СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ. АГРОНОМИЯ

DOI: 10.32786/2071-9485-2021-01-20

ANALYSIS OF GEOMORPHOLOGICAL FEATURES OF AGRICULTURAL LANDSCAPES OF THE MIDDLE DON

V. A. Silova

*Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Centre for Agroecology, Complex
Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences», Volgograd*

Received 11.01.2021

Submitted 10.03.2021

Summary

The article is devoted to research on the assessment of catchment areas, their agricultural landscape features based on the materials of remote sensing of the Earth and on the basis of electronic thematic maps.

Abstract

Introduction. When land is used for agricultural production, the soils and vegetation of agricultural landscapes are transformed. On the territory of the Middle Don, large areas of land are covered by erosion processes, including up to 50% of arable land. The danger of erosion degradation is caused by a decrease in soil fertility, the transition of land to unsuitable for growing agricultural products. In this regard, the analysis of the geomorphological conditions of agroforest landscapes will ensure the identification of areas predisposed to water erosion, and the use of geoinformation systems for the compilation of thematic maps of the geomorphological structure of the landscape. On the basis of the obtained data, the development of measures for the effective protection of the territory is carried out. The purpose of the research is to study the geomorphological characteristics of agricultural landscapes and to identify potentially erosive and dangerous landscapes and to map degradation in the research area.

Object. Erosion-hazardous agricultural landscapes of the Middle Don. The agroforestry landscapes of the Kalachevsky polygon were selected for the analysis of geomorphological characteristics. Materials and methods. Geoinformation technologies in combination with aerospace information make it possible to analyze the geomorphological features of the studied territory. These technologies enable the rapid identification of hotbeds of erosion and other types of degradation that lead to the loss of agricultural land fertility. **Results and conclusions.** The analysis of the geomorphological characteristics of the terrain of the Kalachevsky polygon is carried out using the digital terrain model *SRTM 3*. As a result of the assessment, their spatial and statistical characteristics were revealed, which made it possible to clarify the erosion-hazardous areas of the catchment relief. It was found that the surfaces with a steepness of less than 3° predominate, which occupy 53.1 thousand hectares or 82.2% of the total area on which the studies were conducted.

Key words: *agricultural landscape, catchment, soil degradation, landform, soil erosion.*

Citation. Silova V. A. Analysis of geomorphological features of agricultural landscapes of the Middle Don. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2021. 1(61). 203-210 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2021-01-20.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 528.7:551.43:631.459

АНАЛИЗ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ АГРОЛАНДШАФТОВ СРЕДНЕГО ДОНА

В. А. Силова, младший научный сотрудник

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций
и защитного лесоразведения Российской академии наук, г. Волгоград*

Дата поступления в редакцию 11.01.2021

Дата принятия к печати 10.03.2021

Актуальность. При использовании земель для сельскохозяйственного производства трансформируются почвы и растительность агроландшафтов. На территории Среднего Дона значительные площади угодий охвачены эрозионными процессами, в том числе до 50 % пашни. Опасность эрозионной деградации обусловлена снижением плодородия почв, переходом земель в непригодные для выращивания сельскохозяйственной продукции. В связи с этим анализ геоморфологических условий агролесоландшафтов обеспечит выявление участков, предрасположенных к водной эрозии, а применение геоинформационных систем для составления тематических карт геоморфологической структуры ландшафта. На основе полученных данных осуществляется разработка мероприятий с целью эффективной защиты территории. Цель исследований – изучение геоморфологических характеристик агроландшафтов и выявление потенциально эрозионно-опасных ландшафтов и картографирование деградации на территории исследований. **Объект.** Эрозионно-опасные агроландшафты Среднего Дона. Для анализа геоморфологических характеристик были выбраны агролесоландшафты полигона Калачевский. **Материалы и методы.** Геоинформационные технологии в комплексе с аэрокосмической информацией позволяют провести анализ геоморфологических особенностей исследуемой территории. Эти технологии обеспечивают быстрое выявление очагов эрозии и других видов деградации, которые ведут к потере плодородия сельскохозяйственных угодий. **Результаты и выводы.** Проведен анализ геоморфологических характеристик рельефа полигона Калачевский с применением цифровой модели местности SRTM 3. В результате оценки выявлены их пространственные, статистические характеристики, что позволило уточнить эрозионно-опасные участки рельефа водосборов. Установлено, что преобладают поверхности с крутизной менее 3°, которые занимают 53,1 тыс. га или 82,2 % всей площади, на которой проводились исследования.

Ключевые слова: ландшафтное земледелие, водосборы, деградация почв, геоморфологические особенности агроландшафтов, эрозия почв.

Цитирование. Силова В. А. Анализ геоморфологических особенностей агроландшафтов Среднего Дона. *Известия НВ АУК.* 2021. 1(61). 203-210. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-01-20.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Введение. Ландшафтный подход ориентирован на обеспечение целостности рассматриваемого объекта, обусловленной взаимоотношениями его составляющих и связями со средой. Любая природная часть входит во всеобъемлющую структуру ландшафта и способна его изменить, а также самой измениться. В концепции ландшафтного земледелия изучаются вопросы оптимального вовлечения в агрогеосистемы эколого-морфологических компонентов, чтобы поддерживать существующую экологическую структуру в устойчивом динамическом состоянии. Проектирование агроландшафтов должно выполняться в рациональном соотношении сельскохозяйственных элементов и компонентов, а главное – не ухудшать естественный ландшафт [1].

Для образного представления агроландшафтов и происходящих в них динамических процессов потребуются электронные карты, создаваемые с помощью географических информационных систем (ГИС), эта система осуществляет сбор, хранение, обработку информации и т.д. Сохранение и приумножение природных территориальных комплексов, а именно природных и природно-антропогенных комплексов, неразрывно связанных между собой, – важная задача для человечества. Предотвратить или предупредить процессы деградации и опустынивания поможет проведение регулярного мониторинга ландшафтов, и особенно проблемных участков. Для быстрого и качественного мониторинга на больших территориях на современном этапе применяем аэрокосмический метод, который дает объективную и точную информацию по описанию состояния экосистем. Оценка состояния агроландшафтов с учетом особенностей рельефа, пространственной дифференциации почв и растительности водоразделов по левому берегу Дона послужит основой для грамотной организации сельскохозяйственного производства и ландшафтного планирования мелиоративных работ. Целью данного исследования является оценка площадей водосборов, их агроландшафтных особенностей по материалам дистанционного зондирования Земли и на

основе электронных тематических карт [2].

Объект исследования – территория рассматриваемого полигона в Калачевском муниципальном районе Волгоградской области. Полигон Калачевский находится в степной зоне на крайнем юге Приволжской возвышенности, относящейся к Восточно-Европейской равнине, в западной части Волгоградской области. Изучаемые водоразделы включают в себя Ильевское, Мариновское, Карповское сельские поселения. Данному району исследования присуща зона каштановых почв. По берегам Дона находится лугово-каштановые почвы. Территория исследований в геоморфологическом отношении расположена в долине реки Дон, в пределах развития Голубинских песков.

Рельеф территории плоскоровнинный, он осложнен мелкими балочными понижениями. Абсолютные отметки поверхности от 43,2 до 93,6 м в Балтийской системе высот.

В геологическом строении принимают участие четвертичные в верхнемеловые отложения. Четвертичные отложения представлены осадками поймы второй и третьей подпойменных террас реки Дон и выполняют среднечетвертичный эрозионный врез в меловых образованиях в районе х. Камыши (рисунок 1).

Рисунок 1 – Схема водосборов на территории полигона Калачевский

Figure 1 – Diagram of catchments in the territory of the Kalachevsky test site

Материалы и методы. Геоинформационные методы способствуют изучению и картографированию природных компонентов, обеспечивают определение точного географического положения изучаемых объектов и процессов, в них протекающих, а также получение их качественных и количественных биогеофизических характеристик [7].

Применение геоинформационного анализа ландшафтов как основного подхода исследования территории дает возможность за короткое время получить информацию о совокупных пространственных данных, уменьшив при этом объем наземных исследований, обеспечив научную обоснованность и достоверность полученных результатов [3].

Получить своевременные сведения о состоянии природных комплексов на больших территориях с необходимой детализацией возможно с применением геоинформационных систем и данных дистанционного зондирования.

Для осуществления поставленных задач применяются следующие программные ГИС-системы, например, ENVI, Surfer, Global mapper, QGIS, которые позволяют проводить геоинформационную обработку и анализ космокарт, разработанных по космоснимкам, строят профили местности, цифровые модели рельефа (ЦМР), создают изолинейные и

тематические карты и т.д. Полученные со спутников снимки обрабатываются, дешифрируются и анализируются для выявления характеристик рельефа в дальнейшем [4, 5].

Геоинформационный анализ состояния ландшафтов дает возможность выявить специфику геоморфологических процессов. Изучение информации разновременных снимков для оценки рельефа дает возможность выявить и оценить процессы и явления, недоступные для выявления наземными исследованиями [8].

Анализ геоморфологических характеристик рельефа Калачевского полигона проведен с применением цифровой модели рельефа (ЦМР) Aster GDEM и цифровой модели местности (ЦММ) SRTM 3 [6].

В качестве основы используются топографические карты, к которым привязываются все нужные пространственные данные. Выявить рельеф участка, подстилающий состав пород, а также протекающие процессы деградации помогут геоморфологическая и литологическая карты. Тип и состав почв определяются при помощи векторизованных почвенных карт. Аэрокосмоснимки выступают основным источником информации о деградации почв, даже на слабо расчлененных равнинных ландшафтах [11, 12].

Результаты и обсуждение. Рельеф исследуемого района представляет в основном пологие западные склоны Приволжской возвышенностей, между которыми расположена Донская равнина. Склоны возвышенностей усеяны оврагами, расчлененность рельефа – от 1,5 до 2,5 км/км². Данные цифровой модели рельефа могут быть использованы для картографирования агролесоландшафтов и их визуализации как в виде изолинейной карты высот, так и в трехмерном виде с использованием картографических и моделирующих программ. Моделирование и детальное рассмотрение рельефа по созданной цифровой модели дает ресурс для разработки обоснованных зависимостей для отображения циклично повторяющихся процессов и явлений, позволяет провести расчеты и разработать картографические слои уклонов и углов наклона склонов, длину склонов на нужном участке местности, что является основополагающим условием для оценки ландшафтных особенностей. Основные анализа и исследования проведены с помощью дистанционной оценки ландшафта, по результатам которых и сделан анализ рельефа по следующим пунктам: рельеф местности, углы наклона склонов, водосборов и экспозиции склонов [9, 13].

На основании программного обеспечения, ГИС-программ проанализирована цифровая модель рельефа (ЦМР), по располагающим, созданным картам о высоте и крутизне склонов, водосборных участках, рельефе, об экспозиции склонов получена следующая информация:

- высотная отметка на тестовом участке «Калачевский» равны 115 м над уровнем моря;
- водоразделы и линии водоразделов;
- крутизна склонов от – 0,5° до 8,5° (таблица 1).

Таблица 1 – Геоморфологические характеристики водоразделов исследуемого полигона

Table 1 – Geomorphological characteristics of the watersheds of the test site

Номер водосбора / Catchment number	Площадь водосбора, га / Drainage area, ha	Крутизна, площадь, га / Slope, area, ha					Перепад высот, м / Vertical drop, m	Преобладающая экспозиция / Predominant exposition
		>8°	3°-8°	0,5°-3°	0°-0,5°	0°		
12	5392,2	0,0	0,0	5305,3	86,9	0,0	49	Ю
13	1061,7	0,0	4,4	176,1	881,2	0,0	69	Ю
18	6992,9	0,0	1,7	6113,1	878,1	0,0	73	Ю
20	2969	0,0	0,0	1919,6	1049,4	0,0	60	ЮВ
22	5301,9	52,0	402,8	4323,7	520,3	3,1	108	Ю

28	5374,3	0,0	0,0	4922,6	451,7	0,0	80	ЮВ
31	5639,5	45,4	1463,5	3886,4	243,3	0,9	145	Ю
35	4722,9	0,0	59,4	4533,8	128,4	1,3	86	Ю
38	5447,4	0,0	7,9	4852,8	586,3	0,4	50	Ю
39	7598,9	0,0	115,8	6484,9	998,2	0,0	93	ЮЗ
41	6810,8	0,0	85,2	5316,7	1402,8	6,1	85	Ю
44	2985,5	0,0	0,0	2494,1	489,7	1,7	76	ЮЗ
57	6118,8	0,4	38,9	4854,5	1160,8	64,2	101	Ю
61	2927,8	0,0	7,4	1832,2	449,1	639,1	101	ЮВ
Всего, га/% / Total, ha	69343,6 1	97,9 0,1	2186,9 3,2	53129,5 82,2	9326,3 13,4	716,9 1,0

Рисунок 2 – Карта экспозиций склонов водосборов полигона Калачевский

Figure 2 – Map of expositions of the slopes of the watersheds of the Kalachevsky polygon

Проведённый анализ геоморфологических особенностей рельефа полигона Калачевский с применением цифровых моделей рельефа и местности позволил провести оценку водоразделов, выявить их пространственные, статистические данные. Установлено, что преобладают поверхности с крутизной менее 3°, которые занимают 53,1 тыс. га или 82,2 % всей площади, на которой проводились исследования.

Одним из факторов, определяющих опасность проявления водной эрозии на территории водосборов, является экспозиция склонов, так как южные склоны характеризуются большей крутизной. Распределение экспозиции склонов показывает, что 20 % площади водосборов относится к северной экспозиции, 32 % – южной, 15 % – западной и 33 % – к восточной (рисунок 2).

Выявленные закономерности изменения высот водораздельных склонов также отражают высокую эрозионную расчлененность водоразделов преимущественно южной ориентации (рисунок 3).

Рисунок 3 – Карта эрозионной расчлененности водосборов полигона Калачевский

Figure 3 – Map of erosional dissection of catchments of the Kalachevsky polygon

Выводы. В результате анализа геоморфологических особенностей агроландшафтов Среднего Дона проведена оценка состояния агроландшафтов на рассматриваемом полигоне с использованием ГИС-технологий, позволяющих быстро обрабатывать, передавать информацию, создавать картографическую информацию, производить быстрый анализ процессов, происходящих на больших территориях страны. По выявленным зависимостям скорости происходящих процессов устанавливаются будущие предпосылки развития исследуемого ландшафта. Используя компьютерные программы, по которым происходят необходимые операции по привязке нужной информации, расчетов данных, обобщения огромного количества данных, по поставленным задачам выполнены: изучена методика создания электронных карт; определена принадлежность земель, создана карта функционального зонирования тестового участка; разработана изолинейная карта высот; разработана карта водосборов; разработана карта уклонов местности; разработана карта экспозиции склонов; что в дальнейшем позволит разработать перспективный план по восстановлению нарушенных ландшафтов в пределах исследуемого полигона.

Библиографический список

1. Афонин А. Н., Соколова Ю. В. Эколого-географический анализ и моделирование рас-

пространения биологических объектов с использованием ГИС. СПб: Изд-во ВВМ, 2018. 121 с.

2. Методология оценки эрозийного состояния агроландшафтов по материалам дистанционного зондирования / А. С. Рулев, Е. А. Литвинов, М. М. Кочкар, О. М. Воробьева // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2011. № 4 (24). С. 51-57.

3. Рулев А. С., Юферев В. Г., Рулев Г. А. Почвенно-геоморфологическая катена «Малый сырт – Прикаспий» // Геоморфология. 2020. № 1. С. 22-33.

4. Рулев А. С., Юферев В. Г. Геоинформационный анализ ландшафтных катен Волго-Иловлин-ского междуречья // Вестн. Волгогр. гос. ун-та. Сер. 11. Естественные науки. 2012. № 2 (4). С. 56-64.

5. Рулев А. С., Юферев В. Г., Юферев М. В. Геоинформационное картографирование и моделирование эрозийных ландшафтов. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2015. 150 с.

6. Рулев А. С., Юферев В. Г., Юферев М. В. Методология геоинформационного моделирования // Вестн. Российской академии сельскохозяйственных наук. 2011. № 5. С. 5-6.

7. Рулев А. С., Кошелева О. Ю., Шинкаренко С. С. Геоморфологические критерии проведения лесомелиорации ландшафтов (на примере Приэльтонья) // Геоморфология. 2017. № 2. С. 63-71.

8. Сизов А. П., Хабаров Д. А., Хабарова И. А. Новые подходы к разработке методики формирования семантической информации мониторинга земель на основе обработки и анализа картографической информации // Известия высших учебных заведений «Геодезия и аэрофотосъемка». 2018. Т. 62. № 4. С. 434-441.

9. Хабарова И. А., Непоклонов В. Б. Деградация земель юга Российской Федерации // Известия высших учебных заведений «Геодезия и аэрофотосъемка». 2017. Т. 61. № 2. С. 111-115.

10. Degradation of landscapes in the South of the Privolzhsky Upland / V. G. Yuferev, A. A. Zavalin, Y. N. Pleskachev, A. V. Vdovenko, S. D. Fomin, E. S. Vorontsova // Journal of Forest Science. 2019. № 65. P. 195-202.

11. Drăguț L., Eisank C. Automated object-based classification of topography from SRTM data // Geomorphology. 2012. Vol. 141-142. P. 21-33.

12. Florinsky I. Digital terrain analysis in soil science and geology. Amsterdam: Elsevier Academic Press, 2012. 379 p.

13. Kuzmina Zh. V., Shinkarenko S. S., Solodovnikov D. A. Main Tendencies in the Dynamics of Floodplain Eco-systems and Landscapes of the Lower Reaches of the Syr Darya River under Modern Changing Conditions // Arid Ecosystems. 2019. V. 9. No 4. P. 226-236.

Conclusions. As a result of the analysis of the geomorphological features of the agrolandscapes of the Middle Don, the state of the agrolandscapes at the considered landfill was assessed using GIS technologies that allow for rapid processing, transmission of information, creation of cartographic information, and rapid analysis of processes occurring in large areas of the country. According to the revealed dependences of the speed of the processes occurring, the future prerequisites for the development of the studied landscape are established. Using computer programs that perform the necessary operations to link the necessary information, data calculations, and generalization of a huge amount of data, the following tasks were performed: the methodology for creating electronic maps was studied; land ownership was determined, a map of functional zoning of the test site was created; an isolinear elevation map was developed; a catchment map was developed; a map of terrain slopes was developed; a map of slope exposure was developed; which in the future will allow developing a long-term plan for restoring disturbed landscapes within the test polygon.

References

1. Afonin A. N., Sokolov Yu. V. Ecological-geographical analysis and modeling of the distribution of biological objects using GIS. SPb: Publishing house of VVM, 2018. 121 p.

2. Methodology for assessing the erosional state of agricultural landscapes based on remote sensing materials / A. S. Rulev, E. A. Litvinov, M. M. Kochkar, O. M. Vorobieva // Bulletin of the

Nizhnevolzhsky agricultural university complex: science and higher professional education. 2011. No. 4 (24). P. 51-57.

3. Rulev A. S., Yuferev V. G., Rulev G. A. Soil-geomorphological catena "Maly Syrt - Caspian Sea" // *Geomorphology*. 2020. No. 1. P. 22-33.

4. Rulev A. S., Yuferev V. G. Geoinformation analysis of landscape catenas of the Volga-Ilovinsky interfluvium // *Vestn. Volgogr. state un-that. Ser. 11. Natural sciences*. 2012. No 2 (4). P. 56-64.

5. Rulev A. S., Yuferev V. G., Yuferev M. V. Geoinformation mapping and modeling of erosional landscapes. Volgograd: VNIALMI, 2015. 150 p.

6. Rulev A. S., Yuferev V. G., Yuferev M. V. Methodology of geoinformation modeling // *Vestn. Russian Academy of Agricultural Sciences*. 2011. No 5. P. 5-6.

7. Rulev A. S., Kosheleva O. Yu., Shinkarenko S. S. Geomorphological criteria for landscape landscaping (on the example of Eltonia) // *Geomorphology*. 2017. No. 2. P. 63-71.

8. Sizov A. P., Khabarov D. A., Khabarova I. A. New approaches to the development of methods for the formation of semantic information for land monitoring based on the processing and analysis of cartographic information // *Bulletin of higher educational institutions "Geodesy and aerial photography"*. 2018. Vol. 62. No. 4. P. 434-441.

9. Khabarova I. A., Nepoklonov V. B. Land degradation of the south of the Russian Federation // *Proceedings of higher educational institutions "Geodesy and aerial photography"*. 2017. Vol. 61. No. 2. P. 111-115.

10. Degradation of landscapes in the South of the Privolzhsky Upland / V. G. Yuferev, A. A. Zavalin, Y. N. Pleskachev, A. V. Vdovenko, S. D. Fomin, E. S. Vorontsova // *Journal of Forest Science*. 2019. No. 65. P. 195-202.

11. Drăguț L., Eisank C. Automated object-based classification of topography from SRTM data // *Geomorphology*. 2012. Vol. 141-142. P. 21-33.

12. Florinsky I. Digital terrain analysis in soil science and geology. Amsterdam: Elsevier Academic Press, 2012. 379 p.

13. Kuzmina Zh. V., Shinkarenko S. S., Solodovnikov D. A. Main Tendencies in the Dynamics of Floodplain Eco-systems and Landscapes of the Lower Reaches of the SyrDarya River under Modern Changing Conditions // *Arid Ecosystems*. 2019. V. 9. No 4. P. 226-236.

Authors Information

Silova Victoria Alexandrovna, junior researcher of laboratory of GIS modeling and mapping of agroforest landscape FSC of agroecology RAS (Russia, 400062, Volgograd, University ave., 97). E-mail: E-mail: viktoriatem@mail.ru

Информация об авторе

Силова Виктория Александровна, младший научный сотрудник лаборатории геоинформационного моделирования и картографирования агролесоландшафтов ФНЦ агроэкологии РАН (РФ, 400062, г. Волгоград, пр-т Университетский, 97), E-mail: viktoriatem@mail.ru