

ТЕСЛЕНОК К. С., БОГДАШКИНА О. Ф.

ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

Аннотация. Определяется необходимость географического исследования земельных ресурсов с применением геоинформационных систем (ГИС) и технологий. Разработаны принципиальные подходы к определению путей более эффективного и полного использования земельных ресурсов Мордовии, включая широкое внедрение и использование ГИС и ГИС-технологий. Выявленные негативные экологические последствия должны учитываться для оптимизации сельскохозяйственного природопользования, использования ограниченного агропотенциала территории и его охраны.

Ключевые слова: геоинформационное картографирование, геоинформационное моделирование, геоинформационные системы, геоинформационные технологии, земельные ресурсы, управление, оптимизация.

TESLENOK K. S., BOGDASHKINA O. F.

GEOGRAPHICAL STUDY OF LAND RESOURCES USING GIS TECHNOLOGIES

Abstract. The need for geographical research of land resources with the use of geoinformation systems (GIS) and technologies is determined. Principled approaches have been developed to identify ways of more efficient and full use of Mordovia's land resources, including the introduction and use of GIS and GIS technologies. The identified negative environmental consequences should be taken into account in order to optimize agricultural environmental management and to partly use and protect the agricultural potential of the territory.

Keywords: GIS mapping, geoinformation modeling, geoinformation systems, geoinformation technologies, land resources, management, optimization.

В условиях постоянно прогрессирующего современного глобального экологического кризиса, совмещающегося и совпадающего по времени с обострением проблем продовольственной безопасности Российской Федерации, для обстоятельств политических и экономических санкций ряда недружественных стран характерно некоторое падение уровня обеспечения населения продуктами питания, при одновременной деградации отдельных компонентов и даже полном уничтожении некоторых природных и природно-антропогенных геосистем и нарастающем ухудшении экологического состояния целых регионов страны. В сложившейся ситуации продолжающееся увеличение количества производимой продукции сельского хозяйства может быть достигнуто в короткие сроки только в условиях постоянного повышения энергетических затрат и ограниченных объемов ресурсов, что, в свою очередь,

вновь приводит к прогрессирующему ухудшению геоэкологического состояния и разрушению естественной ландшафтной среды.

В современных реалиях политической и экономической обстановки в Российской Федерации обеспечение продовольственной безопасности одновременно способствует решению первостепенной задачи стабилизации экономики страны. Дальнейшее развитие рыночных отношений в ее аграрном секторе должно основываться на оптимизации и рационализации использования ограниченного природно-ресурсного (и в первую очередь агресурсного) потенциала территории в различных ландшафтных условиях.

Решение возникающих при исследовании различных аспектов организации и ведения хозяйства в сельской местности региона проблем (включая геоэкологические [13]) с максимальной степенью эффективности и достоверности полученных результатов возможно лишь на основе широко применения возможностей географических информационных систем (геоинформационных систем, ГИС) и геоинформационных технологий и, в первую очередь, геоинформационного картографирования и моделирования (включая смежные технологии – глобального позиционирования, дистанционного зондирования [3; 8; 11] и др.).

Для создания в короткие сроки и последующего максимально полного использования разнообразных картографических материалов, являющихся главной составной частью геоинформационно-картографического обеспечения и пространственно-временного моделирования, оперативного реагирования на возникающие опасные последствия нерационального использования земельных ресурсов и в целях качественной их ликвидации в кратчайшие сроки, наиболее рационально создавать и использовать разного рода картографические и геоинформационные модели [1; 17; 18; 21] (включая цифровые модели рельефа разных видов и их производные [19; 20]), полученные на основе и с помощью специализированных ГИС [2; 4; 8;]. Возможности их практического использования определяются тем, что ГИС и ГИС-технологии – современное универсальное и гибкое средство решения широкого круга задач [8; 12; 22], включая оценку как современного, так и прошлого состояния геосистем и их отдельных компонентов на разных масштабных и территориальных уровня [1; 9; 14], а также мониторинга, прогнозирования и управления в самом широком смысле слова [17–19].

Целью географических исследований земельных ресурсов с применением геоинформационных систем и ГИС-технологий являлось выявление пространственно-временных закономерностей использования земельных ресурсов в сельском хозяйстве Республики Мордовия и обоснование путей совершенствования региональной системы использования земельных ресурсов. Для достижения поставленной цели в процессе исследования решались следующие задачи (применительно к региону исследования):

изучение методологических аспектов исследования земельных ресурсов; исследование особенностей сельскохозяйственного использования земель; анализ возможностей использования геоинформационных технологий в исследовании земельных ресурсов; обоснование перспектив сельскохозяйственного землепользования; разработка рекомендаций по повышению эффективности использования земельных ресурсов на основе различных модельных сценариев дальнейшего развития.

Объектом научного исследования являлись территориальные системы сельского хозяйства Республики Мордовия. Теоретической и методологической основой при этом стал системный подход к изучению использования земельных ресурсов и соответствующие труды отечественных и зарубежных ученых. Они посвящены преимущественно исследованию взаимодействия природных и природно-антропогенных сельскохозяйственных (агроландшафтных) геосистем, территориальной организации сельскохозяйственного производства, оценке природного агропотенциала территории.

Необходимость географического исследования земельных ресурсов с применением ГИС и ГИС-технологий и проведения подобного рода других, обусловлена тем, что в условиях современного экологического кризиса по-прежнему прогрессирующе снижается уровень продуктивности агрогеосистем и, соответственно, – степень обеспечения населения отдельных регионов и страны в целом продуктами питания, при одновременной повсеместной деградации (вплоть до полной) природных и природно-антропогенных геосистем [1; 2; 7; 10].

Земельный фонд Мордовии в 2019 г. составил 2 612,8 тыс. га, с количественным преобладанием в его структуре доли земель сельскохозяйственного назначения, площадь которых составляет 1 664,5 тыс. га (63,8%) [5; 7; 15]. Анализ сведений органов власти и предприятий муниципального уровня о текущем состоянии и использовании сельскохозяйственных земель показывает, что почти повсеместно на территории Мордовии не только сохраняется, но и в ряде районов усиливаются тенденции активной деградации земельных ресурсов [10; 17; 19]. Они, в свою очередь, напрямую влияют на отдельные показатели и общий уровень биологической и хозяйственной продуктивности агроландшафтов и земель в целом, и вызывают расширение площади, занятой ареалами проблемных и кризисных экологических ситуаций.

Антропогенные воздействия на почвы и земельные ресурсы геосистем региона непрерывно и возрастают, и интенсифицируются, приводя, в итоге, к последующим негативным проявлениям. Главными их признаками являются, прежде всего, дальнейшее развитие и усиление процессов водной и ветровой эрозии почв, подтопление и затопление земель сельскохозяйственного назначения, физическое и химическое загрязнение почв, прямое и косвенное разрушение и даже полное уничтожение почвенного и растительного

покрова, изменение местного и микроклимата. Говоря о проблеме химического загрязнения почв, необходимо отметить, что его уровень хотя и снижается, но по-прежнему еще продолжает оставаться значительным повсеместно, но в первую очередь – в коллективных хозяйствах.

К числу наиболее неблагоприятных факторов, влияющих на качество почв и земельных ресурсов, необходимо отнести эрозию почв. Более половины почв Мордовии относятся к типам серых лесных и дерново-подзолистых, обладающих слабой эрозионной устойчивостью, причем около половины площади пашни расположены на склонах крутизной от 2 до 4°. Значительное развитие эрозионных процессов присуще южной части центрального сектора территории республики и, особенно, ее восточным районам (см. рис.), характеризующимся распространением черноземных и серых лесных почв.

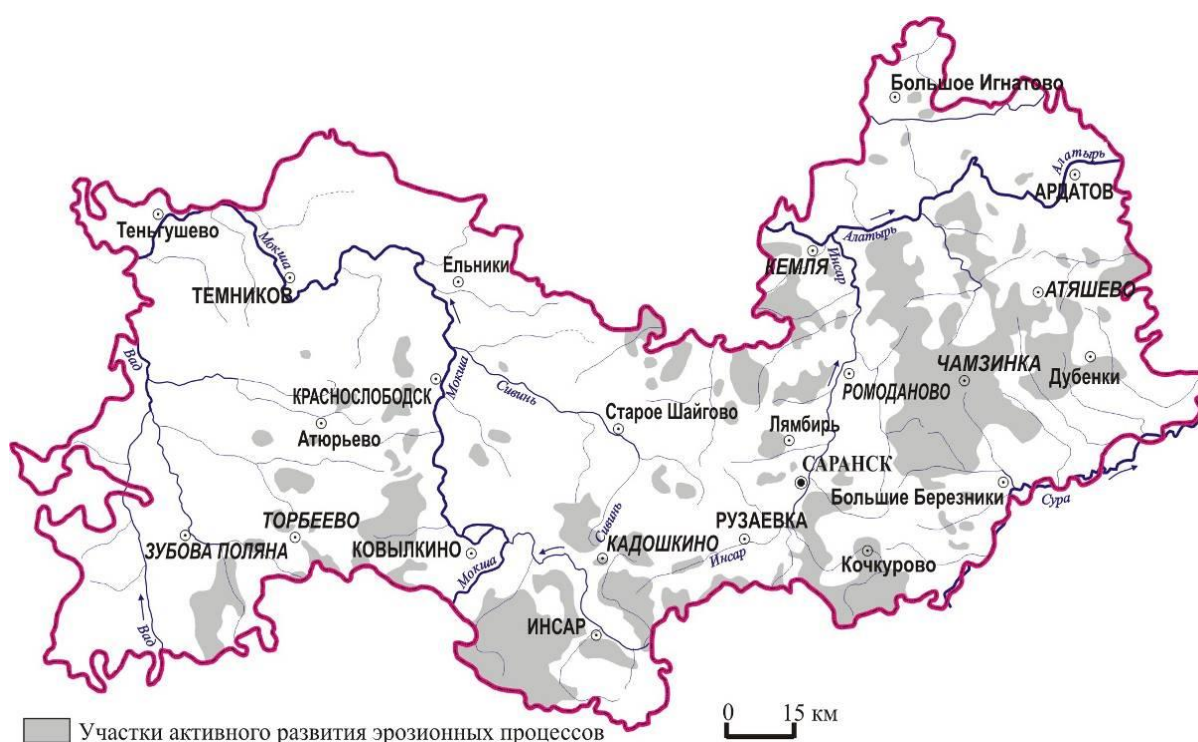


Рис. Районы распространения и активного развития эрозионных процессов на территории Республики Мордовия [6].

Площади сельскохозяйственных угодий Мордовии, принадлежащих к группе эрозионно-опасных, достигают 1,3 тыс. га, из которых в разной степени эродированы более 308 тыс. га (около 20%) [15]. Результаты проведенного картометрического анализа, выполненного с использованием средств ГИС-технологий, выявляют приуроченность больших массивов подобных земель к территориям Атяшевского, Большеберезниковского, Инсарского, Ичалковского, Ковылкинского, Ромодановского, Чамзинского районов [1; 5; 15].

Анализ учетных данных показывает, что почти 10 тыс. га сельскохозяйственных угодий

(0,6% их общей площади) отнесены к землям, в той или иной степени подверженным воздействию процессов водной и ветровой эрозии. Ими охвачено почти 6 тыс. га пашни, 0,2 тыс. га сенокосов, 3,6 тыс. га пастбищ [15]. При этом площадь дефляционно-опасных земель, подверженным воздействию процессов ветровой эрозии, превышает 104 тыс. га (6,7% сельскохозяйственных угодий), из которых дефлировано почти 57 тыс. га (3,7%), включая 36,7 тыс. га пашни (3,6%) [15].

Ряд районов республики характеризуется доминированием в структуре почвенного покрова типов и подтипов зональных серых лесных и дерново-подзолистых почв и их разновидностей. Бесконтрольное нерациональное использование земельных ресурсов с подобными почвами и иные негативные антропогенные воздействия (нередко связанные, наряду с элементарной бесхозяйственностью, с полным отсутствием финансирования работ по разработке и практической реализации мероприятий, направленных на охрану и рациональное использование земель, или недостаточными его размерами, с сокращением числа и объемов мероприятий по мелиорации и улучшению культур-технического состояния угодий и несвоевременным их проведением и др.) привели к снижению естественного плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения, достигшего в ряде случаев критического уровня. Для районов с преобладанием черноземных почв отмечаются и процессы снижения их естественного плодородия.

Актуальной проблемой использования земельных ресурсов в республике на протяжении многих лет остается стихийное облесение – самопроизвольное зарастание ранее активно использовавшихся и продуктивных в прошлом сельскохозяйственных угодий древесной растительностью, представленной кустарниками и мелколесьем [3; 9; 11]. Влияние указанных выше негативных факторов (а так же в значительной степени невостребованность низкопродуктивной пашни, при этом зачастую значительно удаленной от хозяйственных центров [19]) приводит к образованию истощенных земель, которые вследствие этого в ряде районов забрасываются, и площадь необрабатываемой только по этой причине пашни достигала 50 тыс. га. Общая площадь заросших и закустаренных кормовых угодий в республике на начало 2019 г. приближалась к 11 тыс. га (2,3 %) [15]. Дополнительно необходимо указать и на более чем 161 тыс. га сбитых земель сенокосов и пастбищ (до 35 % общей площади кормовых угодий), находившихся в сельскохозяйственном обороте. Велика и площадь залежных земель, достигшая в 2019 г. почти 54 тыс. га. [15].

Крупные искусственные водоемы, влияющие в значительной степени на подтопление прилегающих территорий, в республике отсутствуют. Имеющаяся сеть прудов и малых водохранилищ, используемых для целей орошения и рыбозаведения, существенного влияния на процессы подтопления сельскохозяйственных угодий не оказывает. Эти процессы

наблюдаются, чаще всего, в период весеннего снеготаяния, когда из-за допущенных при проектировании и строительстве автомобильных дорог технических просчетов совсем отсутствуют или не имеется достаточного числа водопропускных труб вдоль дорожного полотна, что приводит к скоплениям и застаиванию талых снеговых вод [8; 12; 14], приводящим к ежегодному ущербу посевам сельскохозяйственных культур на площади до 200 га [16]. По данным за предыдущие годы, в республике более 141 тыс. га сельскохозяйственных угодий (9,0%) являются избыточно увлажненными, из них 101 тыс. га (6,4%) приходится на кормовые угодья и почти 40 тыс. га – на пашню (2,5%). Ежегодно на территориях сельскохозяйственных земель площадью от 1 тыс. до 1,5 тыс. га выполняются работы по их осушению [15]. Тем не менее, параллельно с этим, в последние годы выявлена тенденция поднятия уровня грунтовых вод на сельскохозяйственных угодьях таких муниципальных районов, как Ардатовский, Zubovo-Полянский, Ромодановский и ряда других. В результате происходят значительные изменения: как отдельных компонентов (прежде всего сукцессионные смены растительного покрова), так и ландшафта в целом, приводящие сельскохозяйственные земли в непригодное для основного использования состояние, а отдельные участки пашни в весенний период – в недоступные для обработки не только колесной, но даже и гусеничной сельскохозяйственной техникой.

На территории Мордовии, по данным государственного учета земель, в 2019 г. имелось порядка 77 тыс. га мелиорируемых угодий (из них 32 тыс. га осушенных и 45 тыс. га – орошаемых) [15]. Мелиорируемые земли нуждаются в постоянном поддержании их нормального функционирования: в организации и осуществлении дополнительных мероприятий по переустройству и восстановлению сетей осушения и орошения, регулированию водоисточников, капитальному ремонту магистральных и проводных каналов и сооружений и др. [1; 8]. Именно по этой причине, а так же из-за высоких цен на энергоносители, существенного износа оборудования и разукрупнения сетей, большое число предприятий сельскохозяйственного профиля не используют возможности орошения, а такие земли фактически являются богарными.

В контексте рационального использования земельных ресурсов необходимо отметить и такой крайне негативный момент: в последние годы в регионе из-за отсутствия централизованных проектов и финансирования практически полностью свернута деятельность по целевому мониторингу земель сельскохозяйственного назначения, их почвенному и геоботаническому обследованию. Именно по этой причине отсутствие необходимых данных (включая геопространственные) существенно затрудняет, а в ряде случаев делает невозможным составление и последующую реализацию проектов системы мелиоративных мероприятий по улучшению земель.

Указанные негативные тенденции увеличения площадей и доли земель с признаками деградации разной степени подтверждают вывод о том, что проводимые мероприятия по предотвращению негативных процессов недостаточны и в целом неадекватны степени и размерам их проявления.

В таких условиях, дальнейшее развитие рыночных отношений в аграрном секторе Российской Федерации в целом, и Республики Мордовия – в частности, должно основываться на оптимизации и рационализации использования природно-ресурсного потенциала в различных ландшафтных условиях. Достигнута эта цель может быть на основе комплексного экономико-географического и геоинформационно-картографического подхода к изучению земельных ресурсов на уровне отдельных регионов, с акцентом на факторы эффективности использования земель, учетом территориальной дифференциации их использования, с разработкой основных направлений совершенствования эффективности использования земельных ресурсов в региональном аспекте.

Решение основных задач было основано на применении картографического, историко-географического, сравнительно-географического методов анализа, типологии и районирования, с широким применением ГИС, геоинформационных и смежных технологий, статистических методов обработки информации, а также статистико-математического и геоинформационного моделирования. При этом особое внимание уделялось факторам эффективности использования земель, влияния на особенности территориальной дифференциации их использования.

Практическая значимость результатов исследования состоит в том, что разработанные принципиальные подходы к определению путей более эффективного и наиболее полного использования земельных ресурсов на базе ГИС, геоинформационных и смежных технологий имеют важное значение для управления и оптимизации отраслевой структуры сельскохозяйственного производства. Наиболее важные экологические аспекты результатов исследования могут быть использованы для оптимизации и рационализации сельскохозяйственного природопользования на региональном уровне и проектирования, организации и практической реализации проектов охраны земельных ресурсов и органического сельского хозяйства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байчурин М. Р., Кустов М. В., Масляев В. Н., Тесленок С. А. Геоэкологическая типология земель агроландшафтов Мордовии с использованием ГИС-технологий // Астраханский вестник экологического образования. – 2022. – № 1 (67). – С. 4–14.
2. Беляева А. В., Тесленок С. А., Печнов В. И. Опыт и перспективы использования новых

- технологий в управлении агропромышленным комплексом Республики Мордовия [Электронный ресурс] // Успехи современного естествознания. – 2021. – № 2. – С. 76-81. – Режим доступа: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=37577> (дата обращения: 18.11.2022).
3. Вдовин Е. С., Каверин А. В., Стволкова Е. Н. Сравнительная оценка лесистости на территориях республик Мордовия и Марий-Эл по результатам классификации спутниковых снимков LANDSAT // Материалы Международ. конф. «ИнтерКарто. ИнтерГИС». – 2015. – Т. 21. – Ч. 1. – С. 433–439.
4. Геоинформационные системы в сельском хозяйстве [Электронный ресурс] // Esri CIS ESRI-CIS Блоги. – Режим доступа: <https://blogs.esri-cis.com/2018/08/09/gis-for-agriculture/> (дата обращения: 18.11.2022).
5. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2019 году» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://2019.ecology-gosdoklad.ru/> (дата обращения: 18.11.2022).
6. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и охране окружающей среды Республики Мордовия в 2005 году. – Саранск, 2006. – 136 с.
7. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и охране окружающей среды Республики Мордовия в 2019 году [Электронный ресурс] // Официальный портал органов государственной власти Республики Мордовия. – Режим доступа: <https://www.e-mordovia.ru/upload/iblock/de6/gosudarstvennyy-doklad-o-sostoyanii-i-ob-okhrane-okruzhayushchey-sredy-v-respublike-mordoviya-v-2019-godu.docx> (дата обращения: 18.11.2022).
8. Дмитриев П. С., Жумагулов Ж., Тесленок С. А., Фомин И. А., Шурр А. В. Прогноз затопления территории при разноуровневом подъеме паводковых вод посредством ГИС-технологий [Электронный ресурс] // Огарев-online. – 2019. – № 3. – Режим доступа: <http://journal.mrsu.ru/arts/prognoz-zatopleniya-territorii-priraznourovnevompodeme-ravodkovyx-vod-posredstvom-gis-texnologij> (дата обращения: 18.11.2022).
9. Замкина И. А., Тесленок С. А., Тесленок К. С. Оценка результатов геоинформационно-картометрического анализа лесной площади Республики Мордовия // Материалы Междунар. конф. «ИнтерКарто. ИнтерГИС». – 2018. – Т. 24. – Ч. 1. – С. 394–404.
10. Ильина И. С. Экологические аспекты сельскохозяйственного использования земель Республики Мордовия // Вестник Чувашск. ун-та. – 2006. – № 7. – С. 360–367.
11. Каверин А. В., Вдовин Е. С., Василькина Д. Н., Левашкина О. М. Анализ взаимосвязи почвенных условий и характера стихийного облесения земель сельскохозяйственного назначения на территории Республики Мордовия с использованием спутниковых

снимков LANDSAT // Материалы Международ. конф. «ИнтерКарто. ИнтерГИС». – 2016. – Т. 22. – Ч. 2. – С. 103–112.

12. Калинин В. Г., Пьянков С. В. Некоторые аспекты применения геоинформационных технологий в гидрологии // Метеорология и гидрология. – 2000. – № 2. – С. 56–59.

13. Кустов М. В., Кирюшин А. В. Особенности применения геоинформационных технологий в исследовании экологических аспектов сельской местности // Материалы международ. науч. конф. «Социально-экономические и экологические проблемы развития сельской местности» (Саранск, 02-05 окт. 2000 г.). – Саранск, 2000. – С. 42–44.

14. Муштайкин А. П., Тесленок С. А., Маскайкин В. Н. Применение ГИС-технологий для моделирования зон затопления при недостатке или отсутствии гидрологической информации [Электронный ресурс] // Современные проблемы территориального развития: электрон. журн. – 2019. – № 4. – Режим доступа: <https://terjournal.ru/wp-content/uploads/2019/12/ID101.pdf> (дата обращения: 18.11.2022).

15. Региональный доклад о состоянии и использовании земель Республики Мордовия в 2018 году [Электронный ресурс] // Управление Федерального агентства объектов недвижимости по Республике Мордовия. – Режим доступа: <https://rosreestr.gov.ru/upload/to/respublika-mordoviya/statistika-i-analitika/regionalnyi-doklad/%D0%A0%D0%B5%D0%B3.%20%D0%B4%D0%BE%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4%20%D0%B2%202018%20%D0%B3.doc?ysclid=lcaja3fre9145510851>. (дата обращения: 18.11.2022).

16. Стульцева Н. Н., Тесленок С. А., Фомина О. А. Оценка ущерба от опасных гидрометеорологических явлений на территории Республики Мордовия [Электронный ресурс] // Огарев-online. – 2021. – № 10. – Режим доступа: <https://journal.mrsu.ru/arts/ocenka-ushherba-nanosimogo-opasnymigidrometeorologicheskimi-yavleniyami-na-territorii-respubliki-mordoviya> (дата обращения: 18.11.2022).

17. Тесленок К. С. Геоинформационное картографирование и моделирование в управлении земельными ресурсами Республики Мордовия // Проблемы прогнозирования и государственного регулирования социально-экономического развития: материалы XV междунар. науч. конф. (Минск, 23-24 окт. 2014 г.): в 3 т. Минск, 2014. – Т. 3. – С. 264–266.

18. Тесленок К. С. Геоинформационные технологии в изучении земельных ресурсов Республики Мордовия [Электронный ресурс] // Научное обозрение: электрон. журн. – 2016. – № 2. – Режим доступа: <https://srjournal.ru/2016/id19> (дата обращения: 18.11.2022).

19. Тесленок К. С., Муштайкин А. П., Тесленок С. А. Изучение особенностей сельскохозяйственных угодий с использованием цифровых моделей рельефа //

ИнтерКарто. ИнтерГИС. Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий: Материалы Междунар. конф. – 2020 – Т. 26 – Ч. 3 – С. 221–228. DOI: 10.35595/2414-9179-2020-3-26-221-228.

20. Тесленок С. А., Манухов В. Ф., Тесленок К. С. Цифровое моделирование рельефа Республики Мордовия // Геодезия и картография. – 2019. – Т. 80. – № 7. – С. 30–38. DOI: 10.22389/0016-7126-2019-949-7-30-38.

21. Chelaru D., Ursu A., Mihai F. C. The analysis of agricultural landscape change using GIS techniques // *Lucrări tiinifice Seria Agronomie, Case study*. – 2011. – Vol. 54, No. 1. – P. 73–76.

22. Hubert B. Wert der Geo-Information fuer Versicherungen // *Geographic Information System*. – 2000. – No. 13 (3). – P. 13–15.