

## Мониторинг системы зеленых насаждений общего пользования Санкт-Петербурга

*О. В. Попова<sup>1</sup>\**

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация  
\*e-mail: olya.popova234@yandex.ru

**Аннотация.** Цель исследования – определение концептуальных основ мониторинга зеленых насаждений общего пользования (ЗНОП). Объект исследования – зеленые насаждения общего пользования Санкт-Петербурга. В ходе исследования был проведен критический анализ понятийного аппарата, используя методы анализа и синтеза, а также индуктивный метод, сформулировано составное понятие мониторинга системы ЗНОП. Определено содержание мониторинга системы ЗНОП, включающее в себя систему наблюдений за качественно-количественными показателями системы ЗНОП (инвентаризация и паспортизация), оценку системы ЗНОП и прогнозирование качественно-количественного состояния системы ЗНОП. В ходе исследования выполнен обзор различных методов учета и инвентаризации зеленых насаждений, классифицированы методы оценки системы ЗНОП на количественные и качественные. Проведен анализ возможных методов прогнозирования состояния системы зеленых насаждений общего пользования.

**Ключевые слова:** мониторинг, зеленые насаждения общего пользования, беспилотные воздушные суда, наземное лазерное сканирование, воздушное лазерное сканирование

## Monitoring of the system of public green spaces St. Petersburg

*O. V. Popova<sup>1</sup>\**

<sup>1</sup> Saint Petersburg Mining University, Saint Petersburg, Russia  
\*e-mail: olya.popova234@yandex.ru

**Abstract.** The purpose of the study is to determine the conceptual framework for monitoring public green spaces (ZNOP). The object of the study is the public green spaces of St. Petersburg. In the course of the study, a critical analysis of the conceptual apparatus was carried out, using the methods of analysis and synthesis, as well as the inductive method, a composite concept of monitoring the ZNOP system was formulated. The content of monitoring of the ZNOP system is determined, which includes a system of observations of qualitative and quantitative indicators of the ZNOP system (inventory and certification), evaluation of the ZNOP system and forecasting of the qualitative and quantitative state of the ZNOP system. In the course of the study, a review of various methods of accounting and inventory of green spaces was carried out, methods of assessing the ZNOP system were classified into quantitative and qualitative. The analysis of possible methods of forecasting the state of the system of public green spaces is carried out.

**Keywords:** monitoring, public green spaces, unmanned aircraft, ground laser scanning, aerial laser scanning

Зеленые насаждения общего пользования (ЗНОП) являются природно-экологическим каркасом урбанизированных территорий и выполняют разнообразные функции, в том числе, экологические, планировочные, рекреационные, средозащитные и декоративно-художественные [1].

Для полноценного выполнения всех этих функций необходимо высокое качество и достаточное количество ЗНОП, чтобы следить за их качественно-количественными характеристиками. Это обеспечивается путем проведения мониторинга зеленых насаждений, который в настоящее время является инструментом устойчивого развития урбанизированных территорий [2].

Экологическая функция зеленых насаждений заключается в поглощении загрязняющих веществ, которые продуцируют различные предприятия и автомобильный транспорт [3, 4]. Согласно данным Правительства Санкт-Петербурга за последние 10 лет происходит увеличение количества вредных выбросов и ухудшение состава воздуха, особенно в больших городах. В Санкт-Петербурге можно рассмотреть тенденцию – в районах, где преобладает промышленный сектор, и отсутствуют зеленые насаждения, наблюдается превышение допустимых показателей и норм. Только за 2021 год автомобильные выбросы составили 131 тысяч тонн [5].

Так, например, высокие уровни загрязнения оксидом углерода были выявлены в таких районах, как Петроградский, Кировский, Василеостровский, Фрунзенский, Пушкинский, Петродворцовый и Колпинский. Содержание оксида углерода в центральной части города и в некоторых районах составляет 0,1 предельно допустимой среднегодовой концентрации [5].

С каждым годом из-за ухудшения состояния воздуха уменьшается площадь и количество зеленых насаждений [6], в связи с этим необходимо проводить системные мероприятия, направленные на их сохранение, в частности, мониторинг системы зеленых насаждений общего пользования. Исходя из представленных данных по площадям ЗНОП Санкт-Петербурга на 1 июля 2022 года [7], можно сделать вывод, что некоторые районы Санкт-Петербурга имеют достаточно небольшую площадь зеленых насаждений общего пользования, в том числе Центральный, Адмиралтейский, Василеостровский, Кронштадтский и Красногвардейский (рис.1).

В целях получения объективной и достоверной информации необходимо проводить мониторинг ЗНОП Санкт-Петербурга, чтобы узнать о количестве, состоянии и видовом составе растений. Этим подтверждается актуальность темы исследования.

Цель исследования: определить концептуальные основы мониторинга ЗНОП.

Для реализации поставленной цели сформулированы следующие задачи:

- провести критический анализ понятийного аппарата по вопросу исследования;
- определить содержание мониторинга системы ЗНОП;
- выполнить обзор методов учета и инвентаризации отдельных элементов системы ЗНОП;
- классифицировать методы оценки системы ЗНОП;
- провести анализ методов прогнозирования качественно-количественного состояния системы ЗНОП.

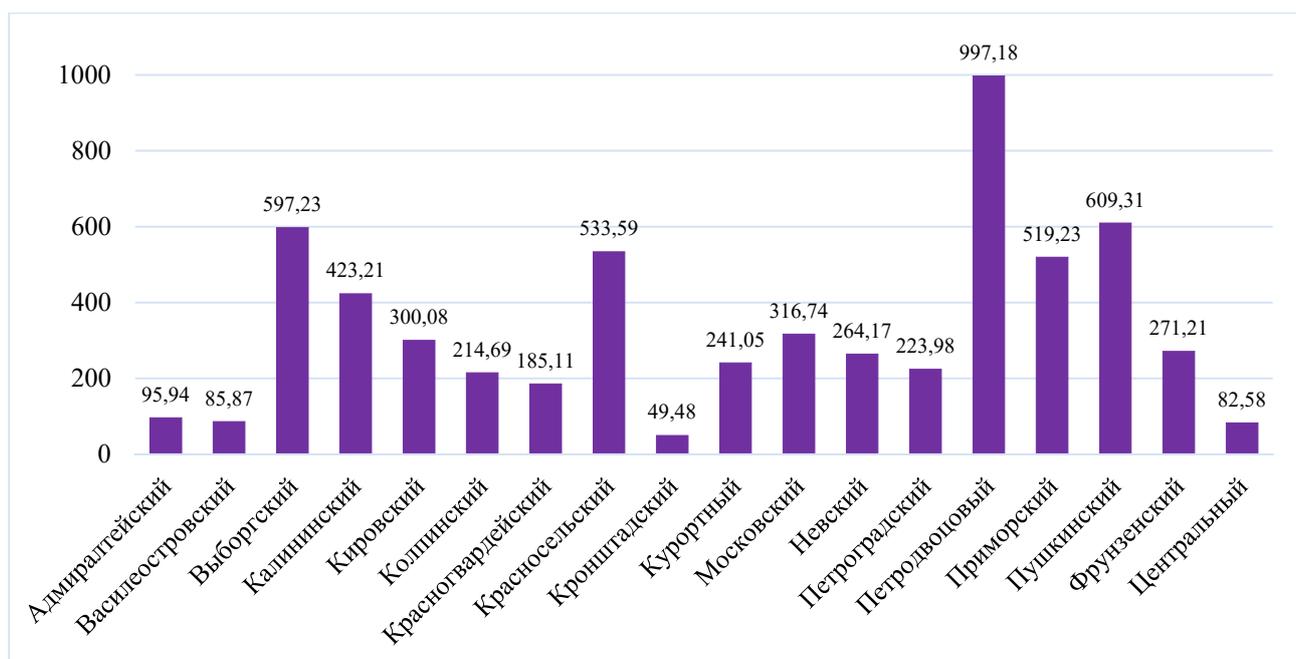


Рис. 1. Площади ЗНОП Санкт-Петербурга

Используя методы анализа и синтеза, а также индуктивный метод, сформируем составное понятие мониторинг системы ЗНОП, основываясь на существующем понятийном аппарате.

Зеленые насаждения общего пользования – насаждения на выделенных в установленном порядке земельных участках, предназначенных для рекреационных целей неограниченного круга лиц.

Парк, сад, сквер, бульвар – все это является объектами зеленых насаждений общего пользования [8].

Парк – озелененная территория от 10 га, представляющая самостоятельный архитектурно-ландшафтный объект.

Сад – территория от 3 га в жилителной зоне, имеющая спортивно-оздоровительные сооружения и игровые площадки.

Сквер – озелененная территория небольшого размера, являющаяся элементом оформления площади, общественного центра, дороги, используемая для кратковременного отдыха.

Бульвар – озелененная территория вдоль улицы, дорог, водных объектов в виде полосы, предназначенная для пешеходного сквозного движения и кратковременного отдыха [9].

Таким образом, мониторинг системы ЗНОП – система наблюдений, оценки, прогнозирования определенных параметров ЗНОП, направленных на получение достоверной информации о ЗНОП, об их количественных и качественных характеристиках.

Основываясь на понятии государственного мониторинга земель (как части государственного мониторинга окружающей среды), который представляет собой систему наблюдений, оценки и прогнозирования, направленных на получение

ние достоверной информации о состоянии земель, об их количественных и качественных характеристиках, их использовании и о состоянии плодородия почв [10] можно определить содержание мониторинга системы ЗНОП (рис. 2).

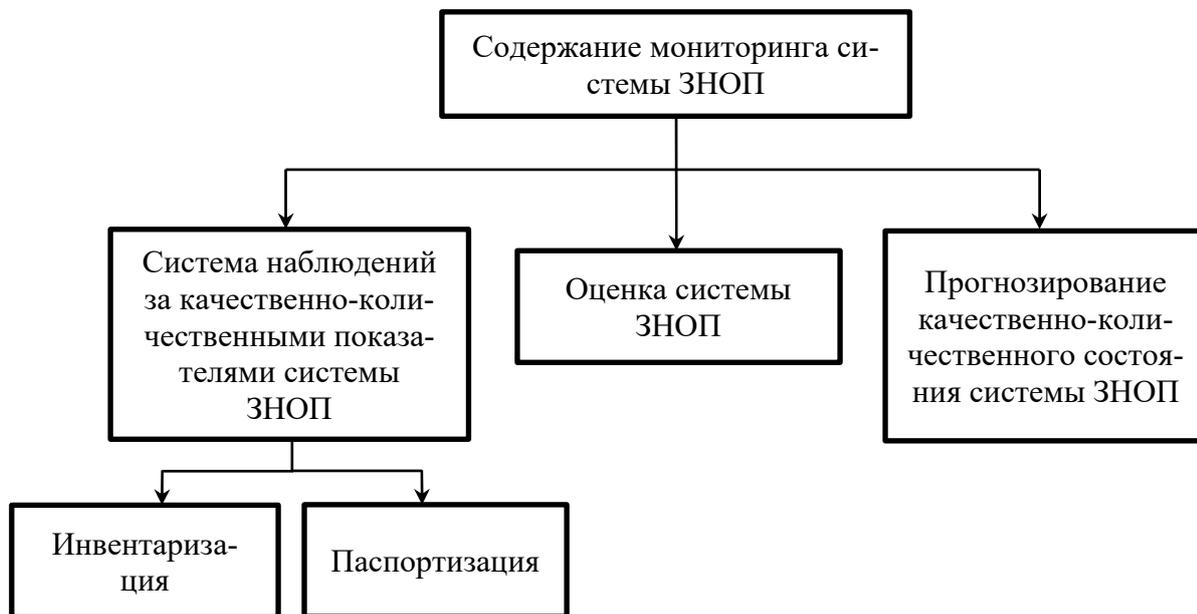


Рис. 2. Содержание мониторинга системы ЗНОП

Рассмотрим более подробно содержание системы наблюдений за качественно-количественными показателями системы ЗНОП.

Инвентаризация территорий зеленых насаждений – сбор и анализ данных о площади, границах, расположении на местности и других характеристиках территорий зеленых насаждений, необходимых для паспортизации территорий зеленых насаждений. В свою очередь, паспортизация территорий зеленых насаждений – деятельность по составлению учетных документов, содержащих результаты инвентаризации территории зеленых насаждений, учета зеленых насаждений искусственного происхождения и иных элементов благоустройства [8].

Инвентаризация осуществляется ежегодно на основании приказа Комитета по контролю за имуществом Санкт-Петербурга о проведении инвентаризации территорий ЗНОП.

Результаты инвентаризации территорий зеленых насаждений содержат следующие характеристики:

- количество территорий зеленых насаждений;
- ориентировочную площадь территорий зеленых насаждений;
- ориентировочную площадь каждой территории зеленых насаждений;
- местоположение территории зеленых насаждений с описанием границ.

При перечете деревьев указывают их породу, высоту, диаметр, категорию состояния, повреждения вредителями и другими негативно влияющими факторами среды, а также делают пометки об особенностях строения кроны древесных растений [11].

В ходе инвентаризации применяются различные методы съемки и учета отдельных элементов ЗНОП, которые можно разделить на наземные и дистанционные.

К наземным относятся:

– базовые инструментальные методы – методы, связанные с применением лазерного дальномера, обычной рулетки, различных высоотомеров, мерной вилки, которые также применяются в лесной таксации [12]. С помощью лазерного дальномера и обычной рулетки измеряют расстояния между деревьями. Мерная вилка – инструмент, служащий для измерения диаметра поперечного сечения стволов деревьев, а также определения высоты дерева по определенным зависимостям [13].

– стандартные геодезические методы, в том числе геодезические засечки [14], применение электронных тахеометров, метод спутниковых геодезических измерений (определений).

– наземное лазерное сканирование – фотограмметрический метод, который позволяет получать координаты с одной точки стояния в полевых условиях с последующим формированием 3D изображения в виде облака точек [15]. Для того, чтобы определить основные лесотаксационные характеристики используются наземные лазерные сканеры и цифровые фотограмметрические методы. Породный (видовой) состав лесного фонда, диаметр древесного ствола, высота деревьев, основные пороки древесины, площадь поперечного сечения, а также сортиментный запас древесины – это определяющие лесотаксационные характеристики [15,16].

В качестве дистанционных методов можно выделить:

– воздушное лазерное сканирование – это метод сбора данных о реальной поверхности с помощью летального аппарата и с применением сканирующей системы, которая позволяет получать необходимые данные об объектах. Результат сканирования – 3D-массив лазерных отражений. Воздушное лазерное сканирование по множеству характеристик превосходит другие существующие технологии мониторинга [17]. Главное отличие от наземного лазерного сканирования – большая площадь съемки, но детализация полученной модели местности будет немного хуже [18].

– аэро- и космическая съемка. С помощью аэрокосмических снимков возможно поддерживать систему наблюдений, способную обнаруживать и документировать изменчивость зеленых насаждений в урбанизированной среде [19]. Например, беспилотные воздушные суда используются для проведения мониторинга, решения инвентаризационных и кадастровых задач [20].

Методы оценки системы ЗНОП классифицированы автором на количественные и качественные. Количественная оценка системы ЗНОП показывает, сколько зеленых насаждений приходится на одного жителя оцениваемой территории, а также доступность ЗНОП для жителей города.

При подобной оценке обычно используются минимальные нормативы обеспеченности населения Санкт-Петербурга территориями зеленых насаждений, которые составляют [8]:

– для Адмиралтейского, Василеостровского, Петроградского, Центрального, Колпинского районов Санкт-Петербурга – 6 квадратных метров на человека;

– для Выборгского, Калининского, Кировского, Красногвардейского, Красносельского, Московского, Невского, Приморского, Фрунзенского районов Санкт-Петербурга – 12 квадратных метров на человека;

– для Кронштадтского, Курортного, Петродворцового, Пушкинского районов Санкт-Петербурга – 18 квадратных метров на человека.

Показатель обеспеченности населения Санкт-Петербурга территориями зеленых насаждений рассчитывается для каждого района Санкт-Петербурга, как соотношение суммы площадей всех территорий зеленых насаждений общего пользования городского значения, местного значения, резерва озеленения, а также территорий зеленых насаждений ограниченного пользования, расположенных в границах района Санкт-Петербурга, к численности постоянного населения соответствующего района Санкт-Петербурга по данным официального статистического учета.

Качественная оценка системы ЗНОП может быть представлена различными направлениями, а именно:

– оценка уровня комфортности. Одна из самых важных задач в современном мире. Комфортная среда для жизнедеятельности человека должна быть в каждом мегаполисе, чтобы удовлетворить потребности граждан. Отсутствие объектов озеленения – это отсутствие комфортной среды для жителей города. Наличие объектов озеленения составляет экологическое благополучие. Кроме того, озелененные территории влияют на эмоциональное и психологическое состояние населения. Для того, чтобы улучшить здоровье и трудоспособность населения, города нуждаются в зеленых насаждениях [21].

– рекреационная оценка. Существует главная проблема рекреации – это интенсивность использования зон отдыха на состояние древесно-кустарникового яруса, травяной растительности и возникновение деградации. Это влияние оставляет следы в области состояния экосистемы объекта озеленения в результате изменения, прежде всего почвенно-физических и почвенно-химических свойств [22].

– экологическая оценка. Газовый состав воздуха и степень его загрязнения контролируется растительностью. Именно растительность является источником эстетического восприятия. Также она способна понижать шумовое влияние. Бедственное состояние условий города отрицательно воздействуют на экологическое состояние зеленых насаждений, которое отражается на биотическом состоянии растений, при этом делает более низким сопротивляемость к токсичным факторам антропогенного воздействия [23].

Для того, чтобы не только оценить состояние древесных растений, но и создать и сохранить зеленые насаждения с высокой функциональной способностью, необходимо исследовать реакцию древесных растений в условиях города [24].

– оценка историко-культурного потенциала территории (в том числе с учетом зеленых насаждений, внесенных в Единый государственный реестр объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов РФ, таких как, например, парк на Елагином острове, реестровый номер 781520382470036).

Определить историко-культурную ценность города, под которой подразумевается совместное воздействие объектов недвижимости на ценность территории – это цель историко-культурной оценки. Основная идея историко-культурной оценки городских территорий состоит в том, чтобы показать качественные историко-культурные отличительные черты объектов в виде коэффициента историко-культурной ценности по выбранным оценочным факторам [25, 26].

Прогнозирование качественно-количественного состояния ЗНОП основывается на научных методах прогнозирования с целью получения наиболее общего представления о возможных перспективах развития территории зеленых насаждений, и рассчитано на достаточно продолжительный временной период реализации.

Способы теоретических и практических разработок прогноза понимаются под методами прогнозирования. Выбор определенного метода может зависеть от целей исследования, информационной базы, а также характера обработки исходной информации, то есть к каждому исследованию и стадии прогнозирования могут быть использованы разные методы [27].

Методы прогнозирования делятся на интуитивные и формализованные.

В качестве интуитивных могут выступать индивидуальные или коллективные экспертные оценки с целью анализа состояния системы ЗНОП.

В качестве формализованных:

– экстраполяционные, например, вероятное моделирование состояния зеленых насаждений;

– системно-структурные, например, функционально-иерархическое моделирование, морфологический анализ или структурная аналогия ЗНОП.

– ассоциативные, например, имитационное моделирование или историко-логический анализ;

– метод опережающей информации, например, анализ публикаций о состояниях системы зеленых насаждений общего пользования.

В ходе исследования был проведен критический анализ понятийного аппарата, определено содержание мониторинга системы зеленых насаждений общего пользования, выполнен обзор различных методов учета и инвентаризации зеленых насаждений, классифицированы методы оценки системы ЗНОП и проведен анализ возможных методов прогнозирования состояния системы ЗНОП.

Перспективным направлением исследования может стать разработка автоматизированного информационного обеспечения мониторинга системы ЗНОП, которая позволит осуществлять межведомственное взаимодействие между различными государственными (муниципальными) информационными системами, в том числе ФГИС ЕГРН, ФГИС ТП, а также государственными информационными системами – ИСОГД, иными кадастрами и реестрами в целях устойчивого управления городскими территориями [28].

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ангапова, Н. В. Анализ и оценка состояния зеленых насаждений парка им. С. Орешкова Г. Улан-Удэ / Н. В. Ангапова, Э. Г. Имескенова, Т. М. Корсунова // Актуальные вопросы развития аграрного сектора Байкальского региона : материалы научно-практической конференции, посвященной Дню российской науки, Улан-Удэ, 06–08 февраля 2019 года / ФГБОУ ВО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова». – Улан-Удэ: Бурятская государственная сельскохозяйственная академия имени В.Р. Филиппова, 2019. – С. 97-103.
2. Kovyazin, V., Gureva, O., Skachkova, M., Shubina, M. Provision of green spaces in urbanized areas of St. Petersburg (2021) IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 876 (1), статья № 012043.
3. Пашкевич М.А. Оценка площадного загрязнения атмосферного воздуха в мегаполисе с использованием геоинформационных систем / М.А.Пашкевич, Т.А.Петрова // Записки Горного института. 2017. Т. 228. С. 738-742.
4. Трубина Л. К. Инвентаризация городских зеленых насаждений средствами ГИС / Л. К. Трубина, О. Н. Николаева, П. И. Муллаярова, Е. И. Баранова // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). – 2017. – Т. 22.
5. Доклад Правительства Санкт-Петербурга «Об экологической ситуации в Санкт-Петербурге за 2021 год» // Экологический портал Санкт-Петербурга. – URL: <https://www.infoeco.ru/> (дата обращения: 27.10.2022).
6. Волкодаева М.В. О развитии системы экологического мониторинга качества атмосферного воздуха / М.В.Волкодаева, А.В.Киселев // Записки Горного института. 2017. Т.227. С.589-596.
7. Закон Санкт-Петербурга «О зеленых насаждениях общего пользования» (ред. 18 июля 2022 года) // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов «Кодекс» – URL: <https://docs.cntd.ru/document/8458668> (дата обращения: 01.11.2022).
8. Закон Санкт-Петербурга «О зеленых насаждениях в Санкт-Петербурге» (с изменениями на 5 августа 2021 года) // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов «Кодекс» – URL: <https://docs.cntd.ru/document/891832426> (дата обращения: 29.10.2022).
9. «ГОСТ 28329-89. Государственный стандарт союза ССР. Озеленение городов. Термины и определения»: Постановление Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 10.11.89 № 3336 // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов «Кодекс» [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200023332> (дата обращения 27.10.2022).
10. Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 N 136-ФЗ (ред. от 14.07.2022) (с изм. и доп., вступ. в силу с 13.10.2022) // Справочная правовая система «Консультант Плюс» – URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_33773/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_33773/) (дата обращения: 27.10.2022).
11. Распоряжение «Об утверждении Методики мониторинга состояния зеленых насаждений общего пользования на территории Санкт-Петербурга» от 22 июня 2010 года N 99- р // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов «Кодекс» [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/891833068> (дата обращения: 01.11.2022).
12. Lepikhina, O.Yu., Demidova, P.M., Kolesnik, O.A., Kovyazin, V.F., Gureva, O.S., Basova, L.A. ASSESSMENT OF THE GROWING STOCK OF FOREST FUND LANDS TAKING INTO ACCOUNT ANTHROPOGENIC RISKS: SOFTWARE AND METHODOLOGICAL SUPPORT (2020) Bulletin of the Tomsk Polytechnic University, Geo Assets Engineering, 333 (9), pp. 185-197.
13. Васильев А.С. Мерная вилка со встроенным маркером / А. С. Васильев, В. М. Лукашевич, И. Р. Шегельман, Ю. В. Суханов // Инженерный вестник Дона. – 2015. – № 2-2(36). – С. 78.
14. Елисеева, Н. Н. Применение методов поисковой оптимизации при решении геодезических задач / Н. Н. Елисеева, А. В. Зубов, В. Н. Гусев // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2020. – Т. 64. – № 5. – С. 491-498.

15. Стариков, А. В. Применение лазерного сканирования в технологии учета древесины / А. В. Стариков, К. В. Батулин // Лесотехнический журнал. – 2015. – Т. 5. – № 4(20). – С. 114-122.
16. Youquan, J. Calculation of live tree timber volume based on particle swarm optimization and support vector regression [Text] / J.Youquan, Z. Lixi, D. Ou, X. Weiheng, F. Zhongke // Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering. – 2013. – Vol. 29. – pp. 160-167.
17. Васильева, Е. А. Эффективность воздушного лазерного сканирования территории при мониторинге городских зеленых насаждений / Е. А. Васильева // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2021. – Т. 4. – № 2. – С. 31-34.
18. Cheryzhova, A.V., Pravdina, E.A., Lepikhina, O.Yu. Comparative evaluation of the effectiveness of the laser scanning and aerial photography systems using unmanned aerial vehicles (2019) Journal of Physics: Conference Series, 1333 (3), статья № 03206.
19. Ионова, М. Н. Применение дистанционного зондирования для мониторинга зеленых насаждений города Якутска / М. Н. Ионова, Ж. Ф. Дегтева // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. Серия: Науки о Земле. – 2020. – № 4(20). – С. 57-64.
20. Кремчеев Э. А. Состояние метрологического обеспечения систем мониторинга на базе беспилотных воздушных судов / Э. А. Кремчеев, А. С. Данилов, Ю. Д. Смирнов // Записки Горного института. 2019. Т.235. С.96-105.
21. Скачкова, М. Е. Оценка уровня комфортности объектов озеленения урбанизированных территорий / М. Е. Скачкова, К. М. Копалина // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). – 2020. – Т. 25. – № 2. – С. 244-258.
22. Пашина, М. Н. Оценка состояния почвенного покрова и зеленых насаждений рекреационных зон Г.Улан-Удэ / М. Н. Пашина, Э. Г. Имескенова, Т. М. Корсунова // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2020. – № 2(59). – С. 21-28.
23. Салихов, М. А. Экологическая оценка зеленых насаждений сквера "четвертого апреля" Г. Оренбурга / М. А. Салихов, Е. М. Ангалыт, Н. А. Жамурина // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2021. – № 59. – С. 230-232.
24. Иеронова, В. В. Оценка экологического состояния древесной растительности в условиях городской среды / В. В. Иеронова // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. – 2018. – № 3(14). – С. 11.
25. Wykowska, E., Dyachkova, I. Modeling the size of protection zones of cultural heritage sites based on factors of the historical and cultural assessment of lands (2021) Land, 10 (11), статья № 1201.
26. Быкова, Е. Н. Применение экономико-математических методов для моделирования размера территории объектов культурного наследия (на примере города Оренбурга) / Е. Н. Быкова, И. С. Дьячкова // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2021. – Т. 65. – № 2. – С. 209-220.
27. Носонов А.М. Методы географического прогнозирования // Псковский региональный журнал, 2013. – С. 3-14.
28. Павлова В.А. Новейшие технологии в кадастровой деятельности / В. А. Павлова, Е. Л. Уварова // Записки Горного института. 2017. Т. 225. С. 313-319.

© О. В. Попова, 2023