ЛЕСОВЕДЕНИЕ, ЛЕСОВОДСТВО, ЛЕСНЫЕ КУЛЬТУРЫ, АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ, ОЗЕЛЕНЕНИЕ, ЛЕСНАЯ ПИРОЛОГИЯ И ТАКСАЦИЯ/FORESTRY, FORESTRY, FOREST CROPS, AGROFORESTRY, LANDSCAPING, FOREST PYROLOGY AND TAXATION

DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.143.52

МОНИТОРИНГ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА С ПОМОЩЬЮ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Научная статья

Юнсон Э.В.[1, *]

[1] Санкт-Петербурский государственный лесотехнический университет, Санкт-Петербург, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (yunson[at]bk.ru)

Аннотация

Актуальность работы и исследования в области мониторинга лесного хозяйства в целом при помощи беспилотных летательных систем обусловлено тем, что проведение работ по мониторингу традиционными средствами, включая наблюдение с земли, зачастую не дает полной информации о текущей ситуации. Рассмотрение темы работы с помощью теоретического исследования осуществлено по принципу следования модели «обоснование значимости мониторинга лесов – текущее состояние проблемы – рекомендации по улучшению ситуации». Актуальность работы обусловлено тем, что подходы к анализу лесного хозяйства сейчас во многом опираются на последние разработки в сфере летательных беспилотных технологий и наземных лазерных сканеров. Это положительно влияет на принятие оперативных решений в сложных обстоятельствах, например, в случае лесных пожаров, характерных для стран, с большой площадью лесного хозяйства, к которым относится и Российская Федерация.

Помимо этого, существует необходимость решения задач в области работы по отводу и таксации лесосек, закладка тренировочных полигонов при подготовительных работах (получение цифровых двойников тренировочных полигонов, лесосек), проверка качества лесоустроительных работ, определение объёмов заготовленной древесины на нижних и верхних складах, выполнение надзорной деятельности.

Среди нее можно выделить следующее: оценка эффективности лесовостановительных работ, проверка качества таксации лесосек и выполненных лесохозяйственных мероприятий, определение объёмов недорубов. Также существуют задачи по типу лесоустройства на доступных, небольших по площади, объектах лесного фонда – до 1000 га (городские леса, рекреационные леса, защитные леса вдоль транспортных магистралей и т.п.), оценка и подготовка необходимой документации и реализации проектных решений линейных объектов, сплошной перечет насаждений, оценки доли и прогноза насчет заболачивания и опустынивания местности.

В работе произведен ретроспективный анализ, который указал на необходимость дальнейшего развития сферы мониторинга лесного хозяйства, который позволил сделать вывод о многофункциональности такого процесса.

Исследование также выявило проблему недостаточного развития технологий в этой сфере в Российской Федерации и критическую необходимость внедрения новых решений на основе опыта зарубежных стран.

Ключевые слова: мониторинг лесного хозяйства, беспилотные технологии, климатические изменения, определение ценных пород, состояние мониторинга лесного хозяйства.

FORESTRY MONITORING BY UNMANNED AERIAL SYSTEMS

Research article

Yunson E.V.[1, *]

[1] St. Petersburg State Forestry Engineering UniversityRoslesinforg North-Western Branch, Saint-Petersburg, Russian Federation

* Corresponding author (yunson[at]bk.ru)

Abstract

The relevance of the work and research in the field of forestry monitoring in general with the help of unmanned aerial systems is due to the fact that the monitoring work by traditional means, including observation from the ground, often does not provide complete information about the current situation. The subject of the work with the help of theoretical research is reviewed according to the principle of following the model "justification of the significance of forest monitoring – current state of the problem – recommendations for improving the situation". The relevance of the work is due to the fact that approaches to analysing forestry are now largely based on the latest developments in the field of flying unmanned technologies and terrestrial laser scanners. This has a positive impact on operational decision-making in complex circumstances, for example, in the case of forest fires, characteristic of countries with a large area of forestry, which includes the Russian Federation.

In addition, there is a necessity to solve tasks in the field of work on allotment and taxation of harvesting areas, laying of training polygons during preparatory works (obtaining digital duplicates of training polygons, harvesting areas), quality control of forest inventory works, determination of volumes of harvested timber at lower and upper storehouses, performance of supervisory activities.

The following can be distinguished among them: evaluation of the effectiveness of reforestation works, verification of the quality of forest inventory and forest management measures, determination of the volume of undercutting. There are also tasks of the type of forest inventory on accessible, small in area, objects of the forest fund – up to 1000 ha (urban forests, recreational forests, protective forests along transport routes, etc.), evaluation and preparation of the necessary documentation

and implementation of design solutions of linear objects, complete census of plantations, assessment of the share and forecast of waterlogging and desertification of the area.

The study performed a retrospective analysis that indicated the need for further development of the forestry monitoring field, which led to the conclusion of the multifunctionality of such a process.

The research also identified the problem of insufficient development of technologies in this area in the Russian Federation and the critical need to introduce new solutions based on the experience of foreign countries.

Keywords: forestry monitoring, unmanned technologies, climate change, identification of valuable species, status of forestry monitoring.

Введение

Леса Российской Федерации подвержены серьезным проблемам, связанным с фактором изменения климата, негативным воздействием человека (загрязнение, пожары, незаконная вырубка), вспышками эпидемии вредителей, засухами. Отсутствие внимания к сложившейся ситуации может привести к ухудшению положения, так как, в противном случае, лесное хозяйство не способно в полной мере выполнять задачи в области экологии и предназначение социально-экономического характера.

Проблема усугубляется отсутствием актуальной информации о состоянии лесного хозяйства по причине недостаточного внимания к этой проблеме и отсутствия развитой технической сферы в области мониторинга лесного хозяйства. Имеющиеся данные, как правило, связаны с пожарами и необходимы, в первую очередь, для борьбы с ними и предотвращения их возникновения, без особого внимания на прочие составляющие, в частности, анализа состава леса исходя из разнообразия пород; контроля за распространением вредителей и болезней; оценки степени заболачивания или опустынивания территорий. Таким образом, в Российской Федерации сейчас отсутствует единая система сбора точных и сопоставимых долгосрочных данных о лесах.

Это существенно влияет на возможности в области лесного хозяйства, например, на эффективность борьбы с пожарами и поддержки существования лесов. Необходимость развития беспилотных летательных систем в области мониторинга обусловлена критической важностью комплексной, качественной и оперативной оценки, охватывающей все леса страны и обеспечивающей сопоставимость данных. Это поможет противостоять обозначенным выше угрозам, окажет положительное влияние на развитие сельских районов и биоэкономику, а также будет способствовать соблюдению согласованных правил и политики в области лесного хозяйства. Систематический мониторинг лесов в масштабах страны на предмет климатических опасностей, рисков и ущерба чрезвычайно важен для борьбы со стихийными бедствиями и их последствиями, а также негативным влиянием человека.

Цель работы определить цели проведения мониторинга лесного хозяйства с помощью беспилотных летательных систем в современных условиях.

Объектом исследования выступают технологии и методы осуществления исследования лесного массива при помощи БПЛА с целью таксации и мониторинга. Рассматриваются также проблемы проведения этого процесса.

Методами исследования стали:

Анализ. Проведено исследование отечественной и западной литературы по тематике работы. Уточнены современные методы осуществления мониторинга лесного хозяйства, а также текущая техническая составляющая этого процесса.

Синтез. На основе собранных данных удалось сформировать единую картину применения БПЛА в целях мониторинга, а также некоторые из проблем этой области.

Основные результаты

2.1. Возможности применения дронов для проведения мониторинга

Дроны могут контролировать и измерять многие вещи, в том числе углерод. Они быстрые, дешевые, быстрые и позволят сэкономить огромное количество тяжелой работы.

Мониторинг изменений в лесном покрове также является неотъемлемой частью REDD+ схемы, основанной на результатах, которая показывает сокращение выбросов углерода в результате обезлесения и деградации лесов [2].

Исследование показало, что прикрепление небольшой камеры к дрону размером с авиамодельный самолет и его полет на высоте от 50 до 300 метров могут дать изображения с высоким пространственным разрешением.

При таком разрешении можно легко идентифицировать и отслеживать конкретные деревья и существующие изменения растительного покрова. (рис. 1)

Рисунок 1 - Съемки лесной зоны при помощи дрона

DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.143.52.1

Примечание: источник: материалы автора

Низкая стоимость и простота эксплуатации беспилотного летательного аппарата также означает, что измерения в лесах могут проводиться гораздо чаще, чем с использованием традиционных технологий дистанционного зондирования, которые стоят дороже [3], [7].

Собранные данные интерпретируются алгоритмом, который генерирует 3D-карту леса и показывает, среди прочего, количество деревьев в этом районе, объем древесины, площадь, покрытую растительностью, а также количество листвы [8].

Технологические инновации привели к значительным достижениям в области оценки. Ранее процесс оценки проводился более кустарным образом, который чрезмерно зависел от эмпирического опыта оценщика, с ненаучными методологиями и субъективными подходами, которые часто приводили к неточным, запоздалым и необоснованным оценкам [1].

Благодаря применению новых технологий и все более полному доступу к рыночной информации этот сценарий быстро меняется. Одним из основных способов, с помощью которых технологические инновации трансформируют оценку, является внедрение новых инструментов и технологий оценки, которые позволяют получить подробную информацию о местоположении, размере, топографии и других соответствующих факторах, влияющих на стоимость леса [4], [5], [10].

Проведение оценки лесов, как правило, является частью сделки по аренде лесных участков. Специалист должен будет оценить всю территорию, принимая во внимание многие аспекты, такие как, например, площадь местности, виды, присутствующие на ней, количество деревьев [6]. Когда оценка лесов отражена в документе, может быть проведена оценка стоимости самого участка земли. Ответственным за проведение оценки лесов, должен быть кто-то нейтральный. То есть он не может быть ни владельцем земли, ни представителем компании, заинтересованной в покупке, аренде земли или планирующей вести лесозаготовки на указанной земле. Это порождает необходимость проведения мониторинга специализированной организацией.

До недавнего времени оценка леса велась, в основном, ручными методами и данные, полученные с дронов при проведении замеров, обсчитывались человеком, а не интеллектуальной системой. В связи с этим стали видны сразу две типа проблем, а именно, низкая скорость подсчетов и вероятность возникновения ошибки. Чтобы снизить вероятность возникновения второго аспекта, сотрудниками контролирующей организации приходится использовать пеший замер, для получения независимых данных, что еще больше увеличивает время проведения работ, что может стать критичным в некоторых случаях, для арендатора земельного участка. Ошибка в определении типа деревьев может стать причиной претензий со стороны контролирующих организаций, отслеживающих сохранение видового разнообразия.

Именно поэтому оценка пород с использованием новых программ и модели, на основе искусственного интеллекта, представляется действительно важным решением, которое сейчас стремиться использовать «Рослесинфорг». Последнем нововведением в работе компании также стало применение лидара (сканера) Leica ALS-70HP создания поверх модели ортофотоплана с помощью аэрофотосъемки камерой Leica RCD-30 с фокусным расстоянием 50 мм (рис. 2). За счет этого удалось сократить время на построение растровой модели высокого качества, которая могла бы быть обработана с использованием комплекса microstation и разработанным модулем, на основе искусственного интеллекта.

Рисунок 2 - Облако лазерных точек в трехмерном пространстве совмещенная с ортофотопланом (вертикальная проекция)

DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.143.52.2

В рамках демонстрации работы оборудования был выбран участок в ленинградской области на котором в настоящее время проходят работы по отводу и сплошному перечету линейного объекта под газопровод, ширина объекта составляет 50 метров. В ходе данного исследования сканирование производилось с помощью квадрокопера DJI Matrice 350 RTK и портативной сканирующей системы.

При проведении исследования стала ясна необходимость обмена данными между различными организациями, не только коммерческого, но и государственного уровня, так как результаты оценки и состояния леса могут не быть известны прочим.

Оценка леса может быть полезна МЧС или поисковым организациям, в связи с необходимостью составления реальной карты местности.

Помимо этого, получение сведений касаемо количества и качества лесного массива может быть полезна при проведении инвентаризации и установки планов на вырубку. Кроме того, при проведении оценки лесного участка могут быть выявлены нарушения, что также поможет в пополнении бюджета государства.

Заключение

Исходя из рассмотренных данных, представляется возможным заявить о том, что лесной мониторинг является важной и актуальной задачей, не только в контексте оценки состава и качества леса, но и в рамках разметки территории под вырубку и определения опасности возникновения пожара.

На основе проведенных измерений можно получить общее понимание реакции экосистемы на деятельность человека и на воздействие внешних сил, в том числе на изменяющиеся климатические условия. Мониторинг может охватывать не только сами деревья, но и характеристики среды, их касающиеся. В частности, можно говорить о составе атмосферы, температуре и организмах, влияющих на деревья.

Собранные данные также могут быть обработаны и использованы для различных применений, таких как топографическое картографирование, геологические исследования, анализ растительности, моделирование местности, мониторинг изменений ландшафта, оценка природных ресурсов, городское планирование и многие другие области,

требующие точных данных о местности [10]. Проблемой в этой области остается низкий запас батареи применяемых для мониторинга дронов, а также их неспособность справляться с изменчивыми климатическими условиями.

В частности, в ходе практических измерений было установлено, что сильный ветер может стать причиной получения неточных данных о местности, а также, при стечении нескольких факторов, стать причиной утраты оборудования.

Некоторые из моделей плохо проявили себя в процессе выполнения мониторинга в зимний период, а именно стала известна проблема обледенения, с которой приходиться считаться по причине текущих климатических условий. Это обуславливает разработку более совершенных систем, с точки зрения конструкции летательных аппаратов.

Кроме того, другим направлением для реализации улучшений в мониторинге можно считать улучшение алгоритмов оценки состояния лесного хозяйства, в зависимости от целей проведения этого процесса, так как его можно характеризовать, как многогранный и разнонаправленный. Оценке поддаются не только сами деревья, но и состояние почвы, количество листвы и состав атмосферы в определенном ареале.

Данная тематика является актуальной и опора на современные технологии значительно повышает эффективность данного процесса.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Сообщество рецензентов Международного научно-исследовательского журнала
DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.143.52.3

Conflict of Interest

None declared.

Review

International Research Journal Reviewers Community
DOI: https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.143.52.3

Список литературы / References

1. Беспалова В.В. Внедрение цифровых технологий на предприятиях лесного комплекса / В.В. Беспалова, О.А. Полянская // Журнал прикладных исследований. — №2. — 2021.
2. Гадаллах Н.А.Х. Интегрированный подход к оценке и мониторингу состояния лесов в засушливых регионах Судана / Н.А.Х. Гадаллах, И.С.А. Таха, А.И.А. Хано // Аридные экосистемы. —№2 (91). — 2022.
3. Костин П.И. Таксация леса при помощи БПЛА / П.И. Костин // Вестник науки и образования. —— №1-2 (121). — 2022.
4. Кремчеев Р.Н. Исследование предпосылок внедрения интегрированной системы устойчивого лесоуправления / Р.Н. Кремчеев, Т.А. Салимова // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. — №7. — 2023.
5. Островская А.С. Применение инновационных технологий в государственном управлении лесным хозяйством Российской Федерации / А.С. Островская // Скиф. — №5-1 (45). — 2020.
6. Рыльский И.А. Лазерное сканирование и обеспечение пространственными данными в эпоху цифровой экономики / И.А. Рыльский, М.В. Грибок, Е.Н. Еремченко [и др.] // Вестник науки и образования. — №12-1 (90). — 2020.
7. Старовойтов А.В. Оценка объемов вырубки леса с использованием данных дистанционного зондирования земли / А.В. Старовойтов, А.В. Фаттахов, Е.А. Ячменёва [и др.] // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. — №4. — 2021.
8. Устинова А.Н. Некоторые проблемы управления в области защиты и воспроизводства лесов / А.Н. Устинова // Право и государство: теория и практика. — №9 (225). — 2023.
9. Покоева М.В. Экологические исследования смешанных насаждений методами дистанционного зондирования / М.В. Покоева, А.М. Ярославцев // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. — №3. — 2020.
10. Ященко И.Г. Мониторинг площади потери лесов нефтедобывающей территории Томской области с применением спутниковых данных / И.Г. Ященко // Интерэкспо Гео-Сибирь. — №2. — 2020.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Bespalova V.V. Vnedrenie cifrovyh tekhnologij na predpriyatiyah lesnogo kompleksa [Introduction of digital technologies at enterprises of the forest complex] / V.V. Bespalova, O.A. Polyanskaya // ZHurnal prikladnyh issledovanij [Journal of Applied Research]. — №2. — 2021. [in Russian]
2. Gadallah N.A.H. Integrirovannyj podhod k ocenke i monitoringu sostoyaniya lesov v zasushlivyh regionah Sudana [An integrated approach to assessing and monitoring forest health in the drylands of Sudan] / N.A.H. Gadallah, I.S.A. Taha, A.I.A. Hano // Aridnye ekosistemy [Arid Alce ecosystem]. —№2 (91). — 2022. [in Russian]
3. Kostin P.I. Taksaciya lesa pri pomoshchi BPLA [Forest taxation with the help of the PLA] / P.I. Kostin // Vestnik nauki i obrazovaniya [Bulletin of Science and Education]. — №1-2 (121). — 2022. [in Russian]
4. Kremcheev R.N. Issledovanie predposylok vnedreniya integrirovannoj sistemy ustojchivogo lesoupravleniya [Investigation of the prerequisites for the introduction of an integrated system of sustainable forest management] / R.N. Kremcheev, T.A. Salimova // Gumanitarnye, social'no-ekonomicheskie i obshchestvennye nauki [Humanities, socio-economic and social sciences]. — №7. — 2023. [in Russian]
5. Ostrovskaya A.S. Primenenie innovacionnyh tekhnologij v gosudarstvennom upravlenii lesnym hozyajstvom Rossijskoj Federacii [Application of innovative technologies in the state forestry management of the Russian Federation] / A.S. Ostrovskaya // Skif [Scythian]. — №5-1 (45). — 2020. [in Russian]

6. Ryl'skij I.A. Lazernoe skanirovanie i obespechenie prostranstvennymi dannymi v epohu cifrovoj ekonomiki [Laser scanning and spatial data provision in the digital economy era] / I.A. Ryl'skij, M.V. Gribok, E.N. Eremchenko [et al.] // Vestnik nauki i obrazovaniya [Bulletin of Science and Education]. — №12-1 (90). — 2020. [in Russian]

7. Starovojtov A.V. Ocenka ob"emov vyrubki lesa s ispol'zovaniem dannyh distancionnogo zondirovaniya zemli [Assessment of deforestation volumes using Earth remote sensing data] / A.V. Starovojtov, A.V. Fattahov, E.A. YAchmenyova et al. // Uchen. zap. Kazan. un-ta. Ser. Estestv. Nauki [Scientific Notes of the Kazan University. Ser. Natural Sciences]. — №4. — 2021. [in Russian]

8. Ustinova A.N. Nekotorye problemy upravleniya v oblasti zashchity i vosproizvodstva lesov [Some management problems in the field of forest protection and reproduction] / A.N. Ustinova // Pravo i gosudarstvo: teoriya i praktika [Law and the State: theory and practice]. — №9 (225). — 2023. [in Russian]

9. Pokoeva M.V. Ekologicheskie issledovaniya smeshannyh nasazhdenij metodami distancionnogo zondirovaniya [Ecological studies of mixed plantings by remote sensing methods] / M.V. Pokoeva, A.M. YAroslavcev // Vestnik MGUL – Lesnoj vestnik [MSUL Bulletin – Forestry Bulletin]. — №3. — 2020. [in Russian]

10. YAshchenko I.G. Monitoring ploshchadi poteri lesov neftedobyvayushchej territorii Tomskoj oblasti s primeneniem sputnikovyh dannyh [Monitoring of the area of forest loss in the oil-producing territory of the Tomsk region using satellite data] / I.G. YAshchenko // Interekspo Geo-Sibir' [Interexpo Geo-Siberia]. — №2. — 2020. [in Russian]