [Proceedings GEO-Siberia-2011: International Scientific Conference: Vol. 3.*

Economic Development of Siberia and the Far East. Enviromental Economics, Land Management, Forestry Management and Property Management] (pp. 130–137). Novosibirsk: SSGA Publ. EDN PCLNPX [in Russian].

14. Dolmatova, O. N., Shcherba, V. N. (2022). Information support for the effective use of agricultural land. *Omskiy nauchnyy vestnik [Omsk Scientific Bulletin]*, 3, 142–147 [in Russian].

15. Kapitulina, N. A. (2023). Information support for efficient agricultural production based on the results of zoning. *Azimut nauchnykh issledovaniy: ekonomika i upravleniye [Azimuth of Scientific Research: economics and business]*, 12(2), 41–44. EDN CWWVFL [in Russian].

Author details

Elena V. Kotsur – Ph. D., Associate Professor of the Department of Land Management.

Valery I. Tatarenko – D. Sc., Professor of the Department of Technosphere Security.

Natalya A. Kapitulina – Senior lecturer of the Department of Land Management.

Tatyana A. Shcherbakova – MSc of the Department of Land Management.

Received 26.07.2024

© *E. V. Kotsur, V. I. Tatarenko, N. A. Kapitulina, T. A. Shcherbakova*, 2025