

4.1.6. – Лесоведение, лесоводство, лесные культуры, агроресомелиорация, озеленение, лесная пирология и таксация (сельскохозяйственные науки)

УДК 630.232.22

DOI: 10.34736/FNC.2023.122.3.005.34-39

Геоинформационный анализ рельефа водосбора р. Мышкова северной части Ергенинской возвышенности

Максим Михайлович Кочкарь✉, e-mail: mmk_7@mail.ru, к.с.-х.н., ORCID: 0000-0003-1458-0731

Ольга Михайловна Воробьева, к.с.-х.н., ORCID: 0000-0001-6299-4977

Анастасия Васильевна Вдовенко, к.с.-х.н., ORCID: 0000-0003-2253-3783

Наталья Михайловна Генералова, соискатель

Волгоградский государственный аграрный университет,

e-mail: volgau@volgau.com, пр. Университетский 26, г. Волгоград, Россия

Аннотация. Статья касается проблемы создания устойчивых агроресоландшафтов, способствующих сохранению и повышению плодородия почв и продуктивности сельскохозяйственных угодий северной части Ергенинской возвышенности. Актуальность темы обусловлена высокой долей агроландшафтов с неоднородностью рельефа и почвенных условий на данной территории. Цель исследования заключалась в выявлении с помощью геоинформационного анализа характеристик рельефа и оценке опасности развития деградации почв. Это необходимо при планировании агроландшафтов, безопасных с точки зрения водной эрозии. Новизна исследования заключалась в применении методики геоинформационного картографирования рельефа, на основе фотограмметрического анализа космоснимков водосборов северной части Ергенинской возвышенности. При геоинформационном анализе и картографировании рельефа использовались космоснимки высокого разрешения и цифровая модель местности SRTM 3 с размером ячейки 3 секунды по координатам. Объектом исследований являлся водосбор реки Мышкова. Выявлены пространственные характеристики данного водосбора, распределение высотных отметок и крутизны, построена карта экспозиции склонов. Дана оценка хозяйственного освоения данных земель. Разработаны электронные тематические карты, позволяющие осуществлять проектные работы по лесомелиорации агроландшафтов. Комплексная агроресомелиорация ландшафтов обеспечит сокращение почвенных потерь от воздействия природных и антропогенных факторов.

Ключевые слова: агроресоландшафт, водосбор, геоинформационные системы, карта, рельеф, эрозия.

Цитирование. Кочкарь М.М., Воробьева О.М., Вдовенко А.В., Генералова Н.М. Геоинформационный анализ рельефа водосбора р. Мышкова северной части Ергенинской возвышенности // Научно-агрономический журнал. 2023. 3(122). С. 34-39. DOI: 10.34736/FNC.2023.122.3.005.34-39

Поступила в редакцию: 01.08.2023

Принята к печати: 07.09.2023

Введение. Актуальность проводимых исследований связана с зависимостью факторов хозяйственного использования ландшафтов от существующих форм рельефа. Рельеф как наиболее стабильный компонент ландшафта оказывает влияние на состояние других компонентов: латеральный массоперенос и развитие процессов деградации. В зависимости от уровня воздействия природных факторов и условий хозяйственного использования ландшафтов изменяется их устойчивость и условия функционирования.

Северная часть Ергенинской возвышенности расположена в междуречье Волги и Дона и является естественным продолжением Приволжской возвышенности. Общая площадь территории 850,1 тыс. га. Доля сельскохозяйственных угодий северной части Ергенинской возвышенности приближается к 80% при распаханности 54%. Лесистость региона очень мала – 2,5%. Площади полезащитных лесных полос значительно ниже нормативных показателей, они не образуют законченных систем, тем самым снижается их средозащитное и мелиоративное влияние [1]. Часть защитных лесонасаждений находится в неудов-

летворительном состоянии, нуждается в реконструкции и восстановлении [6].

Основными формами деградации агроландшафтов региона является водная эрозия почв [2; 9]. Высока доля почв, подверженных засолению. Процессы дефляции на сельскохозяйственных угодьях не получили значительного распространения. Однако периодически происходит обострение дефляционной активности на пашне, во многом связанное с неблагоприятным сочетанием природных и антропогенных факторов [4; 8].

Современные методы оценки состояния ландшафтов заключаются в задействовании геоинформационных технологий, обработке геокодированной информации. Комплексный анализ компонентов ландшафта с точной географической привязкой к объектам исследований реализуется методами математического моделирования и компьютерного картографирования [3; 7].

Цель исследований заключалась в выявлении характеристик рельефа и оценке деградации агроландшафтов от проявления эрозионных процессов. В задачи исследований входили геоинформационный анализ рельефа водосборного бассейна

р. Мышкова с получением расчетных показателей высотных отметок, крутизны и экспозиций склонов. Впервые в среде ГИС для агроландшафтов северной части Ергенинской возвышенности на основе фотограмметрического анализа космоснимков были составлены тематические картографические слои характеризующие рельеф местности. Разработанные электронные тематические карты рельефа водосбора р. Мышкова послужат

основой научного обеспечения опытных и проектных работ по лесомелиорации деградированных земель сельскохозяйственного назначения.

Материалы и методика исследований. Северная часть Ергенинской возвышенности включает водосборы малых рек Донская Царица, Мышкова, Аксай Есауловский, 2 суходольных водосбора реки Дон и водосбор Сарпинских озер (рисунок 1).

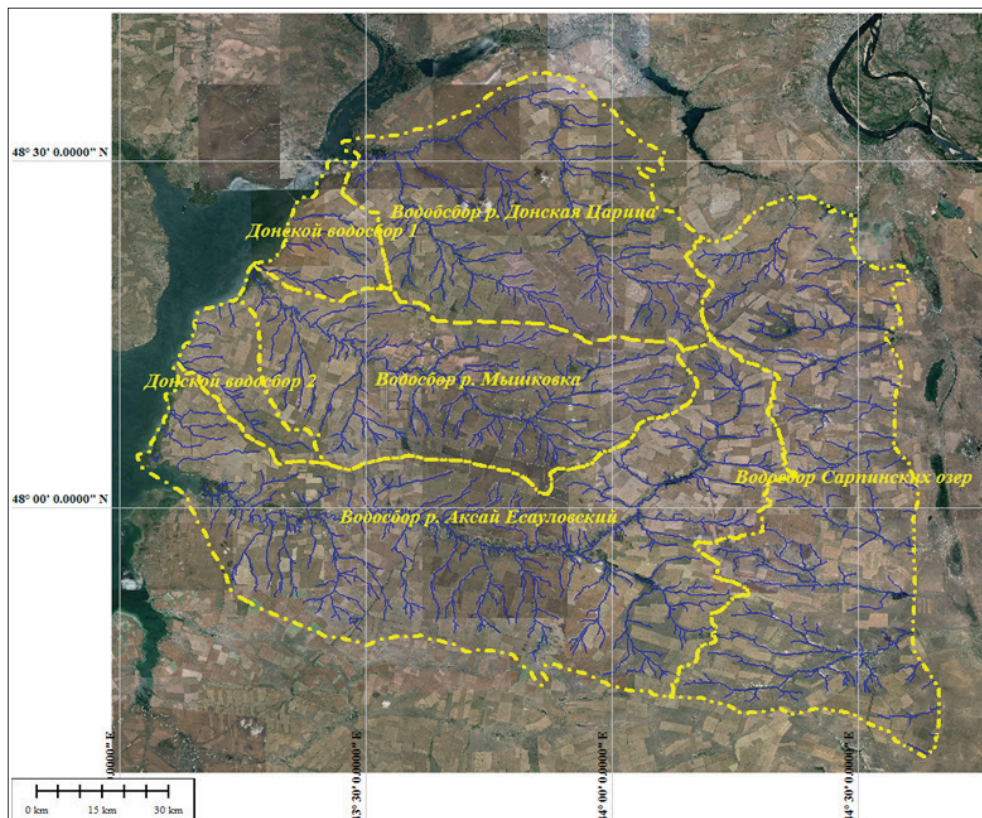


Рисунок 1. Космокарта основных притоков водосборов северной части Ергенинской возвышенности (М 1:1250000)



Рисунок 2. Линейная эрозия склонов водосбора р. Мышкова

В качестве тестового полигона выбран водосбор р. Мышкова, который является частью водосбора реки Дон, расположенный между 48°22' и 48°01' с.ш. и 43°14' и 44°11' в.д. и протянувшийся на запад на 137,8 км. Площадь водосборного бассейна р. Мышкова составляет 142,9 тыс. га, что равно 17% от общей площади северной части Ергенинской возвышенности. Базис эрозии – 153 м. Максимальная крутизна склона на водосборе 9,20°. Для рельефа рассматриваемого водосбора характерно общее понижение в северо-западном направлении.

На склоновых землях водосбора возможно возникновение больших почвенных потерь в виде смыва и размыва, что подтверждается присутствием линейных форм эрозии (рисунок 2).

При геоинформационных исследованиях рельефа используются данные о высотных отметках в виде текстовых описаний с географическими координатами, данными GPS (ГЛОНАСС) и геодезических обследований. Совокупность данных обрабатывается в среде геоинформационных программных комплексов с получением цифровой модели рельефа (ЦМР).

Методика изучения характеристик рельефа основана на использовании геоинформационной системы как основы и создании базы данных из космоснимка исследуемого участка поверхности, тематических карт, а также присоединения баз данных других геоинформационных систем, внесение результатов GPS обследования модельных

точек, с указанием топографических координат и их высотных отметок [1; 5].

С использованием данных дистанционного зондирования Земли выявляются высотные характеристики рельефа. При компьютерной обработке дискретных отметок высот в основном используется интерполяционный метод универсального кригинга. На основе ЦМР разрабатываются тематические картографические слои для оценки компонентов ландшафта [7; 10].

Программные картографические комплексы, в том числе и «Талка 3.3», имеют встроенные системы конвертации данных во внутренние форматы, что значительно сокращает время на ввод и обработку данных. Изолинейное картографирование позволяет получить аналитические данные характеризующие рельеф исследуемой местности. Результатом анализа рельефа является разработка изолинейных карт (распределения высот, крутизны и экспозиций склонов).

При геоинформационном анализе и картографировании рельефа использовали космоснимки высокого разрешения и цифровую модель местности SRTM 3 с размером ячейки 3 секунды по координатам.

Результаты и их обсуждение. Для анализа рельефа тестового полигона было выделено 692 водотока, общей протяженностью 1278,7 км.

Типичный профиль водосбора в направлении с запада на восток показан на рисунке 3.

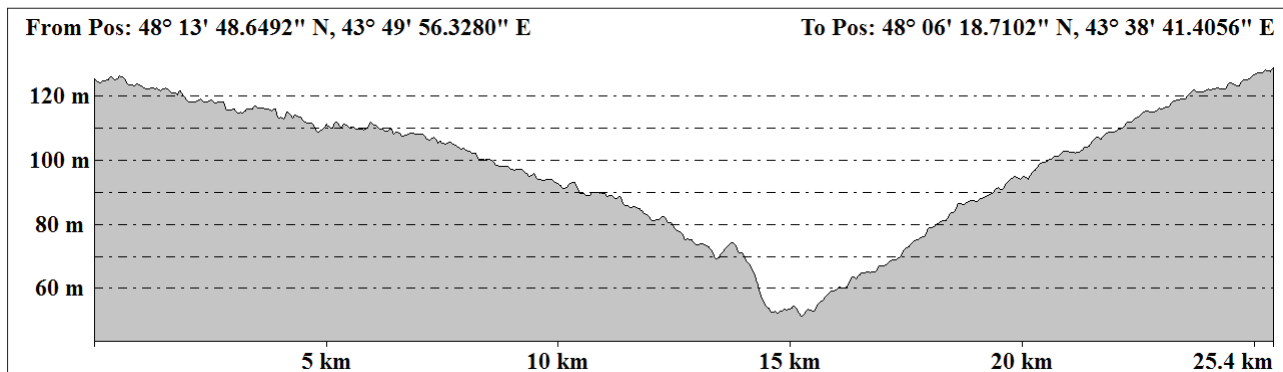


Рисунок 3. Профиль рельефа водосбора р. Мышкова

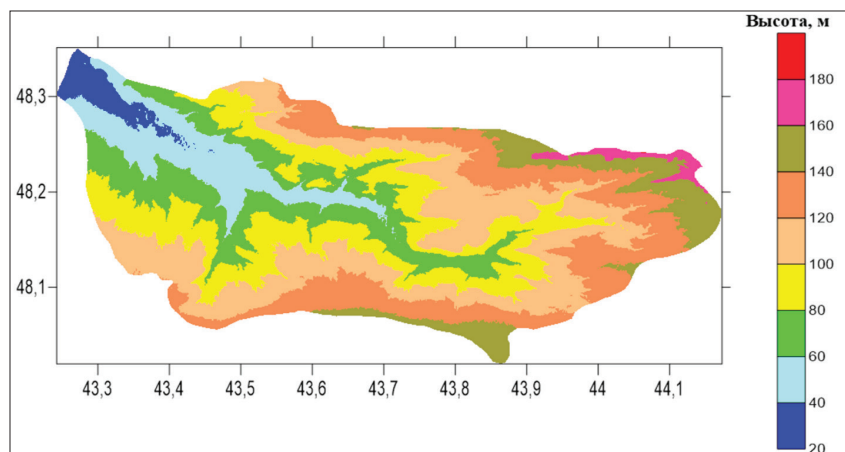


Рисунок 4. Изолинейная карта высот водосбора реки Мышкова

Длина профиля составила 25,4 км, перепад высот – 77,4 м. Минимальная высота на профиле – 51,3 м, максимальная высота – 128,7 м. Средняя крутизна склона по профилю – 0,01°, максимальная – 3,52°.

В целом водосбор реки Мышкова имеет рельеф с расчлененностью территории 0,90 км/км², склоны водосборов низшего порядка очень пологие и пологие. На склонах необходима организация лесомелиоративной противоэрозионной системы, защищающей ландшафт от возможных проявлений водной эрозии.

Для рельефа водосбора р. Мышкова разработаны и проанализированы картографические слои (высотных отметок, крутизны и экспозиций склонов). На рисунке 4 приведена изолинейная карта рельефа водосбора р. Мышкова. На рисунке 5 приведена гистограмма – Распределение площади водосбора р. Мышкова по высотам.

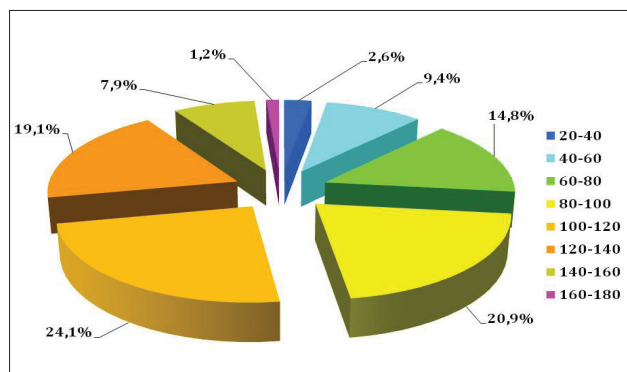


Рисунок 5. Распределение площади водосбора р. Мышкова по высотам

Анализ выявил преобладание по площади поверхностей с высотами от 100 до 120 м (24,1%). Доля поверхностей с высотами от 80 до 100 м составляет 20,9%.

Показатели крутизны важны при оценке потенциальной эрозионной опасности, выборе севооборотов. Изолинейная карта крутизны склонов (рисунок 6) позволила определить распределение углов наклона склонов по площади водосбора р. Мышкова.

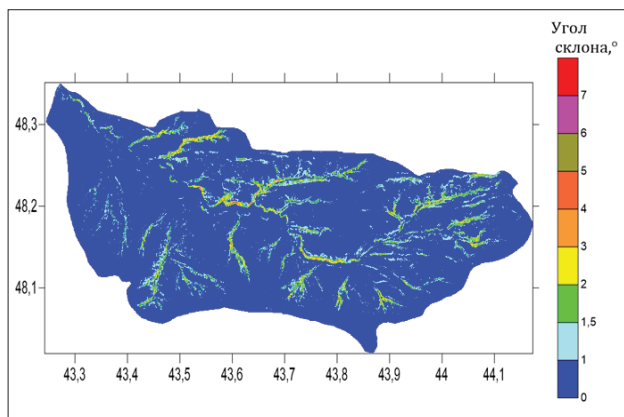


Рисунок 6. Изолинейная карта крутизны склонов водосбора р. Мышкова

На рисунке 7 приведена гистограмма распределения крутизны склонов водосбора р. Мышкова.

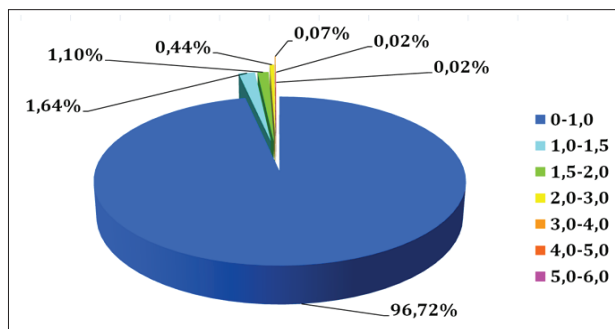


Рисунок 7. Распределение крутизны склонов по площади водосбора р. Мышкова

Согласно проведенной оценке на водосборе преобладают склоны с крутизной от 0 до 1,5° (98%). Максимальная крутизна склона на землях гидрографического фонда равна 9,20°. В общем рельеф водосбора р. Мышкова является типичным равнинным, субгоризонтальным.

Экспозиция склона учитывается при агроэкологической оценке территории, зачастую определяя интенсивность и объемы почвенных потерь [5]. Для водосбора р. Мышкова составлена карта экспозиции склонов (рисунок 8), на основании которой рассчитаны занимаемые площади по четырем румбам (по 90°) север, восток, юг и запад.

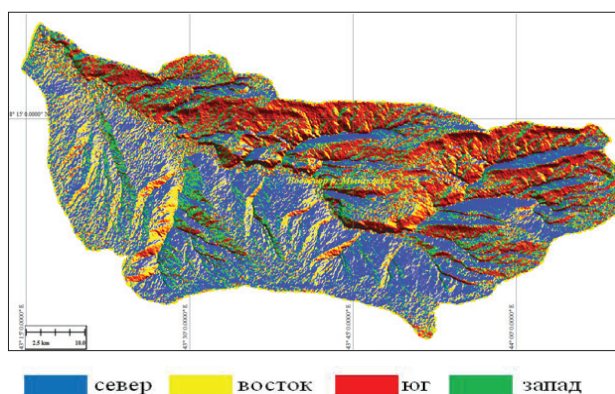


Рисунок 8. Экспозиция склонов водосбора р. Мышкова

Проведенная оценка рельефа позволила установить, что склоны и водотоки водосбора правого берега р. Мышкова ориентированы в большей части на северо-восток, а левого берега разнонаправлено на юг, юго-восток и юго-запад. При этом на правом берегу преобладают склоны южной экспозиции, а на левом – северной.

На рисунке 9 приведена гистограмма распределения склонов водосбора р. Мышкова по экспозиции.

Анализ распределения экспозиции склонов показал, что большинство склонов водосбора имеет северную и южную экспозиции, что составляет 57,8% от общей площади водосборного бассейна.

На рисунке 10 приведена визуализация трехмерной модели рельефа водосбора реки Мышкова

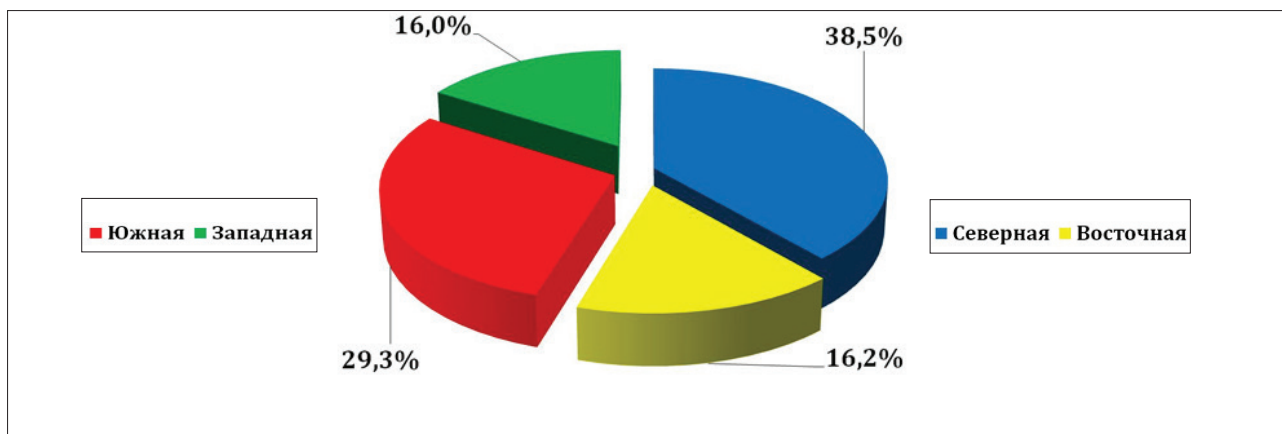


Рисунок 9. Распределение склонов водосбора р. Мышкова по экспозиции

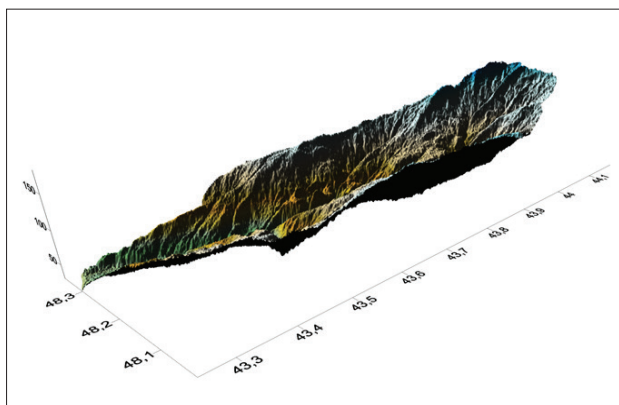


Рисунок 10. Трехмерная карта рельефа водосбора р. Мышкова

Таким образом, в результате проведенных исследований для водосбора р. Мышкова были разработаны геоинформационные картографические слои: изолинейная карта высот, карта крутизны склонов, карта экспозиции склонов, а также трехмерная карта рельефа. Характеристики рельефа водосбора р. Мышкова, полученные в результате геоинформационного анализа, послужат основой для оценки опасности деградации, планирования и проектирования эрозионнобезопасных агроландшафтов.

Заключение. Значительные площади агроландшафтов в пределах северной части Ергенинской возвышенности подвержены процессам деградации, остро нуждаются в мероприятиях по сохранению и восстановлению плодородия почв, созданию новых агролесомелиоративных комплексов. Применение комплексной системы геоинформационной оценки состояния агроландшафтов и разработанные в процессе геоинформационного анализа тематические карты рельефа могут использоваться для агролесомелиоративного обустройства сельскохозяйственных земель на территории северной части Ергенинской возвышенности общей площадью более 850 тыс. га.

Литература:

1. Агролесомелиорация / изд. 5-е дораб. и доп. / под ред. академиков РАСХН А.Л. Иванова и К.Н. Кулика; ВНИ-АЛМИ. – Волгоград, 2006. 746 с.
2. Кочкарь, М.М., Воробьева О.М., Вдовенко А.В. Дистанционная ландшафтно-эрозионная оценка и агролесомелиоративная обеспеченность водосборов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2017. №4 (48). С. 91-99.
3. Кулик К.Н., Петров В.И., Юферев В.Г., Ткаченко Н.А. Геоинформационный анализ опустынивания Северо-Западного Прикаспия // Аридные экосистемы. 2020. Т. 26. №2(83). С. 16-24.
4. Рулев А.С., Беляков А.М., Сарычев А.Н. Исследование проявления дефляции почв в условиях Волгоградской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2016. № 2(42). С. 101-107.
5. Рулев А.С., Литвинов Е.А., Кочкарь М.М., Воробьева О.М. Методология оценки эрозионного состояния агроландшафтов по материалам дистанционного зондирования // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2011. №4. С. 51-57.
6. Рулев А.С., Юферев В.Г. Геоинформационный анализ рельефа южной части Ергенинской возвышенности // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2017. № 1 (45). С. 41-46.
7. Рулев А.С., Юферев В.Г., Юферев М.В. Геоинформационное картографирование и моделирование эрозионных ландшафтов – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2015. 150 с.
8. Шинкаренко С.С., Барталев С.А., Берденгалиева А.Н., Дорошенко В.В. Спутниковый мониторинг процессов опустынивания на юге Европейской России в 2019-2022 гг. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2022. Т. 19. №5. С. 319-327. DOI: 10.21046/2070-7401-2022-19-5-319-327
9. Kulik K.N., Rulev A.S., Yuferev V.G. Geoinformation analysis of desertification hotspots in Astrakhan oblast. *Arid Ecosystems*. 2013;3:184-190. DOI:10.1134/S2079096113030074
10. Ovchinnikov A.S., Litvinov E.A., Rulev A.S., Fomin S.D., Kochkar' M.M., Vorob'eva O.M. Remote cartographic assessment of the erosion condition of agrolandscapes. *Journal of Forest Science*. 2017;(63):485-489. DOI: 10.17221/71/2016-JFS

Geoinformation Analysis of the Myshkova River Catchment Area Relief in the Northern Part of the Yergeninskaya Upland

Maxim M. Kochkar✉, e-mail: mmk_7@mail.ru, Cand. Sci. (Agr.), ORCID: 0000-0003-1458-0731

Olga M. Vorobieva, Cand. Sci. (Agr.), ORCID: 0000-0001-6299-4977

Anastasia V. Vdovenko, Cand. Sci. (Agr.), ORCID: 0000-0003-2253-3783

Natalia M. Generalova, Applicant

Volgograd State Agrarian University, e-mail: volgau@volgau.com,

Universitetskiy Prospekt, 26, Volgograd, Russia

Abstract. The article concerns the problem of creating sustainable agroforestry landscapes that contribute to the preservation and increase of soil fertility and productivity of agricultural grounds in the northern part of the Yergeninskaya upland. The topic relevance is due to the high proportion of agricultural landscapes with heterogeneity of relief and soil conditions in this area. The purpose of the study was to identify relief characteristics by geoinformation analysis and to assess the danger of soil degradation development process. This is necessary when planning agricultural landscapes that are safe from water erosion. The novelty of the research consisted in using of the methodic of the relief geoinformation mapping, based on photogrammetric analysis of satellite images of the catchment areas located in the northern part of the Yergeninskaya upland. High-resolution satellite images and a digital relief model SRTM 3 with a cell size of 3 seconds in coordinates were used during geoinformation analysis and terrain mapping. The Myshkova river catchment area was the research object. The spatial characteristics of this catchment, the distribution of elevation marks and steepness, were identified, and a slope exposure map was constructed. An assessment of the development possibility of these lands was given. Digital thematic maps were developed to allow for project work on forest reclamation of agricultural landscapes. Integrated agroforestry of landscapes will ensure the reduction of soil losses from the effects of natural and anthropogenic factors.

Keywords: agroforest landscape, catchment area, geoinformation systems, map, relief, erosion

Citation. Kochkar M.M., Vorobieva O.M., Vdovenko A.V., Generalova N.M. Geoinformation Analysis of the Myshkova River Catchment Area Relief in the Northern Part of the Ergeninskaya Upland. *Scientific Agronomy Journal*. 2023;3(122):34-39. DOI: 10.34736/FNC.2023.122.3.005.34-39

Received: 01.08.2023

Accepted: 07.09.2023

References:

1. Agroforestry. 5th ed., (edited by A.L. Ivanov, K.N. Kulik). Volgograd. VNIALMI Publ. house. 2006. 746 p. (In Russ.)

2. Kochkar M.M., Vorobieva O.M., Vdovenko A.V. Remote landscape-erosion assessment and agroforest reclamation provision of watersheds. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie = Izvestia of the Lower Volga Agro-University Complex*. 2017;4(48):91-99. (In Russ.)

3. Kulik K.N., Petrov V.I., Yuferev V.G., Tkachenko N.A. Geoinformation analysis of desertification in the North-Western Near-Caspian region. *Aridnye ekosistemy = Arid ecosystems*. 2020;2(83):16-24. (In Russ.)

4. Rulev A.S., Belyakov A.M., Sarychev A.N. Study of the soil deflation manifestation in the Volgograd Region conditions. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie = Izvestia of the Lower Volga Agro-University Complex*. 2016;2(42):101-107. (In Russ.)

5. Rulev A.S., Litvinov E.A., Kochkar M.M., Vorobieva O.M. Methodology for assessing the erosion state of agricultural landscapes based on remote sensing materials. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie = Izvestia of the Lower Volga Agro-University Complex*. 2011;4:51-57. (In Russ.)

6. Rulev A.S., Yuferev V.G. Geoinformation analysis of the southern part of the Yergeninskaya Upland relief. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie = Izvestia of the Lower Volga Agro-University Complex*. 2017;1(45):41-46. (In Russ.)

7. Rulev A.S., Yuferev V.G., Yuferev M.V. Geoinformation mapping and modeling of erosion landscapes. Volgograd. VNIALMI Publ. house. 2015. 150 p. (In Russ.)

8. Shinkarenko S.S., Bartalev S.A., Berdengalieva A.N., Doroshenko V.V. Satellite monitoring of desertification processes in southern European Russia in 2019-2022. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa = Current problems in remote sensing of the Earth from space*. 2022;19(5):319-327. (In Russ.) DOI 10.21046/2070-7401-2022-19-5-319-327

9. Kulik K.N., Rulev A.S., Yuferev V.G. Geoinformation analysis of desertification hotspots in Astrakhan oblast. *Arid Ecosystems*. 2013;3:184-190. DOI:10.1134/S2079096113030074

10. Ovchinnikov A.S., Litvinov E.A., Rulev A.S., Fomin S.D., Kochkar' M.M., Vorob'eva O.M. Remote cartographic assessment of the erosion condition of agrolandscapes. *Journal of Forest Science*. 2017;(63):485-489. DOI: 10.17221/71/2016-JFS

Авторский вклад. Авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования, ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Author's contribution. Authors of this research paper have directly participated in the planning, execution and analysis of this study. Authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. Authors declare no conflict of interest.