

УДК: 528.46

DOI: 10.35595/2414-9179-2021-4-27-47-56

Е.В. Денисова<sup>1</sup>

## КАРТОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОМПОНЕНТОВ АГРОЛАНДШАФТА ПРИ ФОРМИРОВАНИИ УСТОЙЧИВОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

### АННОТАЦИЯ

Современные геоинформационные исследования структурных компонентов агроландшафта позволяют в кратчайшие сроки оценить состояние, степень сохранности и влияние отдельных его элементов на окружающую среду, и устойчивость каждого землепользования. Сохранение качественного состояния земельных ресурсов является важнейшей задачей для сельскохозяйственного производства и социально-экономического развития региона. Картографирование тестового полигона «Водосбор р. Касарка» дало возможность определить агроландшафт как типичный, площадью 78,55 тыс. га, с преобладанием пашни – 60,3 %, лесных массивов – 11,3 % и защитных лесных полос искусственного происхождения – 3,6 %. Остальная площадь – 19,39 тыс. га занята сенокосными и пастбищными угодьями, землями населенных пунктов, дорогами и полосами отвода. Особенности рельефа является перепад высот – 86 м и максимальный угол склона – 7,5°. Обследовано 456 участков пашни, система защитных лесных насаждений включает в себя 581 лесную полосу и 21 массив лесных насаждений, общей площадью 11,75 тыс. га. 74,3 % лесных полос и массивов деградировано, доля выпавших лесополос составила 34,3 %, эффективность защитного действия лесных насаждений всего 67 %, и это не обеспечивает целостность агроландшафта. Определена зависимость угла склона (X) на величину потенциального смыва (M), позволившая рассчитать смыв почвы по каждому участку пашни, который варьируется от 4,8 т/га до 34,7 т/га. Общий смыв почвы при максимальных значениях углах склона тестового полигона составит 823750,3 тонн. По отдельным тестовым участкам пашни разброс расчетной величины среднего смыва питательных веществ также значителен от 3,1 т (тестовый участок П67, площадь 0,943 га), до 1655,5 т (тестовый участок Н142, площадь 296,86 га).

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** агроландшафт, геоинформационное картографирование, лесные угодья, смыв, эрозия.

Elena V. Denisova<sup>2</sup>

## CARTOGRAPHIC ANALYSIS OF THE COMPONENTS OF THE AGRICULTURAL LANDSCAPE IN THE FORMATION OF SUSTAINABLE LAND MANAGEMENT IN THE CONTEXT OF LAND DEGRADATION VOLGOGRAD REGION

### ABSTRACT

Modern geoinformation studies of the structural components of the agricultural landscape allow us to quickly assess the state, the degree of preservation and the impact of its individual

<sup>1</sup> Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук, ФНЦ «Агроэкологии РАН», пр. Университетский, д. 97, 400062, Волгоград, Россия, *e-mail*: [denisov.00@mail.ru](mailto:denisov.00@mail.ru)

<sup>2</sup> Federal Scientific Center of Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences, FSC of «Agroecology RAS», 400062, Russia, Volgograd, University ave, 97, *e-mail*: [denisov.00@mail.ru](mailto:denisov.00@mail.ru)

elements on the environment, and the sustainability of each land use. The preservation of the quality of land resources is the most important task for agricultural production and socio-economic development of the region. Mapping of the test site "Catchment area of the Kasarka River" made it possible to determine the agricultural landscape as a typical one, with an area of 78,55 thousand square meters. ha, with a predominance of arable land-60,3 %, woodlands – 11,3 % and protective forest strips of artificial origin – 3,6 %. The remaining area – 19,39 thousand hectares-is occupied by hayfields and pastures, lands of settlements, roads and allotments. The terrain features a height difference of 86 m and a maximum slope angle of 7,50 m. 456 plots of arable land were surveyed, the system of protective forest stands includes 581 forest strips and 21 forest stands, with a total area of 11,75 thousand hectares. 74,3 % of forest strips and massifs are degraded, the share of fallen forest belts was 34,3 %, the effectiveness of the protective action of forest stands is only 67 %, and this does not ensure the integrity of the agricultural landscape. The dependence of the slope angle (X) on the value of the potential washout (M) was determined, which made it possible to calculate the soil washout for each plot of arable land, which varies from 4,8 t/ha to 34,7 t/ha. The total flushing of the soil at the maximum values of the slope angles of the test site will be 823750,3 tons. For individual test plots of arable land, the spread of the calculated value of the average nutrient flushing is also significant from 3.1 t (test plot P67, area 0,943 ha), to 1655,5 t (test plot H142, area 296,86 ha).

**KEYWORDS:** agrolandscape, geoinformation mapping, forest land, washout, erosion.

## ВВЕДЕНИЕ

Земельные ресурсы Волгоградской области отражают собой все многообразие и богатство данного региона. Область уникальна тем, что на ее территории протекают две великих реки Европы – Дон и Волга, на ее равнинных пространствах сконцентрировано множество биогеографических границ, отмечена контрастность ландшафтов, представлен целый ряд уникальных природных объектов и их высочайшее разнообразие. Особое значение имеет Волгоградская область и для сохранения степных биоконплексов, поскольку здесь располагаются крупнейшие в Европейской России массивы нераспаханных сухих и опустыненных степей.

Почвенно-климатические условия Волгоградской области переходят от степной зоны черноземных почв до полупустынной зоны светло-каштановых почв, что предполагает наличие большого комплекса агроландшафтов. Структурные компоненты агроландшафта – его природные составляющие: почва, рельеф, воздух, вода, растительный, животный мир, каждый из них, является незаменимым для функционирования любого, отдельного взятого компонента [Денисова, 2021].

В проведенных исследованиях агроландшафтным комплексом выступает тестовый полигон «Водосборная площадь р. Касарка», ограниченная водоразделами, в пределах двух административных районов Волгоградской области – Урюпинского и Новониколаевского. Каждый из этих районов характеризуется высокой степенью антропогенной нагрузки, в виду чрезмерной распаханности и сельскохозяйственной освоенности территории.

Антропогенное воздействие приводит к изменению агроландшафта, как отдельных его частей, так и в целом, потере площадей защитных лесных насаждений, обеднению почвенных ресурсов. Вследствие необеспеченности и потери существующих защитных лесных насаждений происходит смыв почвы с водосборной площади, что приводит к зарастанию русел малых рек, иссушению и полному переносу русел.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Методика исследования влияния структуры агроландшафта черноземных почв основана на методах аэрокосмических исследований в сочетании с геоинформационными технологиями и компьютерным моделированием. Данная методика позволяет своевременно и точно определить структуру агроландшафта, его компоненты, состояние каждого из них, выявлять наиболее уязвимые территории, составлять карты текущего и прогнозного состояния агроландшафта и на их основе осуществлять мероприятия по защите и сохранению природных экосистем.

Исключительное значение для исследования содержат геоинформационные методы, дающие представление о процессах протекания смыва плодородного слоя, скорости зарастания и заиления русла, а также составления прогнозных мероприятий [Сидорчук, 1995].

Изучение агроландшафтов проводилось с использованием аэро-и космосъемок и основано на результатах геоморфологического, геоботанического, почвенно-мелиоративного, эрозионного и других обследований [Кулик, 2010; Мельникова, 2010].

Для выявления состояния изучаемого агроландшафта использовались геоинформационные и локальные источники данных, включая растровые изображения на космоснимках с разрешением от 0,4 до 10,0 м. Электронная обзорная космокарта отражает общее состояние агроландшафта, а также определяет положение объектов мониторинга. Карта создается на основе цифровой топографической модели по космоснимкам в среде ГИС в виде тематических картографических и атрибутивных слоев (в программах MapInfo, GlobalMapper и др.). Космоснимки трансформируются с использованием файлов привязки к географическим координатам таким образом, чтобы координаты контрольных объектов на снимке и топографической основе совпадали. После чего проводится контрольное сравнение совпадения объектов на снимке и топографической карте и сверка их координат с координатами на топографической основе [Amin, 2012].

Для проведения границ использована достоверная информация (с топографической карты), которая переносится на тематический слой границы путем проведения полилиний по контрольным точкам или наложением растровой информации на существующий слой.

Источниками данных дистанционного зондирования для анализа ландшафтов являлись мультиспектральные снимки, получаемые со спутников Ресурс П, Канопус, Worldview 3, Sentinel 2, Landsat-8 и др. и данные глобальных цифровых моделей рельефа [Erol, 2005].

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Волгоградская область по наличию и использованию земельных ресурсов занимает ведущие позиции, обладая 11287,0 тыс. га, из которых 9451,2 тыс. га закреплено за землепользователями, входящими в состав АПК.

Значительная доля земель сельскохозяйственного назначения – 82 %, большая концентрация землевладельцев и землепользователей предполагает и высокую степень антропогенного воздействия на эту категорию земель, которая приводит к деградации и разрушению почвенного плодородия [Казанков, 2010].

Земельные ресурсы – это не только социально-экономическая платформа для удовлетворения потребностей населения, но и экологический потенциал развития территории, агроландшафт, неразрывно связывающий между собой ряд компонентов: природный слой атмосферы, почву, водные и растительные ресурсы.

За последние 15 лет увеличивается площадь земель сельскохозяйственного назначения, входят в оборот земли лесного фонда и перевелись из одной категории в другую земли запаса.

К настоящему времени территории пашни уменьшается, а растет площадь залежных земель. Почти в 2 раза – на 2139 га за последнее десятилетие увеличилась территория залежи. Так же существенно изменилась площадь под пастбищами. Она возросла на 7,6 %, т. е. на 662,6 тыс. га.

О высоком уровне использования сельскохозяйственных угодий свидетельствует наличие пашни (66,9 %), кормовую базу обеспечивают пастбища – 30,6 %. Остальное соотношение угодий не обеспечивает полноценной структуры и оптимального соотношения.

Наибольшее количество пашни находится в Палласовском, Старополтавском, Михайловском, Октябрьском, Урюпинском, Калачевском, Николаевском муниципальных районах области (табл. 1).

*Табл. 1. Удельный вес пахотных угодий по административным районам черноземной зоны Волгоградской области [Воробьев, 2006]*

*Table 1. Specific weight of arable land by administrative districts of the chernozem zone of the Volgograd region [Vorob'ev, 2006]*

Наименование административных районов	Общая площадь, га	Сельскохозяйственные угодья		Удельный вес пашни, %
		всего	пашня	
Еланский	267208,0	243561,0	199920,0	82,1
Кумылженский	295775,0	207854,0	132145,0	63,6
Михайловский	362459,0	298192,0	228854,0	76,7
Нехаевский	218254,0	185351,0	138484,0	74,7
Новоаннинский	308120,0	271629,0	218719,0	80,5
Новониколаевский	236330,0	217694,0	171809,0	78,9
Урюпинский	345963,0	283980,0	212135,0	74,7
Всего	1767909,0	1708261,0	1302066,0	

Сельскохозяйственные угодья черноземной зоны являются наиболее значимыми для всей области в целом. Это самые плодородные угодья, с высоким почвенным потенциалом, средний балл бонитета которых 85.

Почвенное плодородие влияет на продуктивность сельскохозяйственных угодий, учитывается при проведении кадастровой оценки, т. е. формирует агропромышленный и экологический каркас региона, что в современных рыночных условиях является первостепенным

По результатам изученности земель установлено, что на территории Волгоградской области имеются следующие негативные процессы:

- водная эрозия – 2220,5 тыс. га;
- ветровая эрозия – 87,33 тыс. га;
- подтопление и переувлажнение – 205,22 тыс. га;
- засоление – 1436,38 тыс. га;
- нарушение – 3,0 тыс. га;
- прочие – 3759,8 тыс. га.

Государственный мониторинг земель является частью государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды) и представляет собой систему наблюдений, оценки и прогнозирования, направленных на получение достоверной информации о состоянии земель, об их количественных и

качественных характеристиках, их использовании и о состоянии плодородия почв [Хлыстун, 2019; Volkov, 2017].

В 2015 году подведомственными организациями Министерства сельского хозяйства Российской Федерации за счет различных источников финансирования проводились работы по агрохимическому и эколого-токсикологическому обследованию земель сельскохозяйственного назначения Волгоградской области.

На территории Волгоградской области работают 3 станции агрохимической службы: ФГБУ «Центр агрохимической службы «Волгоградский», ФГБУ «Станция агрохимической службы «Михайловская» и ФГБУ «Станция агрохимической службы «Камышинская».

ФГБУ «Станция агрохимической службы «Михайловская» проведено агрохимическое обследование на площади 204,2 тыс. га, из них на территории:

- Еланского района – 75,0 тыс. га;
- Киквидзенского района – 97,0 тыс. га;
- Алексеевского района – 2,9 тыс. га;
- Кумылженского района – 0,9 тыс. га;
- Новоаннинского района – 1,0 тыс. га;
- Новониколаевского района – 2,0 тыс. га;
- Серафимовичского района – 4,4 тыс. га;
- Урюпинского района – 4,0 тыс. га;
- Жирновского района – 17,0 тыс. га.

В результате проведенных агрохимических обследований определено, что на территории Урюпинского района средневзвешенное значение подвижного фосфора составляет 35,5 мг/кг, обменного калия – 319,5 мг/кг, средневзвешенное значение гумуса на черноземах южных – 4,5 %, а на черноземах обыкновенных – 6,5 %.

Картографирование элементов агроландшафта было осуществлено на примере тестового полигона «Водосбор р. Касарка». Данный полигон в геоморфологическом отношении согласно природно-сельскохозяйственному районированию относится к степной зоне, Южнорусской провинции, северному обыкновенно – и южно-черноземному району, среднеобеспеченному теплом, полужасушливому, средней биологической продуктивности.

Территория района расположена по обе стороны р. Хопер, правобережная его часть занимает Калачскую возвышенность, левобережная – Хоперско-Бузулукскую равнину. Почвенный покров представлен черноземами обыкновенными и южными, на склонах смытыми и в комплексе с солонцами черноземными, сильно гумусированные. Механический состав почв разнообразный, от глинистого до песчаного.

Для проведения исследования была создана космокарта водосбора р. Касарка», которая отражает реальные размеры и положение объектов в исследуемом агроландшафте, и позволяет оценить все его компоненты на момент съемки. Полевые и камеральные исследования проводились для определения структурных элементов агроландшафта, их состояния, степени поражения и деградации [Lidin, 2018; Papaskiri, 2019; Pernar, 2003; Rawat, 2015; Roy, 2014].

Агроландшафт на изучаемом полигоне является типичным, с преобладанием сельскохозяйственных угодий, лесов и защитных лесных насаждений, поэтому космоснимок используется для выделения в нем различных контуров земель с учетом их предназначения.

Тестовый полигон «Водосбор р. Касарка» представляет собой овражно-балочный водосбор, общей площадью 78,55 тыс. га, из которых площадь пашни – 47,41 тыс. га (60,3 %), лесополосы искусственного происхождения расположены на площади 2,85 тыс.

га (3,6 %), лесные массивы занимают 8,9 тыс. га (11,3 %). Остальная площадь – 19,39 тыс. га занята сенокосными и пастбищными угодьями, землями населенных пунктов, дорогами и полосами отвода (рис. 1).



**H97** Границы используемых участков пашни

*Рис. 1. Космокарта участков пашни, полигон «Водосбор р. Касарка»*

*Fig. 1. Space map of arable land plots, polygon "Kasarka River catchment area"*

Исследования дали возможность выявить особенности рельефа, как полигона в целом, так и отдельных участков, и определить, что перепад высот составляет 86 м, максимальный угол равен  $7,5^\circ$ , средняя высота – 126,095 м, средний уклон склона –  $1,01^\circ$ .

Всего обследовано 456 участков пашни, площадь минимального участка 0,92 га, максимальная 603,3 га, средняя площадь пашни составляет 104,0 га, средняя длина склона по всему водосбору составляет около 1 км.

Склоны исследуемого водосбора характеризуются как:

- очень пологие (крутизной менее  $3^\circ$ ) – 81,6 %;
- пологие (крутизна  $3-5^\circ$ ) – 18,2 %;
- слабопокатые (крутизна  $5-10^\circ$ ) – 0,2 %.

Система защитных лесных насаждений на тестовом полигоне «Водосбор р. Касарка» включает в себя 581 лесную полосу и 21 массивов лесных насаждений, общей площадью 11,75 тыс. га или 14,9 % всей площади водосбора, минимальная высота – 88 м, максимальная – 159 м, средний уклон склона –  $1,03^\circ$  (рис. 2).

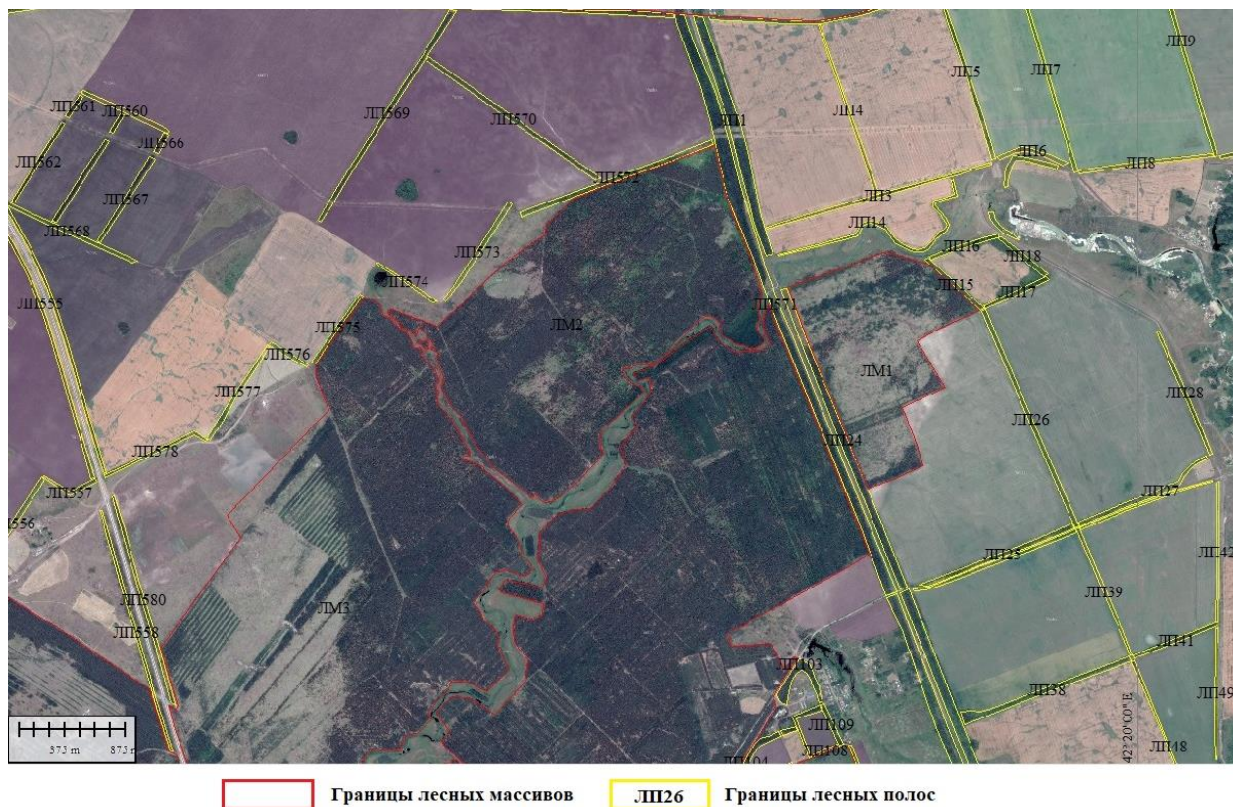


Рис. 2. Космокарта комплекса лесных насаждений, полигон «Водосбор р. Касарка»  
 Fig. 2. Space map of the forest plantings complex, polygon "Kasarka River catchment area"

## ВЫВОДЫ

Весомым антропогенным фактором воздействия на агроландшафт, является интенсификация сельского хозяйства, при которой теряются площади защитных лесных насаждений. На исследуемом полигоне можно отметить общую низкую сохранность лесных полос и лесных массивов – 25,7 %, т. е. 74,3 % деградировано, защитные функции не выполняются. Доля выпавших лесных полос составила 34,3 %. Эффективность защитного действия лесных насаждений всего 67 %, и это не обеспечивает защитного действия всего агроландшафта.

Общая сохранность системы искусственных лесных насаждений очень низкая, они не выполняют своих защитных функций, и большая их часть нуждается в реконструкции и восстановлении [Лошаков, 2020].

Пространственное расположение лесных насаждений показывает, что лесные полосы высажены вдоль склона, с углами наклона от 1–3° (91,6 %), вдоль склона с углами наклона от 3–5° (7,9 %), и 0,5 % с углами наклона более 5°.

Защитные лесные полосы – водорегулирующие, прибалочные и приовражные, вдоль участков пашни и на берегах гидрографической сети предназначены для регулирования стока поверхностных вод, снижению его скорости, и предотвращению выноса питательных веществ из почвы, так как последнее, оказывает влияние на гидрологический режим водных объектов.

Совокупность высокой степени распаханности территории водосбора (более 60 %) и низкой степени защищенности лесными насаждениями (около 12 %) приводит к тому, что значительная часть питательных веществ, под воздействием эрозионных процессов, сносится в р. Касарка.

В результате проведенных исследований, основанных на моделировании и картографировании эрозионных ландшафтов, в границах тестового полигона, установлено влияние угла склона (X) на величину потенциального смыва почвы (M).

$$M = (59,6 * \text{EXP}(0,107 * X)) - 60,4 \quad (1)$$

Рассчитанная величина смыва почвы по каждому участку пашни тестового полигона при максимальных значениях угла склона колеблется от 4,8 т/га до 34,7 т/га. А расчетный смыв почвы по отдельным тестовым участкам пашни составляет 6,4 т (тестовый участок № Н44, площадью 0,526 га) до 9301 т (тестовый участок № Н142, площадью 296,86 га). Общий смыв почвы при максимальных значениях углах склона тестового полигона составит 823750,3 тонн.

Среднее значение смыва почвы с участков пашни варьируется от 1,93 т/га до 14,5 т/га. По отдельным тестовым участкам пашни разброс расчетной величины среднего смыва питательных веществ также значителен от 3,1 т (тестовый участок № П67, площадь 0,943 га), до 1655,5 т (тестовый участок № Н142, площадь 296,86 га).

Геоинформационный анализ обеспечивает высокую эффективность дистанционной оценки динамики смыва почвы, выявления контуров угодий, подверженных эрозии, определения их границ и площадей. Такое обеспечение является необходимым при разработке комплекса противоэрозионных мероприятий как отдельных частей агроландшафта, так и в целом.

Картографирование составных частей ландшафта позволило уточнить его местоположение, площадь, границы отдельных частей – пашню, лесные полосы, лесные массивы. Определить в составе каждого элемента агроландшафта наличие деградационных процессов, степень их сохранности и пораженности. Степень сохранности лесных полос – чуть выше среднего, что не обеспечивает в полном объеме защищенность агроландшафта. Выявленные особенности рельефа позволили определить максимальные, минимальные и средние значения углов склона тестового полигона «Водосбор р. Касарка», которые являются определяющими при развитии эрозионных процессов.

Анализ существующих характеристик участков пашни, лесных насаждений и склонов тестового полигона, позволил рассчитать величину потенциального смыва почвы при максимальных и средних значениях угла. Данные расчеты показали, что средняя величина смыва почвы со всей площади водосбора р. Касарка – 47413 га равна 220170 т. А потенциально возможный смыв может достигать 823750,3 с этой же площади. Таким образом, превышение максимальных значений над средними более чем в три раза (3,7). В бассейн р. Касарка попадает от 4,6 до 17,4 т с 1 га водосборной площади. Хозяйственная деятельность, в результате которой вместе с почвой в водные объекты попадают минеральные и химические удобрения, также приводит к загрязнению и ухудшению состоянию водных объектов.

Совокупное проявление данных факторов способствует загрязнению, заилению, зарастанию русел средних и малых рек. Приводит к необратимым экологическим последствиям.

Агроресоландшафт связывает воедино все элементы противоэрозионной защиты земель, используемых для предотвращения развития процессов эрозии, уменьшения *поверхностного стока*, и является *экологической основой Волгоградской области* [Denisova, 2019].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воробьев А.В. Земельные ресурсы Волгоградской области и их оценка. Волгоград, 2006. 44 с.



2. *Денисова Е.В.* Геоинформационный анализ компонентов агроландшафта для целей землеустройства, кадастра и мониторинга орошаемых земель. *Геодезия и картография*, 2020. № 1. С. 56–64. DOI: 10.22389/0016-7126-2020-967-1-56-64.
3. *Казанков В.А.* Проблемы рационального использования земельных ресурсов в Волгоградской области. *Юг России: экология, развитие*, 2010. № 4. С. 96–98.
4. *Кулик К.Н., Юфреев, В.Г.* Компьютерное математико-картографическое моделирование агролесоландшафтов на основе аэрокосмической информации. *Доклады Российской академии наук*, 2010. № 1. С. 52–54.
5. *Лошаков А.В., Хасай Н.Ю.* Эффективность качественного состояния защитных лесных насаждений Ставропольского края. *International agricultural journal*, 2020. № 5. С. 178–194.
6. *Мельникова Е.Б.* Аэрокосмический мониторинг нарушенных сельскохозяйственных земель. *Изв. вузов «Геодезия и аэрофотосъемка»*, 2010. № 2. С. 75–78.
7. *Сидорчук А.Ю.* Эрозионно-аккумулятивные процессы на Русской равнине и проблемы заиления малых рек. М.: Водохозяйственные проблемы русловедения: тр. Академии водохозяйственных наук, 1995. Вып. 1. С. 74–83.
8. *Хлыстун В.Н.* Развитие земельных отношений в агропромышленном комплексе. *Вестник Российской академии наук*, 2019. № 4. С. 325–332.
9. *Amin A, Fazal S.* Quantification of Land Transformation Using Remote Sensing and GIS Techniques. *American Journ of Geographic Information System*, 2012. V. 1. No 2. P. 17–28.
10. *Denisova E.V., Silova, V.A.* The current state analysis of the agro-forest landscape components based on the geoinformational systems usage. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2019. P. 052062 (in Russian).
11. *Erol H., Akdeniz F.A.* Per-field classification method based on mixture distribution models and an application to Landsat Thematic Mapper data. *Int. Journ. of Remote Sens*, 2005. No 26. P. 1229–1244.
12. *Lidin K.L., Meerovich M.G., Bulgakova E.A., Vershinin V.V., Papaskiri T.V.* Applying the theory of informational flows in urbanism for a practical experiment in architecture and land use *Espacios*, 2018. No 1(39). 12 p.
13. *Papaskiri T.V., Kasyanov A.E., Alekseenko N.N., Semochkin V.N., Ananicheva E.P., Shevchuk A.A.* Digital land management. *IOP CONFERENCE SERIES: EARTH AND ENVIRONMENTAL SCIENCE. The proceedings 2019th International Symposium on Earth Sciences: History, Contemporary Issues and Prospects*, 2019. 012065.
14. *Pernar R., Klobucar D.* Estimating stand density and condition with the use of picture histograms and visual interpretation of digital orhtophotos. *Annales experimentis silvarum culturae provehendis, Zagreb: Universitas studiorum Zagrebiensis, Facultas forestalis*, 2003. P. 81–111.
15. *Rawat J.S., Kumar M.* Monitoring land use/cover change using remote sensing and GIS techniques: A case study of Hawalbagh block, district Almora, Uttarakhand, India. *The Egyptian Journ of Remote Sensing and Space Science*, 2015. V. 18. No 1. P. 77–84.
16. *Roy D.P., Wulder M.A., Loveland T.R.* Landsat-8: Science and product vision for terrestrial global change research. *Remote Sensing of Environment*, 2014. No 145. P. 154–172.
17. *Volkov S.N., Shapovalov D.A., Klyushin P.V., Shirokova V.A., Khutorova A.O.* Solutions of problems in defining indicators of agricultural land within the framework of activities for the implementation of the concept of development monitoring in the Russian Federation. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM*, 2017. V. 17. No 5. P. 819–828 (in Russian).

## REFERENCES

1. *Amin A., Fazal S.* Quantification of Land Transformation Using Remote Sensing and GIS Techniques. *American Journ of Geographic Information System*, 2012. V. 1. No 2. P. 17–28.
2. *Denisova E.V.* Geoinformation analysis of agricultural landscape components for land management, cadastre and monitoring of irrigated lands. *Geodezia i Kartografia*, 2021. No 967 (1). P. 56–64 (in Russian).
3. *Denisova E.V., Silova, V.A.* The current state analysis of the agro-forest landscape components based on the geoinformational systems usage. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2019. C. 052062 (in Russian).
4. *Erol H., Akdeniz F.A.* Per-field classification method based on mixture distribution models and an application to Landsat Thematic Mapper data. *Int. Journ. of Remote Sens*, 2005. No 26. P. 1229–1244.
5. *Kazankov V.A.* Problems of rational use of land resources in the Volgograd region. *South of Russia: ecology, development*, 2010. No 4. P. 96–98 (in Russian).
6. *Kulik K.N., Yuferev, V.G.* Computer mathematical and cartographic modeling of agroforestry landscapes based on aerospace information. *Reports of the Russian Academy of Sciences*, 2010. No 1. P. 52–54 (in Russian).
7. *Lidin K.L., Meerovich M.G., Bulgakova E.A., Vershinin V.V., Papaskiri T.V.* Applying the theory of informational flows in urbanism for a practical experiment in architecture and land use *Espacios*, 2018. No 1(39). 12 p. (in Russian).
8. *Loshakov A.V., Hasaj N.YU.* The effectiveness of the qualitative state of protective forest stands in the Stavropol Territory. *International agricultural journal*, 2020. No 5. P. 178–194.
9. *Mel'nikova E.B.* Aerospace monitoring of disturbed agricultural land. *Izv. vuzov "Geodesy and aerial photography"*, 2010. No 2. P. 75–78 (in Russian).
10. *Papaskiri T.V., Kasyanov A.E., Alekseenko N.N., Semochkin V.N., Ananicheva E.P., Shevchuk A.A.* Digital land management. *Iop conference series: earth and environmental science. The proceedings 2019th International Symposium on Earth Sciences: History, Contemporary Issues and Prospects*, 2019. 012065 (in Russian).
11. *Pernar R., Klobucar D.* Estimating stand density and condition with the use of picture histograms and visual interpretation of digital orhtophotos. *Annales experimentis silvarum culturae provehendis, Zagreb: Universitas studiorum Zagrebiensis, Facultas forestalis*, 2003. P. 81–111.
12. *Rawat J.S., Kumar M.* Monitoring land use/cover change using remote sensing and GIS techniques: A case study of Hawalbagh block, district Almora, Uttarakhand, India. *The Egyptian Journ of Remote Sensing and Space Science*, 2015. V. 18. No 1. P. 77–84.
13. *Roy D.P., Wulder M.A., Loveland T.R.* Landsat-8: Science and product vision for terrestrial global change research. *Remote Sensing of Environment*, 2014. No 145. P. 154–172.
14. *Volkov S.N., Shapovalov D. A., Klyushin P.V., Shirokova V.A., Khutorova A.O.* Solutions of problems in defining indicators of agricultural land within the framework of activities for the implementation of the concept of development monitoring in the Russian Federation. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM*, 2017. V. 17. No 5. P. 819–828 (in Russian).
15. *Vorob'ev A.V.* Land resources of the Volgograd region and their assessment. *Volgograd*, 2006. 44 p. (in Russian).
16. *Sidorchuk A.YU.* Erosive-accumulative processes on the Russian plain and problems of siltation of small rivers. *Moscow: Water Management problems of Russian Studies: tr. of the Academy of Water Management Sciences*, 1995. No 1. P. 74–83 (in Russian).
17. *Hlystun V.N.* Development of land relations in the agro-industrial complex. *Bulletin of the Russian Academy of Sciences*, 2019. No 4. P. 325–332 (in Russian).