

Научная статья

Original article

УДК 326.1

DOI 10.55186/25876740_2022_6_2_12

**ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ
ИЗУЧЕНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ЗЕМЕЛЬ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

**APPLICATION OF GEOINFORMATION SYSTEMS FOR STUDYING AND
FORECASTING THE STATE OF AGRICULTURAL LAND**



Подрядчикова Екатерина Дмитриевна, кандидат технических наук, доцент кафедры геодезии и кадастровой деятельности, ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» (625000, Россия, г. Тюмень, ул. Володарского, д. 38), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3463-1359>, podryadchikova_ed@mail.ru

Гилёва Лариса Николаевна, кандидат географических наук, заведующий кафедры землеустройства, ФГБОУ ВО Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина (644008, Россия, г. Омск Институтская площадь, 1) ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1336-7237>, giljovaln@mail.ru

Ekaterina D.Podryadchikova, candidate of agricultural sciences, associate professor of department of geodesy and cadastral activity , Industrial University of Tyumen (625000, Russia, Tyumen, ul. Volodarskogo, d. 38), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3463-1359>, podryadchikova_ed@mail.ru

Larisa N. Giljova, candidate of geographical sciences, Head of the Department of Land Management, Omsk State Agrarian University (644008, Russia, Omsk Institutskaya ploshchad, 1) ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1336-7237>, giljovaln@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается необходимость применения геоинформационных систем для изучения и прогнозирования состояния земель сельскохозяйственного назначения. Предложена методика создания цифровых тематических карт, представлены тематические карты функционального зонирования территории по показателям финансового положения сельскохозяйственного производства, экологического состояния, выраженного в денежном эквиваленте и карта прогноза состояний в сельском хозяйстве. Апробирование приведенной методики проведено в границах территорий 121 сельсовета центральной части Новосибирской области для 64 сельскохозяйственных организаций различных форм собственности.

Abstract. The article considers the necessity of using geoinformation systems for studying and forecasting the state of agricultural land. A methodology for creating digital thematic maps is proposed, thematic maps of the functional zoning of the territory are presented according to the indicators of the financial situation of agricultural production, the ecological state expressed in monetary terms and a map of the forecast of conditions in agriculture. The testing of the above methodology was carried out within the boundaries of the territories of 121 village councils of the central part of the Novosibirsk region for 64 agricultural organizations of various forms of ownership.

Ключевые слова: геоинформационные системы, земли сельскохозяйственного назначения, экологическое состояние, тематическая карта.

Keywords: geoinformation systems, agricultural lands, ecological status thematic map.

Введение.

Земли сельскохозяйственного назначения являются стратегическим ресурсом любого государства, который определяет продовольственную безопасность населения. Эффективность управления сельскохозяйственным производством во многом зависит от уровня информированности о состоянии и свойствах почв конфигурации полей, местоположение объектов инфраструктуры и транспортных потоков, а также прогнозирования состояния и изучения земель сельскохозяйственного назначения [1].

Развитие научных знаний и практического опыта в направлении изучения и прогнозирования состояния земель сельскохозяйственного назначения особенно актуально в условиях пандемии COVID-19, по причине повсеместно введенных ограничений, и, как следствие, нарушение логистических цепочек и экономических связей в большинстве стран мира.

Большинство проблем, влекущие развитие кризисных ситуаций в сельскохозяйственном производстве, могут быть решены при разработке и внедрении современных систем производства, использующих геоинформационные технологии. В настоящее время в РФ идет активное внедрение информационно-коммуникационных технологий в сельскохозяйственном производстве, в том числе с применением геоинформационных систем. В качестве примера можно привести проекты «Умное землепользование», «Умное поле», «Умный сад», разрабатываемые на базе геоинформационных систем в рамках плана мероприятий по реализации национальной платформы «Цифровое сельское хозяйство» [2].

Основной и отличительной особенностью использования геоинформационных систем является возможность использования множества алгоритмов пространственного анализа и оперативной обработки огромных массивов данных. Одним из наиболее распространенных и известных направлений использования геоинформационных технологий в сельскохозяйственном производстве считается обработка данных дистанционного зондирования Земли [3].

2 Материалы и методы.

Главным картографическим направлением геоинформационной поддержки прогнозирования состояния и изучения земель сельскохозяйственного назначения является тематическое цифровое картографирование, в результате которого создаются точные цифровые карты местности, почв, состояния посевов, климата и т.п. [4].

Другим важным направлением, развитие которого происходит путем геоинформационной поддержки, является логистика. В настоящее время, приоритетным фактором районирования сельских производств является ориентация на благоприятные климатические условия с наиболее удобной возможностью последующей транспортировки продукции [5].

Еще одним известным направлением геоинформационной поддержки является система кадастра и землеустройства, целью которой является обеспечение рационального землепользования, планирование, контроль и охрана земель, в том числе и земельных участков, как объектов недвижимости, расположенных на территории РФ [6].

Для прогнозирования и распознавания критических ситуаций в сельскохозяйственном производстве следует предусматривать меры кризисного менеджмента, а именно с определенной периодичностью анализировать продуктивность сельскохозяйственного производства, уточнять и актуализировать страховые взносы при страховании урожая, ежегодно составлять многофакторные модели урожайности сельскохозяйственных культур [7].

В качестве инструмента прогнозирования состояния и изучения земель сельскохозяйственного назначения авторами статьи предложена структура геоинформационной системы и получены тематические карты функционального зонирования в сельском хозяйстве.

Основные элементы системы геоинформационного обеспечения для прогнозирования состояния и изучения земель сельскохозяйственного назначения, включающие в себя мониторинг, тематическое

картографирование, кадастр и землеустройство, элементы логистики, кризисный менеджмент, представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Взаимосвязь элементов посредством геоинформационной системы для прогнозирования состояния и изучения земель сельскохозяйственного назначения

Методику создания тематических карт для прогнозирования состояния и изучения земель сельскохозяйственного назначения можно представить в виде последовательно выполняемых трех этапов работ:

1. Выполнить зонирование территории по показателю финансового положения сельскохозяйственного производства

2. Выполнить зонирование территории по показателю экологического состояния, выраженного в денежном эквиваленте

3. Сопоставить карты финансового и экологического состояния и консолидировать их в интегральную цифровую карту сельскохозяйственного назначения.

На I этапе, для проведения зонирования территории по показателю финансового положения сельскохозяйственного производства, для каждого минимального объекта деления территории необходимо вычислить коэффициент финансовой устойчивости и коэффициент платежеспособности согласно классическим формулам (1) и (2) финансового анализа.

$$K_{\text{фy}} = \frac{(K_{\text{соб}} + O_{\text{бдс}})}{P_{\text{общ}}} \quad (1)$$

где $K_{\text{фy}}$ – коэффициент финансовой устойчивости;

$K_{\text{соб}}$ – собственный капитал, включающий все имеющиеся резервы сельскохозяйственной организации;

$O_{\text{бдс}}$ – долгосрочные займы и кредиты (обязательства), срок привлечения которых составляет более 1 года;

$P_{\text{общ}}$ – общая сумма пассивов.

$$K_{\text{п}} = \frac{K_{\text{соб}}}{(P_1 + P_2 + P_3)} \quad (2)$$

где $K_{\text{п}}$ – коэффициент платежеспособности;

$K_{\text{соб}}$ – собственный капитал, включающий все имеющиеся резервы сельскохозяйственной организации;

P_1 – наиболее срочные пассивы;

P_2 – краткосрочные пассивы;

P_3 – долгосрочные обязательства.

Шкалы диапазонов значений коэффициентов финансовой устойчивости и платежеспособности по группам регионов РФ представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Значения коэффициентов финансовой устойчивости и платежеспособности

Номер группы	Описание	Кфу	Кп
I	Регион, в котором расположены организации с абсолютной финансовой устойчивостью и платежеспособностью.	0,8-0,9	0,5-0,7
II	Регион, в котором большинство организации финансовой стабильно, но допускаются незначительное отставание по одному из критериев.	0,7-0,9	0,4-0,7
III	Сельскохозяйственные организации региона оцениваются как среднее, т.е. имеются организации с нормальной финансовой устойчивостью, но с низкой платежеспособность либо наоборот.	0,6-0,7	0,3-0,4
IV	Регион с организациями с неустойчивым финансовым положением, зачастую прибыль у таких организаций отсутствует или очень незначительная, но достаточная только для осуществления обязательных платежей.	0,4-0,6	0,2-0,3
V	Регион, в котором большинство хронически убыточные, неплатежеспособные организации, имеющие кризисное финансовое положение.	менее 0,4	менее 0,2

На II этапе для проведения зонирования территории по показателю экологического состояния, выраженного в денежном эквиваленте, необходимо выполнить расчет затрат на приведение земельного участка в состояние максимальной эффективности использования, как экологической составляющей для каждого объекта деления территории по формуле (3), представленной в статье [8].

$$ЭС = (N_B \times Ц_c + N_y \times Ц_y + C_{об}) \times S + \frac{y \times \Pi \times Ц \times K \times S}{\left(1 + \frac{P}{100}\right)} + Z_{об} \quad (3)$$

где ЭС – показатель экологического состояния,

N_B – рекомендуемая норма высева семян, т/га;

C_c – цена семян, руб./т;

C_y – цена удобрений, руб.;

N_y – рекомендуемая норма внесения удобрений, кг/га;

$C_{об}$ – стоимость обработки почвы, которая определяется, исходя из технологии возделывания сельскохозяйственных культур, руб/га;

S – площадь земельного участка, га;

U – средняя урожайность культуры по хозяйству за последние 5 лет, ц/га;

C – цена одного центнера продукции, руб.;

K – поправочный коэффициент, учитывающий длительность периода восстановления плодородия

P – ставка рефинансирования Центрального Банка РФ.

В основу шкалы диапазонов значений положено процентное соотношение затрат на приведение земельного участка в состояние максимальной эффективности использования и действующей кадастровой стоимости земельного участка по обобщённым группам.

Значение показателя экологического состояния представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Значение показателя экологического состояния

Номер группы	I	II	III	IV	V
Описание	минимальная степень	среднее	существенное	высокое	очень высокое
процентное соотношение	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100

На III этапе с использованием методов пространственного многофакторного анализа полученные карты финансового и экологического состояния сопоставляются и консолидируются в интегральную цифровую

карту, которая может применяться для прогнозирования состояния и изучения земель сельскохозяйственного назначения. Для решения данной задачи применены методы пространственного многофакторного анализа, а именно геообработка и растровая алгебра с использованием программного продукта ArcGIS.

3. Результаты и обсуждение.

Объектом исследования являются земельные участки сельскохозяйственного назначения на территории Новосибирской области, которые составляют 62,6% от общей площади региона и занимают 11128,5 тыс.га. Согласно официальной статистике земельные участки сельскохозяйственного назначения на территории Новосибирской области используются в основном как пашня для выращивания сельскохозяйственных культур или как пастбища для выпаса скота, остальная площадь сельскохозяйственных земель – это личные подсобные хозяйства и индивидуальное жилищное строительство, на которых имеются приусадебные участки, огороды для выращивания овощей и других культур.

Апробирование приведенной выше методики по созданию тематических карт для прогнозирования состояния и изучения земель сельскохозяйственного назначения проведено в границах 121 сельсовета центральной части Новосибирской области, в состав которых входит 64 сельскохозяйственных организации различных форм собственности.

Результаты исследований в виде составленных тематических карт представлены на рисунках 2-4.

Тематическая карта финансового положения сельскохозяйственного производства представлена на рисунке 2.

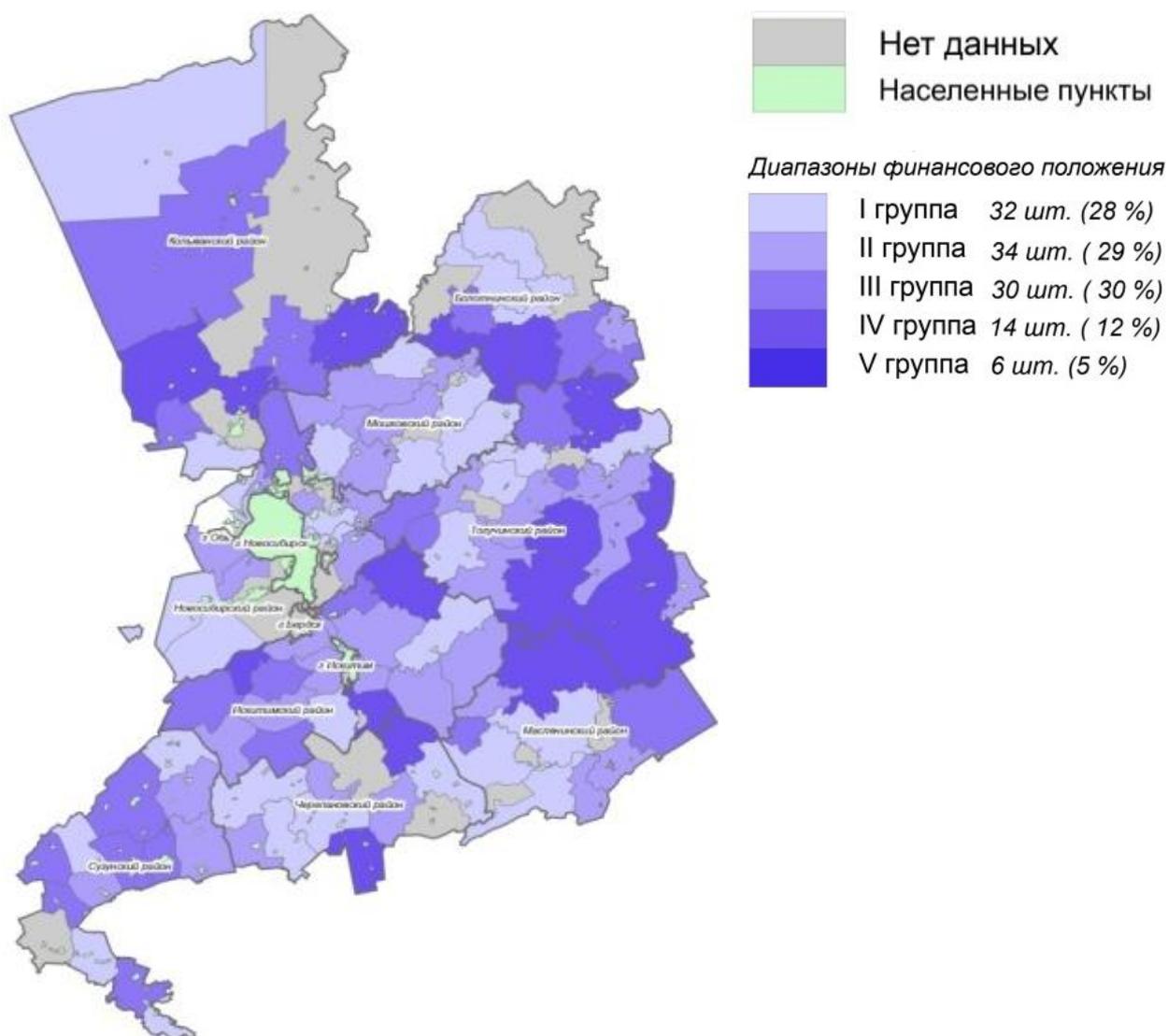


Рисунок 2 – Тематическая карта финансового положения сельскохозяйственного производства

Согласно тематической карте финансового положения сельскохозяйственного производства значение коэффициентов финансовой устойчивости и платежеспособности большая часть сельсоветов, относится к I и II группе, абсолютной и стабильной финансовой устойчивостью и платежеспособностью. На рассматриваемой территории есть 6 сельсоветов, относящихся к V группе, для которых характерно хронически убыточное состояние, неплатежеспособность, кризисное финансовое положение, которое требует незамедлительного принятия мер.

экологического состояния, процентное соотношение для которых менее 40 %. К V группе очень высокого значения не относится ни один сельсоветов, для двух соответствует высокое значение экологического состояния.

Консолидированная тематическая карта состояния земель сельскохозяйственного назначения представлена на рисунке 4.

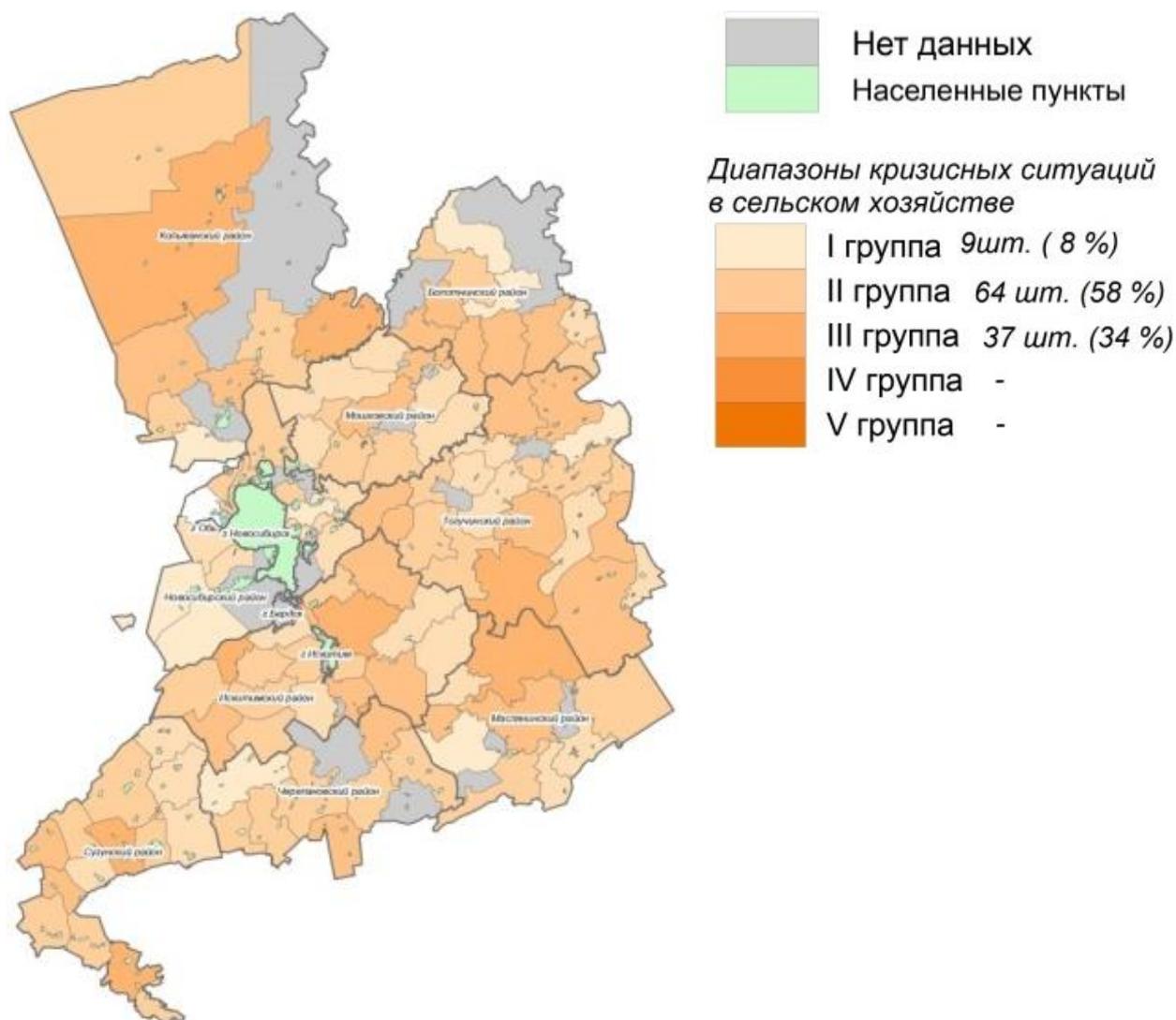


Рисунок 4 – Консолидированная тематическая карта состояния земель сельскохозяйственного назначения

Анализируя совместно три полученные тематические карты можно сказать, что наибольшая часть рассматриваемой территории, а именно 89 сельсоветов, по экологическому состоянию, относится к I и II группе,

минимальной и средней необходимости восстановления. Тематическая карта финансового положения показывает, что к I, II и III группам относятся 96 сельсоветов, которые характеризуются процентным соотношением 28%, 29% и 30%, соответственно. По консолидированной тематической карте состояния земель сельскохозяйственного назначения, можно сделать вывод, что их не наблюдается, к диапазонам IV и V не относится территория ни одного сельсовета, а основное количество находится в пределах диапазонов II и III групп, в количестве 64 и 37, соответственно, что говорит о весьма устойчивом состоянии рассматриваемой территории Новосибирской области.

Выводы.

В статье представлена методика и получены результаты тематического картографирования для прогнозирования состояния и изучения земель сельскохозяйственного назначения. Такая геоинформационная поддержка является важной составляющей для обеспечения управлением сельскохозяйственным производством, контроля рационального землепользования, соблюдения требований земельного законодательства и формирования логистических систем. Для повышения скорости внедрения подобных цифровых инновационных технологий следует проводить систематические работы по подробному картографическому описанию земель сельскохозяйственного назначения, почвенном составе угодий, агроэкологических показателях с использованием материалов дистанционного зондирования Земли.

Литература

1. Ingram J. A. Food systems approach to researching food security and its interactions with global environmental change. Food Sec. 3 (2011). <https://doi.org/10.1007/s12571-011-0149-9>
2. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство» [Текст] : официальное издание. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 48
3. GIS technologies used in zoning agricultural land for optimizing regional land use / E. Tsoraeva, S. Mezhyan, M. Kataeva [et al.] // E3S Web of

Conferences, Moscow, 25–27 ноября 2020 года. – Moscow, 2020. – P. 03001. – DOI 10.1051/e3sconf/202022403001.

4. Klerkx L., Jakku E., Labarthe P. A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda, NJAS. Wageningen Journal of Life Sciences, 90 (2019) <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100315>

5. Global trends of digitalization of agriculture as the basis of innovative development of the agro-industrial complex of Russia / O. A. Kosareva, M. N. Eliseev, V. P. Cheglov [et al.] // EurAsian Journal of BioSciences. – 2019. – Vol. 13. – No 2. – P. 1675-1681.

6. Геоинформационные проекты землеустройства сельскохозяйственных предприятий как основа цифровизации сельского хозяйства [Текст] / В. В. Вершинин, Т. Н. Ковалева, М. М. Демидова, П. П. Лебедев // Московский экономический журнал. – 2018. – № 5. – С. 8. – DOI 10.24411/2413-046X-2018-15008.

7. Ерешко Ф. И. Сквозные технологии в АПК на основе цифровых стандартов [Текст] / Ф. И. Ерешко, В. И. Меденников, В. В. Кульба // Информационное общество. – 2020. – № 3. – С. 25-33.

8. Podryadchikova E.D., Gilyova L.N. Improvement of the methods of state cadastral assessment of agricultural lands while accounting the expenses for bringing a land plot to the state of maximum use efficiency, E3S Web Conf. 244 03003 (2021) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202129603004>

References

1. Ingram J. A. (2011). Food systems approach to researching food security and its interactions with global environmental change. *Food Sec.* <https://doi.org/10.1007/s12571-011-0149-9>

2. Vedomstvennyi projekt «Tsifrovoe sel'skoe khozyaistvo»: ofitsial'noe izdanie. – M.: FGBNU «RosinformagroteKH», 2019. – p. 48.

3. GIS technologies used in zoning agricultural land for optimizing regional land use / E. Tsoraeva, S. Mezhyan, M. Kataeva [et al.] // *E3S Web of Conferences*, Moscow, 2020. – P. 03001. – DOI 10.1051/e3sconf/202022403001.

4. Klerkx L., Jakku E., Labarthe P. (2019) A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda, *NJAS. Wageningen Journal of Life Sciences*, 90 <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100315>

5. Global trends of digitalization of agriculture as the basis of innovative development of the agro-industrial complex of Russia (2019) O. A. Kosareva, M. N. Eliseev, V. P. Cheglov [et al.] // *EurAsian Journal of BioSciences*. Vol. 13. no 2. pp. 1675-1681.

6. Geoinformatsionnye proekty zemleustroistva sel'skokhozyaistvennykh predpriyatii kak osnova tsifrovizatsii sel'skogo khozyaistva [*Geoinformation projects of land management of agricultural enterprises as a basis for digitalization of agriculture*] / V. V. Vershinin, T. N. Kovaleva, M. M. Demidova, P. P. Lebedev // *Moskovskii ehkonomicheskii zhurnal*. – 2018. – № 5. – S. 8. – DOI 10.24411/2413-046X-2018-15008.

7. Ereshko F. I. (2020) Skvoznye tekhnologii v APK na osnove tsifrovyykh standartov [End-to-end technologies in agriculture based on digital standards] / F. I. Ereshko, V. I. Medennikov, V. V. Kul'ba // *Informatsionnoe obshchestvo*. no 3. – S. 25-33.

8. Podryadchikova E.D., Gilyova L.N. (2021) Improvement of the methods of state cadastral assessment of agricultural lands while accounting the expenses for bringing a land plot to the state of maximum use efficiency, *E3S Web of Conferences*, 244 03003 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202129603004>

© Е.Д. Подрядчикова, Л. Н. Гилёва, 2022. *International agricultural journal*, 2022, № 2, 671-685.

Для цитирования: Е.Д. Подрядчикова, Л. Н. Гилёва Применение геоинформационных систем для изучения и прогнозирования состояния земель сельскохозяйственного назначения//*International agricultural journal*. 2022, № 2, 671-685.