

УДК 911.3

Е. В. Денисова

Применение геоинформационных технологий для формирования устойчивой системы использования сельскохозяйственных угодий на основе почвенных обследований

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук», г. Волгоград
e-mail: denisov.00@mail.ru

Аннотация. Использование пространственных данных о наличии и состоянии земельных ресурсов, их местоположении, порядке использования, позволяет сформировать систему социально-экономических и экологических мероприятий, направленную на совершенствование земельной политики и эффективного управления земельными ресурсами. Качественное и количественное состояние почвенных угодий является определяющим для совершенствования структуры землепользования и выстраивания высокоэффективного сельскохозяйственного производства в разрезе муниципальных образований. В задачи исследования входило уточнение границ почвенных комплексов и разновидностей, их пространственного расположения, площадей на территории исследования. Уточнены персональные характеристики Харьковского муниципального образования Старополтавского района Волгоградской области: минимальные и максимальные высоты (21 м; 63 м), перепад высот по всей территории – 42 м, максимальная крутизна склона 2,67°. Общая площадь поселения 22438,0 га, из которых 16938,0 га или 75,5 % приходится на пашню. Крутизна склона на пахотных угодьях колеблется от 0,57° до 2,67°. Обследованию подлежали 107 участков пашни, средний угол склона по всем участкам пашни равен 1,56°. Уточнение почвенных разновидностей в границах поселения позволило выявить наиболее распространенные, а именно, каштановые с солонцами каштановыми 10-25 % площадью 7032,5 га (41,5 %). Конкретизация крутизны по основным видам почв в границах поселения определило ее значение – 0,6°, что способствует получению объективных и достоверных сведений на конкретной территории и проводить предварительную оценку использования земель сельскохозяйственного значения на перспективу. Предложен перечень мероприятий, направленный на формирование устойчивой системы ведения сельхозпроизводства для конкретной территории.

Ключевые слова: агроландшафт, геоинформационные технологии, зонирование, пашня, плодородие, режим использования.

Введение

Территории сельских поселений в текущих социально-экономических условиях являются сложными многофункциональными комплексами,

предназначенными для стабильного экономического подъема, расширения объемов производства сельскохозяйственной продукции, повышения уровня и качества жизни населения, эффективного ведения сельского хозяйства, а также рационального использования земель.

В сельской местности продуктивная земля выступает в качестве главного средства производства, она обладает плодородием, но и несет на себе наибольшую антропогенную нагрузку, для снижения которой необходимо научно-методическое обеспечение, основанное на современных исследованиях, как отдельных компонентов, так и всего агроландшафта [1; 2].

В населённых пунктах земля представляет собой лишь пространственный базис для размещения объектов капитального строительства (зданий, сооружений, объектов инфраструктуры и др.), а плодородие земель здесь не играет решающего значения [3].

Сохранение почвенного плодородия, рациональное использование земельных ресурсов является чрезвычайно важным и сложным вопросом современного земледелия, который необходимо осуществлять всеми землепользователями, с учетом местных условий и интенсивности протекания эрозионных процессов.

Почвенные обследования и изыскания необходимы для получения информации о состоянии земель, в том числе почвенного покрова, для целей выявления деградированных и нарушенных земель, а также для планирования мероприятий по эффективному планированию и организации использования угодий. Проведение таких обследований и изысканий с использованием аэрокосмических исследований, в совокупности с геоинформационными технологиями и компьютерным моделированием является особенно актуальным и востребованным.

Материалы и методы

Дистанционные способы и геоинформационные технологии позволяют выполнить тематическое картографирование по учету, использованию и сохранению земельных ресурсов, оценивать применяемые способы получения продукции, а также устанавливать ценность основного средства производства.

Для формирования устойчивой системы использования земельных угодий на территории исследуемого поселения, характера и наличия земельных ресурсов в его границах огромное значение имеют дистанционные методы исследований, которые обеспечивают достоверность и объективность полученной информации о состоянии и использовании земель всех категорий, их местоположения, площадях и позволяют сформировать комплексный системный подход к оценке земель, степени их вовлеченности в производственные процессы, а также уровень их деградации и сохранности [4-6].

Методология геоинформационного анализа базируется на точном позиционировании и размещении объектов исследуемой территории с использованием пространственных данных, специализированных геодезических, спутниковых систем, выполняющих съемку с определенной точностью. Точность геопозиционирования космоснимков определяется характеристиками съемочной аппаратуры спутников и составляет 0,5 разрешения изображения. Разрешение космоснимка для исследований пашни выбирается от 1 до 15 м.

Для геоинформационного анализа и реализации обработки пространственных данных используется программный комплекс QGIS 3.12, распространяемый свободно. Космоснимки в настоящее время являются основным источником объективной информации [7-9] об объектах изучения. Наиболее доступными для большинства исследователей являются космоснимки со спутников «Sentinel 2», «Landsat-8» или «Landsat-7», размещенные на ГИС - сервисах для свободного использования и позволяющие проводить весь комплекс исследований, связанных с получением информации о состоянии сельскохозяйственных угодий [10]. Для получения данных о высотах использовалась глобальная цифровая модель рельефа SRTM 3 (<https://scihub.copernicus.eu/dhus>, 2021; <https://srtm.csi.cgiar.org>, 2021). Для получения данной космофотокарты был использован снимки со спутника «Sentinel 2», от 08.07.2020 г. ID: L1C_T38UMU_A026344-2020-07-08 и ID: L1C – T38UNU-A026344-20200708.

Результаты и обсуждение

Почвенные обследования и изыскания необходимы для получения информации о состоянии земельных ресурсов, позволяют учитывать разнообразие условий использования природных ресурсов, уникальных почвенных характеристик каждого региона, устойчивость сельского хозяйства к погодным изменениям, а также адаптивных возможностей культивируемых растений в системе сельскохозяйственного использования.

Харьковское муниципальное образование расположено в северо-восточной части Старополтавского района Волгоградской области, на территории с координатами 50°25'23" с. ш. 46°48'57" в. д. Административным центром выступает с. Харьковка, с населением 920 человек и площадью 22809 га. Определены персональные характеристики поселения: минимальная отметка высоты – 21 м, максимальная – 63 м, перепад высот по всей территории составляет 42 м, максимальная крутизна склона 2,67°, среднее значение крутизны склона составляет 0,58°.

Природные особенности поселения и всего района в целом, являются благоприятными для развития растениеводства и животноводства. Большая площадь пашни поселения приходится на массивы каштановых комплексов с солонцами каштановыми 10-25 %, которые занимают 7032,5 га или 31,3 % поселения (табл. 1).

Таблица 1

Основные показатели, характеризующие Харьковское муниципальное образование Старополтавского района Волгоградской области

Наименование показателей	Значение	Единицы измерения
Площадь поселения	22438	га
Периметр	80,5	км
Перепад высот	42	м
Средний угол склона	0,58	град
Площадь исследуемой пашни	16938	га
Максимальный уклон пашни	2,67	град

Содержание гумуса	3,0	%
Балл бонитета	59	балл
Почвы и почвенные комплексы:		
- каштановые	5697,8	га
- каштановые с солонцами каштановыми 10-25%	7032,5	
- каштановые с солонцами каштановыми 25-50%	6242,0	
- светло-каштановые солонцеватые с солонцами каштановыми 10-25%	518,9	
- каштановые солонцеватые с солонцами каштановыми 25-50%	2791,3	
- солонцы каштановые с каштановыми солонцеватыми 25-50%	101,2	

Составлено авторами

Картографический мониторинг является достаточно популярным в сельскохозяйственной отрасли и предназначен для слежения за состоянием, уровнем и интенсивностью использования угодий [11].

Уточнение границ типов почв и почвенных разновидностей в границах муниципального образования Старополтавского района способствует развитию дифференцированного сельскохозяйственного производства и направлено на экономический рост региона.

Качество сельскохозяйственных угодий определяется плодородием, который отражает балл бонитета. В исследуемом муниципальном образовании балл бонитета равен 59, что выше среднерайонного (56).

Высокая степень интенсивности сельскохозяйственного производства отражается в наличие распаханых участков пашни, площадью 16938 га. Общее количество обследованных участков пашни – 107, средний угол склона по всем участкам пашни составляет 1,56°. Большая часть пахотных угодий 15761,4 га (93,5 %) имеет средний уклон пашни 1,5°. Суммарная площадь участков пашни, расположенных на склонах более 2,5° составляет 1020,9 га или 6 % (рис. 1).

Уточнение средней крутизны по типам почв (табл. 2) позволило определить величину – 0,6°. Таким образом, на основе геоинформационного водная эрозия на 98,6 % территории не проявляется.

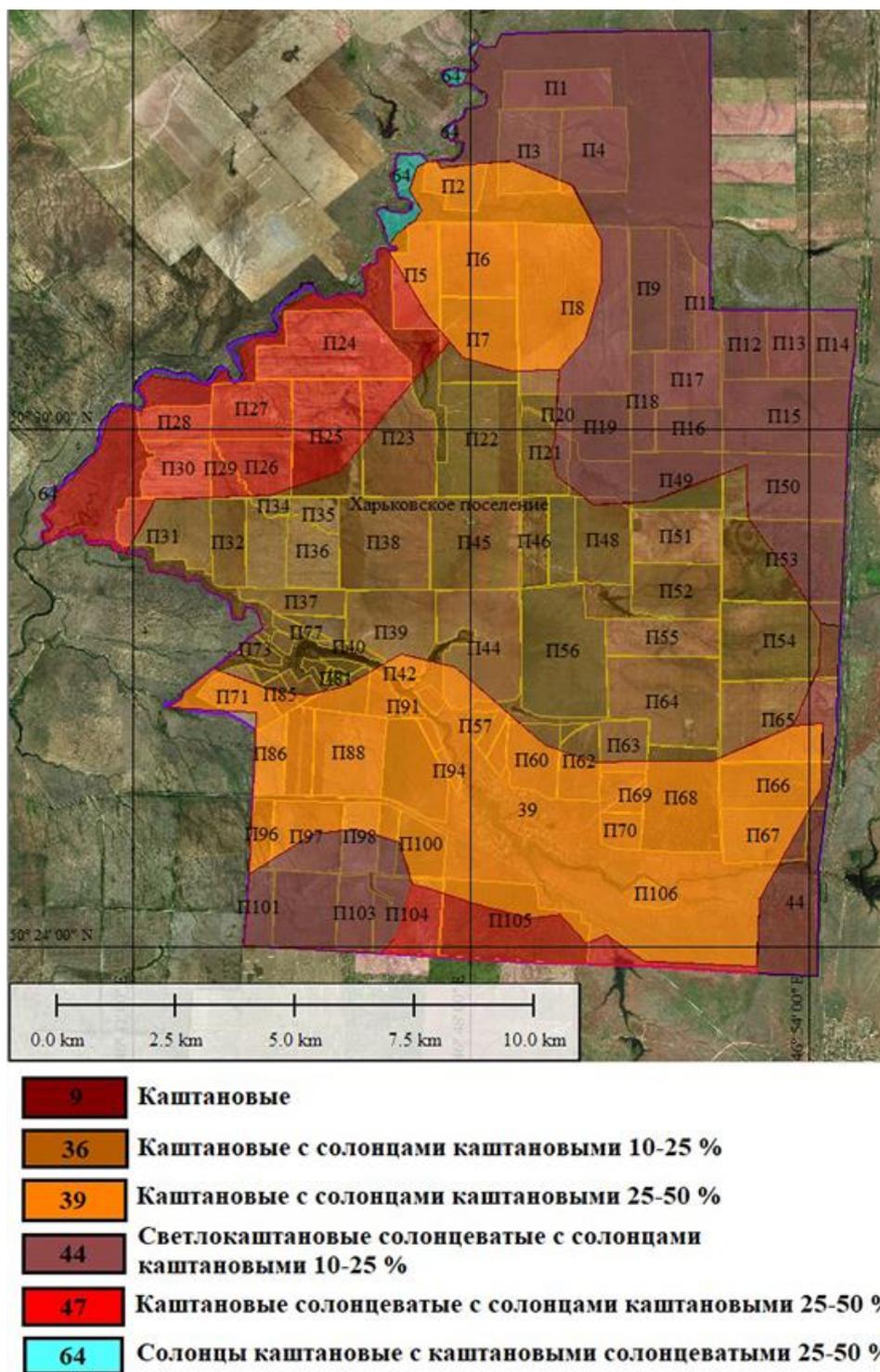


Рис. 1. Карта расположения контуров пашни на почвенных комплексах Харьковского муниципального образования

Составлено автором

Таблица 2

Характеристика почв и почвенных комплексов Харьковского муниципального образования

Индекс	Название почв и почвенных комплексов	Площадь, га	Содержание гумуса, %	Средняя крутизна по почвенному комплексу, град
9 (К ₂)	Каштановые	5697,84	3	0,57
36 (К ₂ -С _{Н*} ^К)	Каштановые с солонцами каштановыми 10-25%	7023,7	3	0,56
39 (К ₂ -С _{Н**} ^К)	Каштановые с солонцами каштановыми 25-50%	6245,0	3	0,58
44 (К ₁ ^{СН} -С _{Н*} ^К)	Светлокаштановые солонцеватые с солонцами каштановыми 10-25%	518,9	2	0,64
47 (К ₂ ^{СН} -С _{Н**} ^К)	Каштановые солонцеватые с солонцами каштановыми 25-50%	2835,8	3	0,56
64 (С _{Н-} ^К -К ₂ ^{СН**})	Солонцы каштановые с каштановыми солонцеватыми 25-50%	100,77	3	0,75
Итого		22422,0		

Составлено авторами

Выводы

В виду нарастающей угрозы разрушения земель, развитию эрозийных процессов необходимо прислушаться к исторически сложившимся законам природы и строить сельскохозяйственное производство на методиках устойчивой организации территории и использования земельных ресурсов, что позволит улучшить результат их производительности, снизит риск дальнейшего ухудшения эродированных земель, повысит урожайность возделываемых культур.

Возможности геоинформационных технологий направлены на решение сложных задач по моделированию агроландшафтов, предоставляют возможность исследовать в короткие сроки большие территории с высокой точностью и разрабатывать комплексные мероприятия по защите и поддержанию аграрного потенциала рассматриваемого региона, а также проводить предварительную оценку современного и перспективного использования земель сельскохозяйственного назначения.

Данный подход позволяет сформировать систему мероприятий, направленных на формирование устойчивой системы ведения сельскохозяйственного производства, а именно:

- мониторинг, учет и наблюдение за количественными и качественными изменениями земельных ресурсов в разрезе каждого муниципального поселения на основе современных геоинформационных методов и технологий;
- создание и обеспечение централизованного хранения информации в электронной форме, включая графическую часть;
- разработка современного картографического материала;
- применение адаптивной системы ведения производства для каждой конкретной территории.

Работа выполнена в соответствии с Государственным заданием FNFE-2022-0003 «Теоретические основы функционирования и природно-антропогенной трансформации агролесомелиоративных комплексов в переходных природно-географических зонах, закономерности и прогноз их деградации и опустынивания на основе геоинформационных технологий, аэрокосмических методов и математического картографического моделирования в современных условиях».

Литература

1. Глотов А. А. Применение данных о рельефе для эффективного использования сельскохозяйственных земель // Геопрофи. 2013. № 4. С. 20–22.
2. Смирнова Л. Г., Нарожняя А. Г., Кривоконь Ю. Л., Петрякова А. А. Применение геоинформационных систем для агроэкологической оценки земель при проектировании адаптивноландшафтных систем земледелия // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 11. С. 11–14.
3. 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.
4. Мельникова Е. Б. Аэрокосмический мониторинг нарушенных сельскохозяйственных земель // Изв. вузов «Геодезия и аэрофотосъемка». 2010. № 2. С. 75–78.
5. Папаскири Т. В., Ананичева Е. П. Информационное взаимодействие с сервисами цифрового землеустройства // Московский экономический журнал. 2020. № 7. С. 260-267.
6. Papaskiri T. V., Kasyanov A. E., Alekseenko N. N., Semochkin V. N., Ananicheva E. P. and Shevchuk A. A. Digital land management, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 350 (2019) 012065 // 8p., doi:10.1088/1755-1315/350/1/012065 https://iopscience.iop.org/1755-1315/350/1/012065/pdf/EES_350_1_012065.pdf
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.
8. Rawat J. S., Kumar Manish. 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, Is. 1, p. 77–84.

9. 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.
10. 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.
11. Лебедев П.П., Сизов А.П., Донцов А.В. Карты в системе мониторинга земель // *Московский экономический журнал*. 2018. № 5(1). С. 66-74.

E. V. Denisova

Application of geoinformation technologies for the formation of a sustainable system of agricultural land use based on soil surveys

Federal Scientific Center for Agroecology, Integrated Land Melioration and Protective Aforestation of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russian Federation
e-mail: denisov.00@mail.ru

Abstract. *The use of spatial data on the availability and condition of land resources, their location, the order of use, allows us to form a system of socio-economic and environmental measures aimed at improving land policy and effective management of land resources. The qualitative and quantitative state of soil lands is crucial for improving the structure of land use and building highly efficient agricultural production in the context of municipalities. The objectives of the study included clarifying the boundaries of soil complexes and varieties, their spatial location, and areas in the study area. The personal characteristics of the Kharkiv municipality of the Staropoltavsky district of the Volgograd region have been clarified: minimum and maximum heights (21 m; 63 m), the height difference throughout the territory is 42 m, the maximum slope steepness is 2.67°. The total area of the settlement is 22438.0 ha, of which 16938.0 ha or 75.5 % is arable land. The slope steepness on arable land ranges from 0.57° to 2.67°. 107 plots of arable land were subject to the survey, the average slope angle for all plots of arable land is 1.56°. Clarification of soil varieties within the boundaries of the settlement allowed us to identify the most common, namely, chestnut with chestnut solonets 10-25 % with an area of 7032.5 hectares (41.5 %). The specification of the steepness of the main types of soils within the boundaries of the settlement determined its value – 0.6°, which contributes to obtaining objective and reliable information on a specific territory and to conduct a preliminary assessment of the use of agricultural land in the future. A list of measures aimed at the formation of a sustainable system of agricultural production for a specific territory is proposed.*

Keywords: *agrolandscape, geoinformation technologies, zoning, arable land, fertility, mode of use.*

References

1. Glotov A. A. Primenenie dannykh o rel'efe dlya effektivnogo ispol'zovaniya sel'skokhozyaistvennykh zemel' [Application of relief data for efficient use of agricultural land], *Geoprofi*, 2013, no. 4. p. 20–22. (In Russian)

2. Smirnova L. G., Narozhnyaya A. G., Krivokon' Yu. L., Petryakova A. A. Primenenie geoinformatsionnykh sistem dlya agroekologicheskoi otsenki zemel' pri proektirovanii adaptivnolandshaftnykh sistem zemledeliya [Application of geoinformation systems for agroecological assessment of lands in the design of adaptive landscape farming systems], Achievements of science and technology of agriculture, 2011, no. 11, p. 11–14. (In Russian)
3. 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.
4. Mel'nikova E. B. Aerokosmicheskii monitoring narushennykh sel'skokhozyaistvennykh zemel' [Aerospace monitoring of disturbed agricultural land], Izv. universities Geodesy and aerial photography, 2010, no. 2, p. 75–78. (In Russian)
5. Papaskiri T. V., Ananicheva E. P. Informatsionnoe vzaimodeistvie s servisami tsifrovogo zemleustroistva [Informational interaction with digital land management services], Moscow Economic Journal, 2020, no. 7, p. 260-267. (In Russian)
6. Papaskiri T. V., Kasyanov A. E., Alekseenko N. N., Semochkin V. N., Ananicheva E.P. and Shevchuk A.A. Digital land management, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 350 (2019) 012065 // 8 p., doi:10.1088/1755-1315/350/1/012065 https://iopscience.iop.org/1755-1315/350/1/012065/pdf/EES_350_1_012065.pdf
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.
8. Rawat J. S., Kumar Manish. 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, Is. 1, p. 77–84.
9. 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.
10. 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.
11. Lebedev P. P., Sizov A. P., Dontsov A. V. Karty v sisteme monitoringa zemel' [Maps in the land monitoring system], Moscow Economic Journal, 2018. no. 5(1), p. 66-74. (In Russian)

Поступила в редакцию 10.10.2022 г..