

УДК 33

DOI: 10.34670/AR.2023.42.20.042

Новые технологии мониторинга земель**Белякова Екатерина Владимировна**

Старший преподаватель,
Государственный университет по землеустройству,
105064, Российская Федерация, Москва, ул. Казакова, 15;
e-mail: ekaterinaw@list.ru

Аннотация

Статья посвящена исследованию наиболее распространённых и востребованных новейших технологий мониторинга земель. В частности, в работе охарактеризованы ключевые аспекты эффективности применения таких информационных и инновационных технологий в земельном мониторинге, как дистанционное зондирование земли с использованием БПЛА, ГИС-картографирование, создание и использование ЕФИС ЗСН, технологии трехмерного лазерного сканирования, использование технологий искусственного интеллекта, технология «умное землепользование».

Для цитирования в научных исследованиях

Белякова Е.В. Новые технологии мониторинга земель // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2023. Том 13. № 11А. С. 379-386. DOI: 10.34670/AR.2023.42.20.042

Ключевые слова

Землепользование, технологии, мониторинг, инновации, задачи, использование, наблюдение.

Введение

Актуальность темы исследования обусловлена первостепенно важной ролью использования современных информационных и инновационных технологий при реализации процессов мониторинга земель. Применение новшеств в земельном мониторинге способствует более эффективной реализации процессов управления землепользованием, поскольку именно информационные технологии способны делать более точный анализ наблюдений за землями Российской Федерации, строить более точные планы и прогнозы развития состояния земель. При использовании современных технологий практически исключается человеческий фактор в расчетах и прогнозах, что способствует повышению эффективности земельного мониторинга.

Основная часть

Российским законодателем в положениях норм п. 1 ст. 67 Земельного Кодекса РФ (далее – ЗК РФ) [Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 № 136-ФЗ, 2001] достаточно четко определено понятие мониторинга земель, под которым следует понимать систему, связанную с организацией и проведением наблюдений, оценкой и прогнозированием за состоянием земель. Мониторинг как система наблюдения предназначен для получения фактических и, конечно, реальных данных о самых различных характеристиках участков земельной поверхности, в том числе это касается и плодородия земельных почв, и особенностей сельскохозяйственного назначения земель и других важных составляющих.

Согласно п. 1 ст. 67 ЗК РФ, под объекты земельного мониторинга в России попадают все без исключения земли, находящиеся в пределах территориальных границ страны согласно п. 1 ст. 67 Конституции РФ [Конституция Российской Федерации, 2020].

Действующим российским федеральным законодательством определены также и задачи мониторинга земель, что отражено, в частности, в положениях норм п. 2 ст. 67 ЗК РФ [Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 № 136-ФЗ, 2011]:

– во-первых, одной из ключевых задач земельного мониторинга является слежение за состоянием изменчивости участков земельной поверхности, на основании чего можно построить прогнозы изменения данного состояния, разработать и вовремя принять меры по предотвращению ухудшения состояния земель;

– во-вторых, задача земельного мониторинга состоит также и в информационном обеспечении органов государственной власти и местного самоуправления данными о том, как развиваются земли, в каких пределах находятся те или иные границы земель, например, в части сельскохозяйственного назначения, в каком состоянии находится безопасность окружающей среды на данных землях и прочей информацией;

– в-третьих, задачей земельного мониторинга является также и целевое использование земельных участков, в связи с чем также важно предоставлять результаты мониторинга земель органам государственной власти и местного самоуправления для целей реализации данными властными структурами контрольно-надзорной функции за использованием земельных участков;

– в-четвертых, задача земельного мониторинга состоит также и в информационном обеспечении субъектов предпринимательской деятельности актуальными данными о том, в каком состоянии находятся земли, окружающая среда, природные данные о земельных участках

для целей их эффективного использования в целях бизнеса, в том числе бизнеса в области сельского хозяйства.

Решение перечисленных выше задач связано с реализацией довольно сложных мероприятий по получению данных о состоянии земельных участков. Данное обстоятельство требует применения современных информационных технологий, посредством использования которых можно получить все необходимые сведения о землях, их развитии, состоянии, пригодности для сельскохозяйственных нужд или других целей, учесть факторы, влияющие на годность земельных участков [Вдовенко и др., 2022, 173].

Земельный мониторинг напрямую связан с получением данных в пространственном значении, поскольку земли являются территориально-протяженными объектами наблюдения. В этой связи, как правило, для земельного мониторинга принято использовать спутниковую, фотографическую, видеографическую, геодезическую или картометрическую методику обследования, наблюдения и фиксации данных о земельных участках [Цекоева, 2017, 67].

Среди методов земельного мониторинга также выделяют традиционное наблюдение за состоянием земель, традиционные наземные фото- и видеосъемки, а также дистанционное земельное зондирование [Вдовенко и др., 2022, 173].

Среди наиболее популярных и эффективных технологий, которые активно используются для земельного мониторинга, следует назвать применение беспилотных летательных аппаратов (далее – БПЛА) для целей аэрофотографирования или аэровидеосъемки, аэровидеонаблюдения.

Использование БПЛА способствует получению достаточно точных данных о размерах тех или иных земельных участков. БПЛА удобны в использовании для дистанционного зондирования. При помощи БПЛА можно охватить достаточно обширные участки земной поверхности для наблюдения за их развитием в течение длительных промежутков времени [Липина, Вдовенко, 2019, 51].

Снимки земель с использованием БПЛА в разных временных промежутках дают возможность проанализировать и сравнить то, насколько изменился определенный участок земли.

Заметим также, что в связи с развитием цифровизации, современных информационных технологий, Интернета БПЛА стали активно использоваться в повседневной жизни человека. Данное обстоятельство привело к снижению стоимости БПЛА и более активному их применению в земельном мониторинге. Причем БПЛА могут себе позволить не только государственные органы, непосредственно осуществляющие мониторинг земель, но и субъекты предпринимательской деятельности, и местные органы власти, для которых особенно важно следить за окружающей средой, за целевым использованием земель по назначению.

В связи с активным применением в земельном мониторинге БПЛА повысилась оперативность (быстрота) получения данных о состоянии земельных участков, повысилась и точность этих данных. Данные позитивные моменты применения БПЛА поспособствовали получению и проектированию более достоверных 3D моделей земной поверхности. При этом использование БПЛА во взаимосвязи с гаджетами, смартфонами, компьютерами и другими цифровыми технологиями поспособствовало увеличению точности топографо-геодезических данных о различных участках местности.

Наиболее оптимальными методами контроля за изменением состояния территории земель являются географические информационные системы (далее – ГИС-технологии). В мониторинге земель ГИС-технологии используются для создания карт, данные которых являются

результатами обработки материалов дистанционного зондирования и полевых измерений. ГИС-картографирование позволяет исключить неточности в границах смежных объектов, а обычные бумажные карты создаются на основе цифровых карт [Полухина, Цораева, 2022, 232].

Целью использования ГИС-технологий, как правило, является получение точных данных о координатах местности и построение (на основании полученных данных) географических карт, в том числе цифровых карт, 3D-карт местностей различных участков земной поверхности. ГИС-технологии являются традиционным средством земельного мониторинга, но в связи с их цифровизацией и технологическим развитием их также можно отнести к новым технологиям мониторинга земель, о чем неоднократно упоминается в научной среде [Бочарова, 2021, 6686].

В настоящее время в России использование ГИС-технологий довольно развито, о чем свидетельствуют и официальные статистические данные. Так, согласно имеющимся данным, более 200 российских организаций используют для целей земельного мониторинга самые различные, в том числе инновационные, ГИС-технологии [там же, 6687].

Заметим также, что в связи с важностью земельного мониторинга, что отражено на уровне федерального законодательства в ЗК РФ, актуализируется внимание властей к созданию так называемой Единой федеральной информационной системы земель сельскохозяйственного назначения (далее – ЕФИС ЗСН). ЕФИС ЗСН преследует своей целью более эффективное использование земель для сельскохозяйственных нужд. Развитие сельского хозяйства выступает важным направлением социально-экономического развития страны, поэтому мониторинг земель данной сферы должен активно развиваться, в том числе за счет внедрения более современных технологий. ЕФИС ЗСН призвана включить в себя все имеющиеся данные о состоянии земель сельскохозяйственного назначения, в том числе во взаимосвязи с данными Росреестра и Роскосмоса [Дронова, 2022, 56].

Мониторинг земель может также осуществляться посредством технологии трехмерного лазерного сканирования. В частности, например, системой воздушного лазерного сканирования АГМ-МС3.100, установленной на БПЛА DJI Matrice M600 весной 2020 года была отсканирована территория Кубанского государственного технологического университета. Данным исследованием занимался кандидат технических наук, профессор Д.А. Гура. Д.А. Гура провел довольно тщательную и важную для целей развития земельного мониторинга научную работу, получив с использованием перечисленных выше технологий точки лазерных отражений участков земной поверхности в количестве порядка 31 млн ед. Использование технологии трехмерного лазерного сканирования дает возможность проводить мониторинг земли на участках в ночное время суток, в условиях недостаточной видимости, а также на частично закрытых участках (закрытых объектами инфраструктуры или природным рельефом (например, в гористых участках местности)). Все это особенно важно для развития и повышения эффективности мониторинга земель [Гура, Осенняя, Марковский, 2021, 97].

Одной из современных технологий космического мониторинга земли является применение вегетационного индекса растительности (далее – NDVI). Отражение оперативной информации, полученной с помощью NDVI, открывает новые возможности в мониторинге земель. Вегетационные индексы NDVI, используемые для характеристики растительного покрова, в своей работе основываются на анализе спектральной яркости в красной и ближней инфракрасной зонах. При отклонении значения вегетационного индекса от нормального можно сделать вывод, что существует диспропорция в развитии той или иной части поверхности земли. Эта информация позволяет своевременно определить причину и провести все необходимые мероприятия по ликвидации данной диспропорции на земельных участках. Подразумевается,

что ближняя инфракрасная зона соответствует нулевому количеству растительности. Индексы NDVI в сумме с данными о температуре, осадках, солнечной радиации используются для прогнозирования урожайности, что также используется для решения задач земельного мониторинга, которые утверждены земельным законодательством [Иванников, Жабин, Молодцов, 2018, 369].

Следующим новшеством является использование технологий искусственного интеллекта (далее – ИИ) в мониторинге земель [Касьянов, 2020, 264]. В частности, например, компания «ИнноГеоТех» и университет «Иннополис» в 2021 году протестировали нейросетевой сервис земельного мониторинга местности в Татарстане, в Краснодарском крае, Пермском краях и Иркутской области. Бесспорным преимуществом использования данного нейросетевого сервиса земельного мониторинга является то, что технология способна распознать до 100 земельных участков за 10 минут. Причем распознавание касается самых различных участков местности (горной поверхности, впадин, вырубок, карьерных участков, участков после пожаров и других). Использование искусственного интеллекта в земельном мониторинге только начинает развиваться, но уже демонстрирует довольно впечатляющие результаты, и указанные субъекты РФ смогли увеличить эффективность достоверности данных о мониторинге земель в несколько раз [ИИ для распознавания земельных участков протестирован в Татарстане, Краснодарском и Пермском краях, Иркутской области, www].

Создатели сервиса планируют дальше развивать технологию распознавания земельных участков и зданий по данным дистанционного зондирования земли (далее – ДЗЗ), а также работать над повышением точности детектирования, оптимизации работы алгоритмов, тиражированием работы сервиса в регионах России.

Ярким примером использования искусственного интеллекта в мониторинге земель является система «умное землепользование». Технология умного землепользования также является разновидностью искусственного интеллекта, в том числе и в области мониторинга земельных участков. Данная технология позволяет не только следить за динамикой развития различных участков местности, но и воплощает в себе сразу несколько новейших технологий от ГИС до БПЛА. В рамках умного землепользования можно проанализировать текущее состояние земель, проанализировать сложившуюся динамику развития различных участков земной поверхности, определить влияние разных факторов на землю и на основании всего этого построить прогноз развития того или иного участка. Соответственно, речь идет о том, что на основании статистических данных можно спланировать, например, что и как будет расти на том или ином участке. Следовательно, решается задача прогноза развития земель, которая также отражена в земельном законодательстве.

Заключение

Таким образом, исследование новых технологий на службе задач мониторинга земель позволяет сделать следующие выводы.

Во-первых, мониторинг земель является важнейшим направлением государственного управления землепользованием в целях целесообразного и полного наблюдения за землями страны и построения процессов прогнозирования состояния земель, что легально закреплено в действующем российском федеральном земельном законодательстве. Именно поэтому так важно использовать современные информационные и инновационные технологии для земельного мониторинга, чтобы данный процесс был более оперативным, более точным,

исключающим человеческий фактор и возможное допущение ошибок.

Во-вторых, на сегодняшний день можно выделить следующие эффективные новые технологии мониторинга земель: дистанционное зондирование земли с использованием БПЛА, ГИС-технологии, ГИС-картографирование, создание и использование Единой федеральной информационной системы земель сельскохозяйственного назначения (ЕФИС ЗСН), технологии трехмерного лазерного сканирования, использование технологий искусственного интеллекта, технология «умное землепользование».

Библиография

1. Бочарова Е.И. Применение геоинформационных технологий в мониторинге земель // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. 2021. С. 6684-6688.
2. Вдовенко А.В. и др. Использование инновационных технологий в целях мониторинга земель // Международный научно-исследовательский журнал. 2022. № 1. С. 172-177.
3. Гура Д.А., Осенняя А.В., Марковский И.Г. Мониторинг использования земель с помощью технологии трехмерного лазерного сканирования // Современные проблемы и перспективы развития земельно-имущественных отношений. 2021. С. 94-98.
4. Дронова М.В. Мониторинг земель сельскохозяйственного назначения с применением информационных технологий как основной фактор развития отрасли растениеводства региона // Цифровизация экономики: направления, методы, инструменты. 2022. С. 56-63.
5. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 № 136-ФЗ (ред. от 13.10.2022) // Собрание законодательства РФ. 2001. № 44. Ст. 4147.
6. Землеустройство, охрана и мониторинг земель. URL: <https://cadastre.ru/article/25> (дата обращения: 23.03.2023).
7. Иванников Д.И., Жабин А.А., Молодцов Д.С. Инновации в космическом мониторинге земель сельскохозяйственного назначения // Международный электронный журнал European Researcher. 2018. С. 367-370.
8. ИИ для распознавания земельных участков протестирован в Татарстане, Краснодарском и Пермском краях, Иркутской области. URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Проект:Министерство_природных_ресурсов_Пермского_края_\(Информационная_система_Умный_лес\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Проект:Министерство_природных_ресурсов_Пермского_края_(Информационная_система_Умный_лес)) (дата обращения: 23.03.2023).
9. Касьянов А.Е. Искусственный интеллект в системе мониторинга мелиорируемых земель // Современные проблемы развития мелиорации и пути их решения. 2020. С. 264-268.
10. Конституция Российской Федерации: принята всенародным голосованием 12.12.1993 (с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 01.07.2020) // Собрание законодательства РФ. 2020. № 1. Ст. 1416.
11. Липина Л.Н., Вдовенко А.В. Оценка состояния окружающей среды в районе горнопромышленного освоения с применением ГИС-технологий // Экология промышленного производства. 2019. № 3. С. 51-54.
12. Полухина В.С., Цораева Э.Н. Использование современных информационных технологий в проведении мониторинга земель сельскохозяйственного назначения // Математическое моделирование и информационные технологии при исследовании явлений и процессов в различных сферах деятельности. 2022. С. 230-233.
13. Умное землепользование. URL: <https://cctmcx.ru/digital-cx/umnoe-zemlepolzovanie> (дата обращения: 23.03.2023).
14. Цекоева Ф.К. Мониторинг земель на основе новых технологий // Московский экономический журнал. 2017. № 1. С. 67-71.

New technologies for land monitoring

Ekaterina V. Belyakova

Senior Lecturer,
State University of Land Management,
105064, 15 Kazakova str., Moscow, Russian Federation;
e-mail: ekaterinaw@list.ru

Ekaterina V. Belyakova

Abstract

The article is devoted to the study of the most common and in-demand new technologies of land monitoring. In particular, the paper describes the key aspects of the effectiveness of the use of such information and innovative technologies in land monitoring, such as remote sensing of the earth using UAVs, GIS mapping, creation and use of EFIS ZSN, three-dimensional laser scanning technology, the use of artificial intelligence technologies, smart land use technology.

For citation

Belyakova E.V. (2023) Novye tekhnologii monitoringa zemel' [New technologies for land monitoring]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 13 (11A), pp. 379-386. DOI: 10.34670/AR.2023.42.20.042

Keywords

Land use, technologies, monitoring, innovations, tasks, use, observation.

References

1. Bocharova E.I. (2021) Primenenie geoinformatsionnykh tekhnologii v monitoringe zemel' [Application of geoinformation technologies in land monitoring]. *Mezhdunarodnaya nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya molodykh uchennykh BGTU im. V.G. Shukhova* [International scientific and technical conference of young scientists of Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov], pp. 6684-6688.
2. Dronova M.V. (2022) Monitoring zemel' sel'skokhozyaistvennogo naznacheniya s primeneniem informatsionnykh tekhnologii kak osnovnoi faktor razvitiya otrasli rasteniyevodstva regiona [Monitoring of agricultural lands using information technologies as the main factor in the development of the region's crop production industry]. *Tsifrovizatsiya ekonomiki: napravleniya, metody, instrumenty* [Digitalization of the economy: directions, methods, tools], pp. 56-63.
3. Gura D.A., Osennaya A.V., Markovskii I.G. (2021) Monitoring ispol'zovaniya zemel' s pomoshch'yu tekhnologii trekhmernogo lazernogo skanirovaniya [Lightning monitoring of land use using three-dimensional laser scanning technology]. *Sovremennye problemy i perspektivy razvitiya zemel'no-imushchestvennykh otnoshenii* [Modern problems and prospects for the development of land and property relations], pp. 94-98.
4. *II dlya raspoznavaniya zemel'nykh uchastkov protestirovan v Tatarstane, Krasnodarskoi i Permskoi krayakh, Irkutskoi oblasti* [AI for recognizing land plots has been tested in Tatarstan, Krasnodar and Perm territories, and Irkutsk region]. Available at: [https://www.tadviser.ru/index.php/Proekt:Ministerstvo_prirodnykh_resurov_Permskogo_kraya_\(Informatsionnaya_sistema_Umnyi_les\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Proekt:Ministerstvo_prirodnykh_resurov_Permskogo_kraya_(Informatsionnaya_sistema_Umnyi_les)) [Accessed 15/11/2023].
5. Ivannikov D.I., Zhabin A.A., Molodtsov D.S. (2018) Innovatsii v kosmicheskom monitoringe zemel' sel'skokhozyaistvennogo naznacheniya [Innovations in space monitoring of agricultural lands]. *Mezhdunarodnyi elektronnyi zhurnal European Researcher* [International electronic journal European Researcher], pp. 367-370.
6. Kas'yanov A.E. (2020) Iskusstvennyi intellekt v sisteme monitoringa melioriruemyykh zemel' [Artificial intelligence in the monitoring system of reclaimed lands]. *Sovremennye problemy razvitiya melioratsii i puti ikh resheniya* [Modern problems of land reclamation development and ways to solve them], pp. 264-268.
7. Konstitutsiya Rossiiskoi Federatsii: prinyata vsenarodnym golosovaniem 12.12.1993 (s izmeneniyami, odobrennyimi v khode obshcherossiiskogo golosovaniya 01.07.2020) [Constitution of the Russian Federation: adopted by popular vote on December 12, 1993 (with amendments approved during the all-Russian vote on July 1, 2020)] (2020). *Sobranie zakonodatel'stva RF. St. 1416* [Collection of Legislation of the Russian Federation. Art. 1416], 1.
8. Lipina L.N., Vdovenko A.V. (2019) Otsenka sostoyaniya okruzhayushchei sredy v raione gornopromyshlennogo osvoeniya s primeneniem GIS-tekhnologii [Assessment of the state of the environment in the area of mining development using GIS technologies]. *Ekologiya promyshlennogo proizvodstva* [Ecology of industrial production], 3, pp. 51-54.
9. Polukhina V.S., Tsoraeva E.N. (2022) Ispol'zovanie sovremennykh informatsionnykh tekhnologii v provedenii monitoringa zemel' sel'skokhozyaistvennogo naznacheniya [The use of modern information technologies in monitoring agricultural lands]. *Matematicheskoe modelirovanie i informatsionnye tekhnologii pri issledovanii yavlenii i protsesov v razlichnykh sferakh deyatelnosti* [Mathematical modeling and information technologies in the study of phenomena and processes in various fields of activity], pp. 230-233.
10. Tsekoeva F.K. (2017) Monitoring zemel' na osnove novykh tekhnologii [Land monitoring based on new technologies]. *Moskovskii ekonomicheskii zhurnal* [Moscow Economic Journal], 1, pp. 67-71.

11. *Umnoe zemlepol'zovanie* [Smart land use]. Available at: <https://cctmcx.ru/digital-cx/umnoe-zemlepolzovanie> [Accessed 23/11/2023].
12. Vdovenko A.V. et al. (2022) Ispol'zovanie innovatsionnykh tekhnologii v tselyakh monitoringa zemel' [The use of innovative technologies for land monitoring]. *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal* [International scientific research journal], 1, pp. 172-177.
13. Zemel'nyi kodeks Rossiiskoi Federatsii ot 25.10.2001 № 136-FZ (red. ot 13.10.2022) [Land Code of the Russian Federation of October 25, 2001 No. 136-FZ (as amended on October 13, 2022)] (2001). *Sobranie zakonodatel'stva RF. St. 4147* [Collection of legislation of the Russian Federation. Art. 4147], 44.
14. *Zemleustroistvo, okhrana i monitoring zemel'* [Land management, protection and monitoring of lands]. Available at: <https://cadastre.ru/article/25> [Accessed 15/11/2023].