Экология и водное хозяйство. 2021. Т. 3, № 2. С. 75–86.
Ecology and water management. 2021. Vol. 3, no. 2. P. 75–86.

ЭКОЛОГИЯ

Обзорная статья
УДК 631.6.02
doi: 10.31774/2658-7890-2021-3-2-75-86

# Актуальность применения геоинформационных систем (ГИС) для современной оценки степени деградации сельскохозяйственных земель

**Анастасия Петровна Суровикина[1], Александра Васильевна Слабунова[2]**
[1,2]Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Российская Федерация
[1]nastenka35sur1997@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0002-2966-6485
[2]shura242007@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0001-6769-3866

***Аннотация.*** **Цель:** определение и анализ актуальности применения геоинформационных систем (ГИС) при оценке степени деградации сельскохозяйственных земель в результате эрозионных процессов. **Обсуждение:** статья посвящена проблеме изучения современных методов оценки состояния сельскохозяйственных земель, подверженных негативным процессам. Водная и ветровая эрозия (дефляция) – наиболее масштабные и вредоносные виды деградации почв. Так, наибольшее распространение на сельскохозяйственных землях РФ получила водная эрозия (19,32 % от территории обследованных угодий). Основной инструмент выявления деградационных процессов почв – система мониторинга, а наиболее эффективный и перспективный метод оценки степени деградации земель – метод дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Все вышеперечисленное в совокупности с мелиоративными приемами (мелиорация земель, полезащитное лесоразведение и т. п.) является средством сохранения и повышения качества сельскохозяйственных земельных ресурсов, в т. ч. подверженных эрозии и дефляции. Представлены основные преимущества и примеры выявления деградации почв с применением данных ДДЗ. Выполнен анализ сведений о распространении негативных процессов на землях РФ. Исходя из анализа современного состояния эродированности земель, становится остро необходимым проведение комплекса мероприятий по стабилизации и восстановлению плодородия почв сельскохозяйственных угодий. **Выводы:** объективные и достоверные данные о состоянии эродированности земель возможно получить только при сочетании наземного (агрохимические изыскания) и дистанционного методов зондирования Земли. Так как оценка степени и территориального распространения видов деградации почв может осуществляться с высокой достоверностью при использовании материалов аэрокосмической фотосъемки и данных наземных исследований, то необходимо более широко использовать, помимо полевых обследований, дистанционные методы зондирования Земли и геоинформационные системы.

***Ключевые слова:*** мониторинг, деградация, эродированность, земли сельскохозяйственного назначения, дистанционное зондирование Земли

ECOLOGY

Review article

# The relevance of the use of geographic information systems (GIS) for a modern degree evaluation of agricultural land degradation

© Суровикина А. П., Слабунова А. В., 2021

Экология и водное хозяйство. 2021. Т. 3, № 2. С. 75–86.
Ecology and water management. 2021. Vol. 3, no. 2. P. 75–86.

**Anastasiya P. Surovikina[1], Alexandra V. Slabunova[2]**
[1, 2]Russian Scientific Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russian Federation
[1]nastenka35sur1997@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0002-2966-6485
[2]shura242007@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0001-6769-3866

***Abstract.*** **Purpose:** determination and analysis of the relevance of the geographic information systems (GIS) use in assessing the degradation degree of agricultural land as a result of erosion processes. **Discussion:** the article is devoted to the problem of studying modern methods for assessing the state of agricultural lands subject to negative processes. Water and wind erosion (deflation) are the most widespread and harmful types of soil degradation. So, water erosion (19.32 % of the territory of the surveyed lands) is the most widespread on the agricultural lands of the Russian Federation. The main tool for identifying soil degradation processes is the monitoring system, and the most effective and promising method for assessing the degree of land degradation is the Earth remote sensing (ERS) method. All of the above, together with reclamation techniques (land reclamation, field-protective afforestation, etc.) is a means of preserving and improving the quality of agricultural land resources, including those prone to erosion and deflation. The main advantages and examples of detecting soil degradation using remote sensing data are presented. The analysis of information on the spread of negative processes on the lands of the Russian Federation is carried out. Based on the analysis of the current state of land erosion, it becomes urgently necessary to carry out a set of measures to stabilize and restore the fertility of agricultural land. **Conclusions:** objective and reliable data on the state of soil erosion can be obtained only by combining ground (agrochemical surveys) and remote sensing methods of the Earth. Since the assessment of the degree and territorial distribution of soil degradation types can be carried out with high reliability using aerospace photography materials and ground-based research data, it is necessary to use remote sensing methods of the Earth and geographic information systems more widely, in addition to field surveys.

***Keywords:*** monitoring, degradation, erodibility, agricultural lands, remote sensing of the Earth

**Введение.** Земли сельскохозяйственного назначения представляют собой основу продовольственной безопасности страны. По данным Росреестра, на 01.01.2020 [1] доля сельскохозяйственных угодий в структуре всего земельного фонда РФ составляет 381,7 млн га, или 22,3 %.

Основой эффективного сельскохозяйственного производства является сохранение и повышение плодородия почв. В настоящее время сельскохозяйственные угодья страны подвержены развитию и распространению негативных процессов, являющихся одной из главных причин потерь ресурсного потенциала почв и, как следствие, снижения урожайности произрастающих на них культур [2].

Среди многочисленных факторов, оказывающих отрицательное воз-

действие на земельные ресурсы, следует выделить водную эрозию и дефляцию (ветровую эрозию) [3]. Указанные процессы являются наиболее масштабным и вредоносным фактором деградации почв и характеризуются широким распространением, глубиной и необратимостью изменений почвенного покрова.

**Обсуждение.** В рамках изучения проблемы был выполнен анализ сведений о распространении негативных процессов на территории РФ (таблица 1).

**Таблица 1 – Распространение негативных процессов на территории Российской Федерации [4]**

| Наименование территории | Обследовано сельхозугодий, тыс. га | Ветровая эрозия | | Водная эрозия | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | тыс. га | % | тыс. га | % |
| РФ | 12773,37 | 1643,76 | 12,9 | 2467,92 | 19,3 |
| Центральный федеральный округ (ФО) | 2802,18 | 55,12 | 2,0 | 177,01 | 6,3 |
| Северо-Западный ФО | 516,7 | 0 | 0 | 14,33 | 2,8 |
| Южный ФО | 2387,69 | 375,13 | 15,7 | 542,20 | 22,7 |
| Северо-Кавказский ФО | 727,87 | 176,86 | 24,3 | 186,54 | 25,6 |
| Приволжский ФО | 3021,26 | 566,24 | 18,7 | 1132,20 | 37,5 |
| Уральский ФО | 884,90 | 2,49 | 0,3 | 6,33 | 0,7 |
| Сибирский ФО | 1984,92 | 451,73 | 22,8 | 396,36 | 20 |
| Дальневосточный ФО | 447,88 | 16,19 | 3,6 | 12,95 | 2,9 |
| Общее количество земель | 25546,77 | 3287,52 | 12,87 | 4935,84 | 19,32 |

Следует отметить, что наибольшее распространение на сельскохозяйственных землях получила водная эрозия (19,32 % от территории обследованных угодий). В большей степени территория Приволжского ФО подвержена развитию негативных факторов. Необходимость проведения комплекса мероприятий по стабилизации и восстановлению плодородия почв сельскохозяйственных угодий обуславливается анализом современного состояния эродированности земель.

Своевременное выявление и предотвращение развития негативных процессов, а также принятие эффективных управленческих решений по рациональному наращиванию сельхозтоваропроизводства на землях

сельскохозяйственных угодий – одни из приоритетных и первостепенных задач государства [5].

В настоящее время в России основным инструментом выявления деградационных процессов почв является система мониторинга, позволяющая определить необходимость мелиоративных приемов (мелиорация земель, полезащитное лесоразведение и т. п.), которые, в свою очередь, позволяют сохранить и повысить качество сельскохозяйственных земельных ресурсов, в т. ч. подверженных эрозии и дефляции.

Указанная система включает в себя оценку почв, выявление степени деградации земельных ресурсов, наблюдение за динамикой эрозионных процессов, определение факторов и источников возникновения деградации, подготовку обоснованных решений по совершенствованию земельного законодательства [6].

Мониторинг земель сельскохозяйственного назначения осуществляется в соответствии с приказом Министерства сельского хозяйства РФ от 24.12.2015 № 664 «Об утверждении Порядка осуществления государственного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения» [7].

В соответствии с этим приказом [7], мониторинг состояния сельскохозяйственных земельных ресурсов, в т. ч. подверженных эрозии и дефляции, выполняется на основании материалов проведения мониторинга состояния сельскохозяйственных земельных ресурсов:

- данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ);
- сеть тестовых полигонов;
- наземные съемки, наблюдения и обследования;
- землеустроительная документация;
- инвентаризация и обследование земель;
- данные, представленные органами государственной власти и органами местного самоуправления.

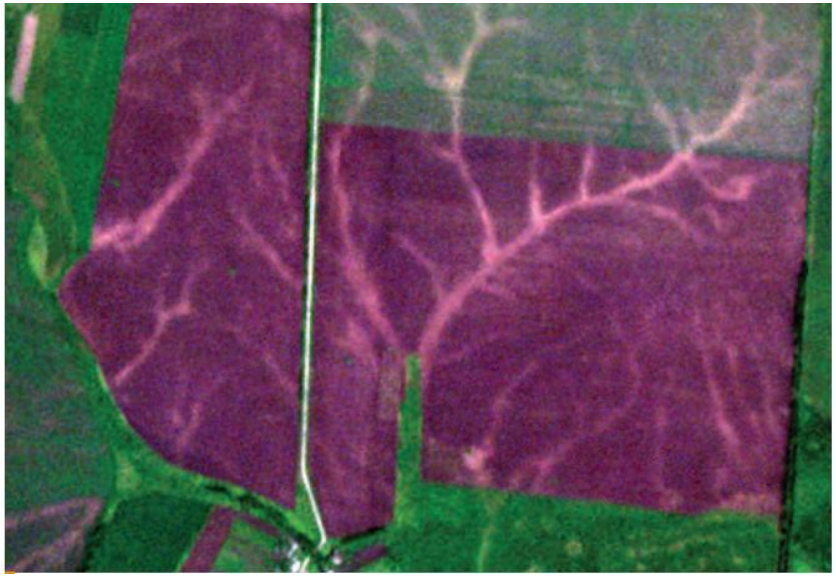
Работы по выявлению деградированных земель выполняются при крупномасштабных почвенных обследованиях, которые проводятся планово через каждые 20–25 лет с целью выявления существенных изменений состояния почв и почвенного покрова [8].

Ежегодный мониторинг земель осуществляется только на особо опасных эрозионных участках, в результате его сведения о качественном состоянии объекта исследования формируются в виде отчета.

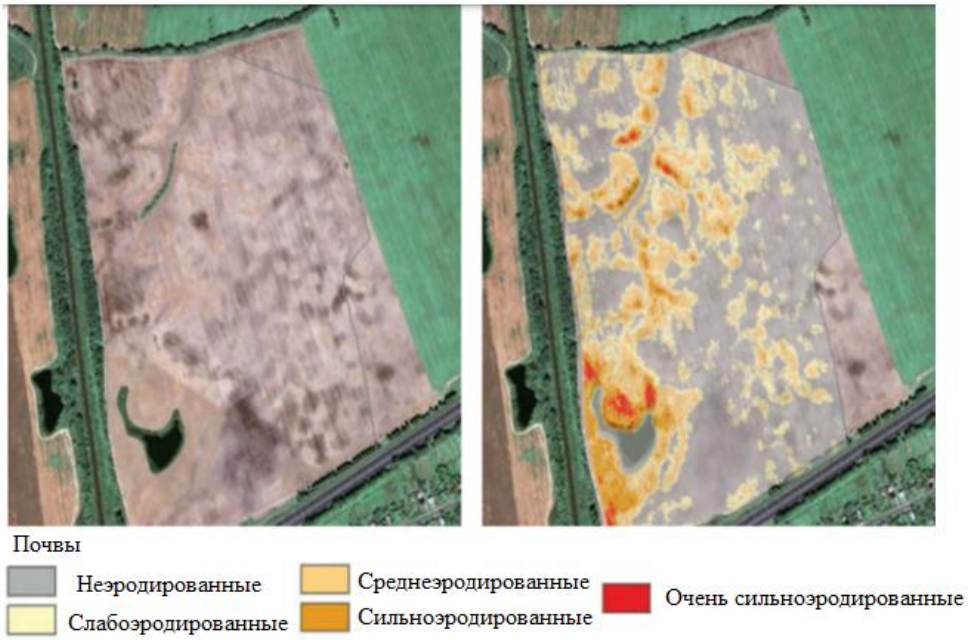
На сегодняшний день имеется всего лишь два действующих нормативных документа [8, 9], регламентирующих определение деградации земель. Данные документы являются устаревшими, требуют актуализации и пересмотра в соответствии с современными требованиями к охране окружающей среды [10] и плодородию почв.

Оценка степени деградации почв – очень ответственный, трудоемкий и трудозатратный процесс, требующий привлечения различных специалистов для выполнения сбора, обработки, анализа необходимой информации и проведения почвенных изысканий и анализов отобранных проб почвы [9, 10]. Поэтому в настоящее время наиболее эффективным и перспективным методом оценки состояния деградации сельскохозяйственных угодий является метод ДЗЗ. Основные преимущества метода: объективность, оперативность, единообразие, обзорность, достоверность и своевременность.

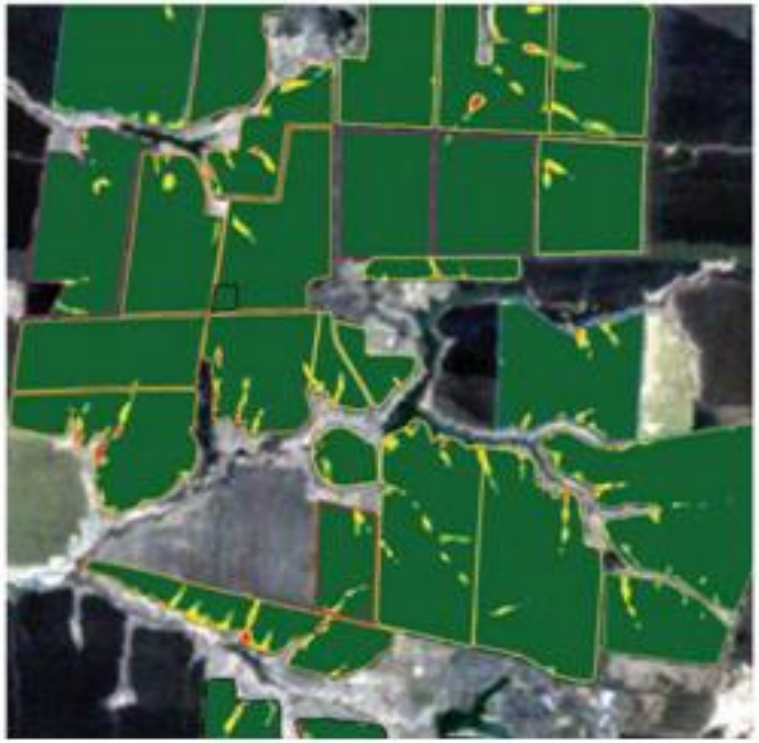
Благодаря широкому охвату территории, указанный метод способствует минимизации временных и материальных затрат при мониторинге сельскохозяйственных земель. Именно ДЗЗ позволяет своевременно и в кратчайшие сроки обнаружить и предотвратить деградацию земельных ресурсов [11]. Примеры выявления деградации почв с применением данных ДЗЗ представлены на рисунке 1.



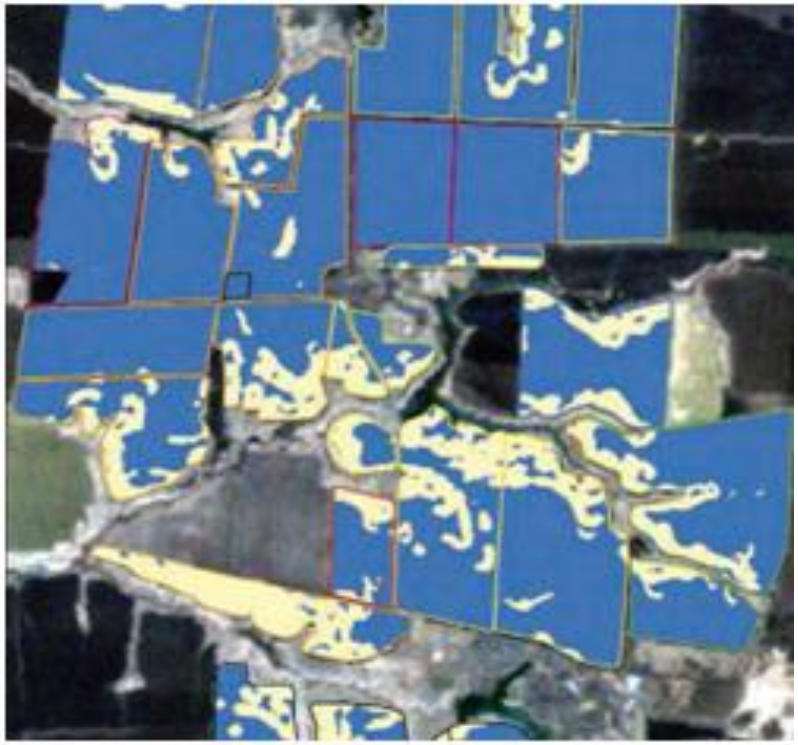
Выявление овражно-балочной эрозии




Определение степени деградации почв по мультиспектральному снимку сверхвысокого разрешения



Выявление развития линейной эрозии с помощью данных ДЗЗ



Выявление развития плоскостной эрозии с помощью данных ДЗЗ

**Рисунок 1 – Примеры выявления деградации почв с применением данных дистанционного зондирования Земли [12]**

Эффективное использование данных ДЗЗ невозможно без применения специализированного программного обеспечения для обработки космических снимков или материалов беспилотных летательных аппаратов (Erdas Imagine, ENVI, INPHO, Intergraph, PCI Geomatica, Photomod, ScanMagic, TNTmips, MultiSpec, Ilwis, Msphinx и др.), а также геоинформационного анализа (ArcGIS, Mapinfo и др.) [13, 14].

Геоинформационные системы (ГИС) играют важную роль в системе дистанционного зондирования, представляя собой средство сбора, обработки, хранения, систематизации, анализа и представления информации, полученной в ходе мониторинга [15].

Основная роль ГИС заключается в возможности пространственной привязки полученной информации. Таким образом, ГИС позволяет [16]:

- определять точные границы эродированных почв;
- изучать формы рельефа, учесть экспозиции склонов;
- изучать антропогенные особенности территории;
- изучать почвообразовательный процесс и составлять характеристику условий возникновения деградационных процессов с учетом ландшафтно-экологических условий.

На территории РФ действуют автоматизированные информационные системы, созданные на основе ГИС: «Единая федеральная информационная система земель сельскохозяйственного назначения» (ЕФИС ЗСН) [17], «Система дистанционного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения» [18, 19]. Их сущность заключается в централизованном использовании материалов мониторинга, предоставлении пользователям актуальной, регулярно обновляемой информации и повышении качества управленческих решений в области предотвращения деградационных процессов сельскохозяйственных земель.

**Выводы.** Объективные и достоверные данные о состоянии эродиро-

ванности земель возможно получить только при сочетании наземного (агрохимические изыскания) и дистанционного методов зондирования Земли.

Так как оценка степени и территориального распространения видов деградации почв (водная, ветровая, плоскостная эрозия, линейная эрозия, овражная эрозия) может осуществляться с высокой достоверностью при использовании материалов аэрокосмической фотосъемки и данных наземных исследований, то необходимо более широко использовать, помимо полевых обследований, дистанционные методы зондирования Земли и геоинформационные системы.

## Список источников

1. Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель Российской Федерации. М.: Росреестр, 2020. 206 с.

2. Актуальные проблемы по обеспечению плодородия земель сельскохозяйственного назначения / И. А. Глебова, А. В. Козлов, О. П. Золотарева, П. А. Филатова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 5. С. 52–55.

3. Вальков В. Ф., Казеев К. Ш., Колесников С. И. Экология почв: учеб. пособие для вузов. Ростов н/Д.: УПЛ РГУ, 2004. Ч. 2. 54 с.

4. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения в Российской Федерации в 2019 году. М.: Росинформагротех, 2020. 340 с.

5. Об одобрении Концепции развития государственного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения и земель, используемых или предоставленных для ведения сельского хозяйства в составе земель иных категорий, и формирования государственных информационных ресурсов об этих землях на период до 2020 года [Электронный ресурс]: Распоряжение Правительства РФ от 30 июля 2010 г. № 1292-р (с изм. на 30 мая 2014 г.). Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.

6. Бестаева Н. В., Султангалиева Д. К., Зубова А. Д. Исследование систем мониторинга в сельскохозяйственной сфере // Научный результат. Информационные технологии. 2018. № 1, т. 3. С. 19–24. DOI: 10.18413/2518-1092-2018-3-1-19-24.

7. Об утверждении Порядка осуществления государственного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения [Электронный ресурс]: Приказ Минсельхоза России от 24 дек. 2015 г. № 664: по состоянию на 31 марта 2016 г. Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.

8. Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель [Электронный ресурс]: утв. Госкомземом России, Минприроды России, Минсельхозом России: по состоянию на 15 февр. 1995 г. Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.

9. О методике определения размеров ущерба от деградации почв и земель [Электронный ресурс]: письмо Госкомзема России от 29 июля 1994 г. № 3-14-2/1139: по состоянию на 6 авг. 1994 г. Доступ из ИС «Техэксперт: 6 поколение» Интранет.

10. Об охране окружающей среды: Федер. закон Рос. Федерации от 10 янв. 2002 г. № 7-ФЗ (с изм. на 9 марта 2021 г.): принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 20 дек. 2001 г.: одобрен Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 26 дек. 2001 г. // Российская газета. 2002, 12 янв. № 6.

11. Цыганков Д. Н., Сысенко В. И. Применение данных дистанционного зондирования для мониторинга использования земель сельскохозяйственного назначения // Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета [Электронный ресурс]. 2012. № 2. С. 304–310. URL: http:scientific-notes.ru/#new-number?id=24 (дата обращения: 24.03.2021).

12. Космический мониторинг в сельском хозяйстве [Электронный ресурс]. URL: https:sovzond.ru (дата обращения: 23.03.2021).

13. Современные методы интеллектуальной обработки данных ДЗЗ / Н. С. Абрамов, Д. А. Макаров, А. А. Талалаев, В. П. Фраленко // Программные системы: теория и приложения [Электронный ресурс]. 2018. № 4(39), т. 9. С. 417–442. URL: http:www.mathnet.ru/php/archive.phtml?wshow=paper&jrnid=ps&paperid=318&option_lang=rus (дата обращения: 24.03.2021). https:doi.org/10.25209/2079-3316-2018-9-4-417-442.

14. Ley R., Yang W., Yang S. System development of making an image map based on Google Earth // Conference Series: Earth and Environmental Science. International Conference on Agriculture Science and Water Resource, 22–25 Jan. 2021. 2021. Vol. 697. № 0120042021. DOI: 10.1088/1755-1315/697/1/012004.

15. Кащенко Н. А., Попов Е. В., Чечин А. В. Геоинформационные системы: учеб. пособие для вузов. Н. Новгород: ННГАСУ, 2012. 130 с.

16. Буряк Ж. А. Совершенствование подходов к оценке эрозионной опасности агроландшафтов с использованием ГИС-технологий // Научные ведомости Белгородского государственного университета. 2014. № 23(194), т. 29. С. 140–146.

17. Блок работы с данными дистанционного зондирования Земли Единой федеральной информационной системы о землях сельскохозяйственного назначения / К. А. Буланов, П. В. Денисов, Е. А. Лупян, А. С. Мартьянов, И. И. Середа, К. А. Трошко, В. А. Толпин, С. А. Барталев, С. А. Хвостиков // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2019. № 3, т. 16. С. 171–182. DOI: 10.21046/2070-7401-2019-16-3-171-182.

18. Ткачева О. А. Мониторинг земель: специфика и технологии ведения // Мониторинг. Наука и технологии. 2016. № 1(26). С. 59–64.

19. Дроздов С. Л., Сладкопевцев С. А. Дистанционные методы оценки природных ресурсов (рельеф и почвы): учеб. пособие. М.: МИИГАиК, 2015. 178 с.

## References

1. *Gosudarstvennyy (natsional'nyy) doklad o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' Rossiyskoy Federatsii* [State (National) Report on the State and Use of Land in the Russian Federation]. Moscow, Rosreestr, 2020. 206 p. (In Russian).

2. Glebova I.A., Kozlov A.V., Zolotareva O.P., Filatova P.A., 2020. *Aktual'nye problemy po obespecheniyu plodorodiya zemel' sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya* [Actual problems of ensuring the fertility of agricultural lands]. *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* [Bull. of Kursk State Agricultural Academy], no. 5, pp. 52-55. (In Russian).

3. Val'kov V.F., Kazeev K.Sh., Kolesnikov S.I., 2004. *Ekologiya pochv: uchebnoe posobie dlya vuzov* [Soil Ecology: Textbook for Universities]. Rostov-on-Don, UPL RSU, pt. 2, 54 p. (In Russian).

4. *Doklad o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya v Rossiyskoy Federatsii v 2019 godu* [Report on the State and Use of Agricultural Land in the Russian Federation in 2019]. Moscow, Rosinformagrotech, 2020, 340 p. (In Russian).

5. *Ob odobrenii Kontseptsii razvitiya gosudarstvennogo monitoringa zemel' sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya i zemel', ispol'zuemykh ili predostavlennykh dlya vedeniya sel'skogo khozyaystva v sostave zemel' inykh kategoriy, i formirovaniya gosudarstvennykh in-*

*formatsionnykh resursov ob etikh zemlyakh na period do 2020 goda* [On approval of the Concept for the development of state monitoring of agricultural lands and lands used or provided for agriculture as part of lands of other categories, and the formation of state information resources about these lands for the period until 2020]. Order of the Government of the Russian Federation of 30 July, 2010, no. 1292-r, as of May 30, 2014. (In Russian).

6. Bestaeva N.V., Sultangalieva D.K., Zubova A.D., 2018. *Issledovanie sistem monitoringa v sel'skokhozyaystvennoy sfere* [Research of monitoring systems in the agricultural sphere]. *Nauchnyy rezul'tat. Informatsionnye tekhnologii* [Scientific Result. Information Technology], no. 1, vol. 3, pp. 19-24, DOI: 10.18413/2518-1092-2018-3-1-19-24. (In Russian).

7. *Ob utverzhdenii Poryadka osushchestvleniya gosudarstvennogo monitoringa zemel' sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya* [On the approval of the Procedure for the implementation of state monitoring of agricultural land]. Order of the Ministry of Agriculture of Russia of 24 December, 2015, no. 664, as of March 31, 2016. (In Russian).

8. *Metodicheskie rekomendatsii po vyyavleniyu degradirovannykh i zagryaznennykh zemel'* [Guidelines for identifying the degraded and contaminated lands]. Approved Goskomzem of Russia, Ministry of Natural Resources of Russia, Ministry of Agriculture of Russia, as of 15 Feb. 1995. (In Russian).

9. *O metodike opredeleniya razmerov ushcherba ot degradatsii pochv i zemel'* [On the methodology for determining the amount of damage from soil and land degradation]. Letter from the State Land Committee of Russia of 29 July, 1994, no. 3-14-2/1139, as of 6 Aug. 1994. (In Russian).

10. *Ob okhrane okruzhayushchey sredy* [On the protection of the environment]. Federal Law of the Russian Federation of 10 Jan., 2002, no. 7-FZ, as amended on March 9, 2021, adopted by the State Duma Federal Meeting Council of Federation Dec. 20, 2001, approved Dec. 26, 2001. Russian newspaper, 2002, 12 Jan., no. 6. (In Russian).

11. Tsygankov D.N., Sysenko V.I., 2012. *Primenenie dannykh distantsionnogo zondirovaniya dlya monitoringa ispol'zovaniya zemel' sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya* [Application of remote sensing data for monitoring the use of agricultural land]. *Uchenye zapiski. Elektronnyy nauchnyy zhurnal Kurskogo gosudarstvennogo universiteta* [Transactions. Electronic Scientific Journal of Kursk State University], no. 2, pp. 304-310, available: http:scientific-notes.ru/#new-number? Id = 24 [accessed 24.03.2021]. (In Russian).

12. *Kosmicheskiy monitoring v selskom khozyaystve* [Space monitoring in agriculture], available: https:sovzond.ru [accessed 23.03.2021]. (In Russian).

13. Abramov N.S., Makarov D.A., Talalaev A.A., Fralenko V.P., 2018. *Sovremennye metody intellektual'noy obrabotki dannykh DZZ* [Modern methods of intelligent processing of remote sensing data]. *Programmnye sistemy: teoriya i prilozheniya* [Program Systems: Theory and Applications], no. 4(39), vol. 9, pp. 417-442, available: http:www.mathnet.ru/php/archive.phtml?wshow=paper&jrnid=ps&paperid=318&option_lang=rus [accessed 24.03.2021], https:doi.org/10.25209/2079-3316-2018-9-4-417-442. (In Russian).

14. Ley R., Yang W., Yang S., 2021. System development of making an image map based on Google Earth. Conference Series: Earth and Environmental Science. International Conference on Agriculture Science and Water Resource, 2021, 22-25 Jan., vol. 697, no. 0120042021, DOI: 10.1088/1755-1315/697/1/012004.

15. Kashchenko N.A., Popov E.V., Chechin A.V., 2012. *Geoinformatsionnye sistemy: uchebnoe posobie dlya vuzov* [Geoinformation Systems: Textbook for Universities]. Nizhny Novgorod, NNGASU, 130 p. (In Russian).

16. Buriak Zh.A., 2014. *Sovershenstvovanie podkhodov k otsenke erozionnoy opasnosti agrolandshaftov s ispol'zovaniem GIS-tekhnologiy* [Improving approaches to assessing the erosion hazard of agricultural landscapes using GIS technologies]. *Nauchnye vedomosti Bel-*

*gorodskogo gosudarstvennogo universiteta* [Scientific Bulletin of Belgorod State University], no. 23(194), vol. 29, pp. 140-146. (In Russian).

17. Bulanov K.A., Denisov P.V., Lupyan E.A., Martyanov A.S., Sereda I.I., Troshko K.A., Tolpin V.A., Bartalev S.A., Khvostikov S.A., 2019. *Blok raboty s dannymi distantsionnogo zondirovaniya Zemli Edinoy federal'noy informatsionnoy sistemy o zemlyakh sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya* [Remote sensing unit of Integrated Federal Information System on Agricultural Lands]. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa* [Modern Problems of Remote Sensing of the Earth from Space], no. 3, vol. 16, pp. 171-182, DOI: 10.21046 / 2070-7401-2019-16-3-171-182. (In Russian).

18. Tkacheva O.A., 2016. *Monitoring zemel': spetsifika i tekhnologii vedeniya* [Land monitoring: specifics and technology]. *Monitoring. Nauka i tekhnologii* [Monitoring. Science and Technology], no. 1(26), pp. 59-64. (In Russian).

19. Drozdov S.L., Sladkopevtsev S.A., 2015. *Distantsionnye metody otsenki prirodnykh resursov (rel'ef i pochvy): uchebnoe posobie* [Remote Methods for Assessing Natural Resources (Relief and Soil): textbook]. Moscow, MIIGAiK, 178 p. (In Russian).

***Информация об авторах***

**А. П. Суровикина** – аспирант, младший научный сотрудник;
**А. В. Слабунова** – старший научный сотрудник, кандидат технических наук.

***Information about the authors***

**A. P. Surovikina** – Postgraduate Student, Junior Researcher;
**A. V. Slabunova** – Senior Researcher, Candidate of Technical Sciences.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

*The authors declare no conflicts of interests.*

*Статья поступила в редакцию 31.03.2021; одобрена после рецензирования 28.05.2021; принята к публикации 10.06.2021.*

*The article was submitted 31.03.2021; approved after reviewing 28.05.2021; accepted for publication 10.06.2021.*