

*Т. А. Лебедева¹**

Научные основы и принципы системного мониторинга трансформированных лесных земель в промышленных регионах (на примере Урала)

¹ Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург,
Российская Федерация
* e-mail: taranova.ekb@bk.ru

Аннотация. Целью исследования является обоснование научных основ и разработка научных принципов системного мониторинга трансформированных лесных земель в промышленных регионах с учетом широкопространственных изменений и долговременных последствий земле-лесо-природопользования. Трансформированные лесные земли рассмотрены как природные объекты и как элементы экономической сферы. Научные основы включают: положение Концепции экологически устойчивого развития территорий, математическое моделирование трансформированных природных объектов, потоков случайных событий, различных природных явлений и лесообразовательных процессов, учет широкопространственных изменений и долговременных последствий. Научные принципы системного мониторинга включают: фиксацию и сбор трансформированных биометрических и биопродукционных показателей, накопление и систематизацию их в соответствии с предложенной системой классификаторов, прогнозирование изменения трансформированных показателей и алгоритмы принятия решений.

Ключевые слова: системный мониторинг, трансформированные лесные земли, научные основы, научные принципы

*Т. А. Lebedeva¹**

Scientific Foundations and Principles of System Monitoring of Transformed Forest Lands in Industrial Regions (Using the Example of the Urals)

¹ Ural State Mining University, Ekaterinburg, Russian Federation
* e-mail: taranova.ekb@bk.ru

Abstract. The purpose of the study is to substantiate the scientific foundations and develop scientific principles for systemic monitoring of transformed forest lands in industrial regions, taking into account widespread changes and long-term consequences of land, forest and environmental management. Transformed forest lands are considered as natural objects and as elements of the economic sphere. The scientific foundations include: the provisions of the Concept of environmentally sustainable development of territories, mathematical modeling of transformed natural objects, flows of random events, various natural phenomena and forest formation processes, taking into account wide-area changes and long-term consequences. The scientific principles of system monitoring include: fixation and collection of transformed biometric and bioproduction indicators, accumulation and systematization of them in accordance with the proposed system of classifiers, forecasting changes in transformed indicators and decision-making algorithms.

Keywords: system monitoring, transformed forest lands, scientific foundations, scientific principles

Введение

традиционной постановке мониторинг объектов окружающей природной среды рассматривается (Ашихмина Т. Я. [1], Кантор Г. Я. [1], Буйволов Ю. А. [2], Варламов А. А. [3], Дюкарев А. Г. [4], Каевицер В. И. [5], Касимов Н. С. [6], Сизов А. П. [7], Тарасов В. В. [8] и др.), во-первых, как методы контроля оценки качества атмосферного воздуха, воды и почв, и, во-вторых, как организация проведения наблюдений за уровнями загрязнения воздуха, вод, почв. Фундаментальные научные и практические работы по мониторингу окружающей среды выполнены в различные периоды под руководством акад. Ю. А. Израэля [9]. Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН в 2008 году под руководством акад. А. С. Исаева рассмотрел мониторинг социально-экономических параметров использования лесных земель.

Однако, несмотря на множество успешных разработок в области мониторинга и оценочных работ по лесным землям [5, 10-14], большинство из них решает частные задачи, не рассматривая методологическое обеспечение как единую информационную систему. Это снижает эффективность мониторинга по лесным землям и их последующего использования [15-16].

Необходимость совершенствования, методологии, принципов и методов системного мониторинга лесных земель вызвана следующими причинами:

- возрастающей экологической значимостью лесных земель как основы биотической регуляции на данной территории и ее устойчивого развития;
- незаменимостью лесных земель (лесов) как главного аккумулятора промышленных загрязнений воздуха, почвы, воды на техногенно освоенной территории Среднего Урала; в год в атмосферу поступают 1,6-1,9 млн. т. загрязнений, сливается в водные объекты 800-1000 млн. м³ загрязненных вод [5, 17];
- увеличивающимися интересами субъектов рыночной экономики в переводе лесных земель в земли иных категорий и в иные виды пользования [18-19];
- недостаточным существующим научно-методическим обеспечением системного мониторинга лесных земель, не отражающим в полной мере общественную значимость природно-ресурсного потенциала лесных земель в промышленных регионах [20] в условиях современных вызовов, неопределенностей и рисков.

Целью исследования является обоснование методологии и разработка научных принципов системного мониторинга лесных земель в промышленных регионах с учетом широкопространственных изменений и долговременных последствий землепользования.

Задачи исследований

- представить лесные земли в промышленных регионах как объект системного мониторинга, сформировавшийся в виде коренных типов лесов и превратившихся под антропогенным (многократные рубки лесов) и техногенным (за-

грязнение лесных экосистем) воздействием в производные леса с измененными и изменяющимся природным потенциалом;

- обосновать методологию системного мониторинга лесных земель в промышленных регионах в условиях современных рисков и неопределенностей в соответствии с научными положениями Концепции экологически устойчивого развития территорий;

- разработать научные принципы информационного обеспечения системного мониторинга лесных земель в промышленных регионах.

Методы исследований

Лесные земли в промышленных регионах Урала рассмотрены как природные объекты и как элементы экономической сферы, поскольку горнопромышленный, а затем и металлургический комплекс существенно изменил окружающую природную среду, а лесные земли трансформировал в первую очередь.

Обоснование научных основ системного мониторинга трансформированных лесных земель в промышленных регионах выполнялись в соответствии с фундаментально научными положениями Концепции экологически устойчивого развития территорий, основой которых является биотическая регуляция окружающей среды, практически выражающаяся в необходимости восстановления и поддержания растительного покрова территории.

При разработке научных принципов системного мониторинга трансформированных лесных земель использовались методы:

- фиксации и сбора натуральных показателей;

- накопления и систематизация натуральных показателей;

- прогнозирования изменений биометрических и продукционных параметров в соответствии с пространственными и временными особенностями лесообразовательных процессов в промышленных регионах.

При создании информационной базы для введения системного мониторинга трансформированных лесных земель в промышленных регионах использовались:

- современные средства сбора, хранения и передачи данных о состоянии лесных земель, эффективные методы обработки и оценки этих данных, в которых создаются картографические изображения участков и территорий лесных земель с привязкой к географическим координатам;

- введение в ГИС по лесным землям в промышленных регионах математических моделей средоформирующего потенциала лесных земель, позволившее осуществлять прогнозирование состояния трансформированных земель и выполнять динамическое суммирование информации о лесных землях;

- обеспечение системного мониторинга выполнялось на основе ArcGis, велись работы с файловыми персональными базами данных в СУБД.

Результаты

Нарушенные лесные земли в промышленных регионах при их системном мониторинге представлены:

– как объект биосферы, измененный под влиянием техногенных факторов (за период 300 лет) и изменяющийся в соответствии с тенденциями экономического использования земельных ресурсов [21];

– как объект экономической сферы общества, являющийся источником природных ресурсов (материально входящих в состав продукции), средоформирующих функций, реализующихся на всей территории (создают благоприятные условия для материального производства и для жизни всех организмов) и социальных функций (рекреационная, оздоровительная), реализующихся на определенных территориях [22].

Научные основы (формы и способы научного познания) системного мониторинга трансформированных лесных земель в промышленных регионах включают:

– фундаментальное научное положение концепции экологически устойчивого развития территории лесных земель, основывающейся на принципах взаимодействия лесной флоры с окружающей природной средой (адаптации и биотической регуляции);

– математическое моделирование трансформированных природных объектов на лесных землях в промышленных регионах (древостой, почвенный покров), потоков случайных событий различных природных явлений на лесных землях (средоформирующих функций) и лесосообразованных процессов;

– учет трансформирующих пространственных изменений (соотношений древостоев по породному составу и по типам лесовосстановления) и долговременных последствий (изменения биометрических и биопродукционных параметров трансформированных лесных земель) природо-земле-лесопользования в промышленных регионах.

Научные принципы (основные исходные положения научных основ) системного мониторинга трансформированных и нарушенных земель в промышленных регионах включают:

– фиксацию и сбор натуральных (биометрических и биопродукционных) показателей трансформированных лесных земель в соответствии с целью, функциями и видами мониторинга, выражающихся в определении значений биометрических и биопродукционных параметров в них в конкретные моменты времени; в обосновании длительности оценочных периодов (классов и групп возрастов древостоев на лесных землях), характеризующих средними значениями биометрических параметров древостоев и средними значениями интенсивности биопроцессов в них; в обосновании совокупности натуральных показателей лесных земель по начальным, промежуточным и конечным эффектам от природных благ этих участков;

– накопление и систематизацию натуральных показателей, включающих совмещение фиксированных и собранных данных в соответствии с предложенной системой классификаторов трансформированных лесных земель; приведение к одинаковой точности определения натуральных показателей лесных земель; проработку суммарных показателей, характеризующих участки лесных земель при оценках по начальному, промежуточному и конечному эффекту;

– прогнозирование изменений биометрических и биопродукционных параметров лесных земель в соответствии с установленными пространственными (смена коренных лесонасаждений условно-коренными, коротко-, длительно- и устойчиво производными) и временными (изменение состава насаждений, их продуктивности) особенностями трансформации лесообразовательных процессов и прогнозируемыми вариантами землепользования;

– алгоритмы принятия решений в сфере использования трансформируемых лесных земель на основе обоснованных оценочных эквивалентов и оценочных критериев в условиях современных вызовов, неопределенностей и рисков в соответствии с Концепцией устойчивого развития.

Обсуждение

Лесные земли в промышленных районах при системном мониторинге рассматриваются как экологическая основа жизни общества (биотическая регуляция окружающей среды) и источник хоть и трансформированных, но незаменимых природных благ в форме лесных ресурсов, средоформирующих и социальных функций, развивающихся в пространстве (территориальные изменения) и во времени (лесообразовательные процессы). Большая часть исследований в данной области в настоящее время посвящена только проблеме мониторинга бюджета углерода лесов («Повестка ООН по целям устойчивого развития - ЦУР»; Проект «Разработка методов и технологий комплексного использования данных дистанционного зондирования Земли из космоса для развития мониторинга бюджета углерода...», 2023 г.; Проект «Космическая научная обсерватория углерода лесов России, 2022 г; Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов и абсорбции поглотителями парниковых газов, 2020 г; ВНИИЛМ определяет углеродный баланс лесов по данным Рослесинформа; Рослесинформ в 2022 году провел оценку хранимого углерода в лесах России).

Системный мониторинг лесных земель в промышленных регионах позволит добавить к существующему фактору фокусировки общественного внимания на углерододепонирующую роль растительного покрова («углеродный след») учет возрастания значимости водоохранной (водорегулирующей и водоочистительной) роли лесных ландшафтов, а в дальнейшем, в связи с глобализацией «экологической повестки», – учет управляющих решений по всему комплексу использования природных благ промышленного региона.

Использование в системном мониторинге трансформированных лесных земель в промышленных регионах математических моделей природных объектов, потоков случайных событий, явлений (средоформирующих функций), лесообразовательных процессов позволяет ввести в него временный масштаб, осуществляющий в геоинформационных системах прогнозирование состояния трансформированных лесных земель в промышленных регионах.

Системный мониторинг лесных земель в промышленных регионах полагает его важную роль в концепции устойчивого развития территорий, являясь важнейшим показателем «живучести» (главное свойство и компоненты интеграль-

ного критерия устойчивости развития) всей экономической и эколого-социальной системы хозяйствования на промышленной территории.

Заключение

Системность мониторинга трансформированных лесных земель в промышленных регионах выражается в:

- наблюдениях (фиксации и сборе, накоплении и систематизации) изменившихся в процессе антропогенного (вырубки) и техногенного (загрязнения) влияния их биометрических и биопродукционных параметров;
- прогнозирование широкомасштабных и долговременных изменений их состояния под влиянием природных и других факторов;
- оценка эффективности использования (в условиях современных вызовов, неопределенностей и рисков) трансформированного природно-ресурсного потенциала лесных земель в промышленных регионах.

Научные основы системного мониторинга трансформированных лесных земель в промышленных регионах представляют собой формы и способы научного познания данной проблемы:

- концепцию экологически устойчивого развития территорий трансформированных лесных земель, основывающуюся на принципах взаимодействия лесной флоры с окружающей природной средой;
- математическая моделирование трансформированных природных объектов, потоков случайных событий, различных природных явлений под влиянием природных и антропогенных факторов;
- учет трансформирующих широкопространственных изменений и долговременных последствий природо-земли-лесопользования в промышленных регионах.

Научные принципы системного мониторинга трансформированных лесных земель в промышленных регионах включают:

- фиксацию и сбор натуральных показателей трансформированных лесных земель;
- накопление и систематизацию натуральных показателей трансформированных лесных земель в соответствии с предложенной системой классификаторов;
- прогнозирование изменений биометрических и биопродукционных параметров трансформированных лесных земель в соответствии с установленными пространственными и временными особенностями трансформированных лесобразовательных процессов;
- алгоритмы принятия решений в сфере использования трансформированных лесных земель в условиях современных вызовов, неопределенностей и рисков.

Основные направления дальнейших исследований в данной области могут быть направлены на разработку научных принципов системного мониторинга трансформации природных экосистем в промышленных регионах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ашихмина Т. Я., Алалыкина Н. М., Кантор Г. Я. Биологический мониторинг природно-техногенных систем. – Сыктывкар, 2011. – 386 с.
2. Буйволов Ю. А., Черногаева Г. М. Задачи развития глобального экологического мониторинга в биосферных заповедниках России // Бюллетень «Использование и охрана природных ресурсов в России», 2014, № 6. С. 36-40.
3. Варламов, А. А., Гальченко С. А., Захарова С. Н. Мониторинг земель. – Москва: МСХА, 2000. – 107 с.
4. Дюкарев А. Г., Пологова Н. Н. Мониторинг и оценка состояния лесных экосистем // Журнал Сибирского федерального университета. Биология. – 2008. – № 4. – С. 390-399.
5. Каевецер В. И., Крапивин В. Ф., Потапов И. И. Экономически эффективная информационно-моделирующая технология мониторинга лесных экосистем и оценки их роли в изменении климата // Экономика природопользования. – 2015. – № 4. – С. 57–61.
6. Касимов Н. С., Шпигун О. А. Экологический мониторинг ракетно-космической деятельности. Принципы и методы // М.: Рестарт, 2011. – 472 с.
7. Сизов А.П., Мишкина А. С. Необходимость обогащения информационных систем государственного кадастра недвижимости и государственного мониторинга земель сведениями экологического характера // Бюллетень «Использование и охрана природных ресурсов в России», 2014, № 3. С. 19-22.
8. Тарасов В. В., Тихонова И. О., Кручинина Н. Е. Мониторинг атмосферного воздуха. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2007. – 160 с.
9. Израэль Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды. – М.: Гидрометеиздат, 1984. – 560 с.
10. Власюк, В. Н. Экономическая оценка санитарно-гигиенической роли леса. – Вильнюс, 1975. – 87 с.
11. Карпик А. П. Методические и технологические основы геоинформационного обеспечения территорий. – Новосибирск: СГГА, 2004. – 260 с.
12. Лисицкий Д. В., Нгуен Ань Тай. Пространственная локализация и правила цифрового описания объектов в трёхмерном картографировании // Известия Высших учебных заведений. Раздел «Геодезия и фотосъемка». № 4/С, 2013. – С. 190–193.
13. Татаренко В. И., Касьянова Е. Л., Кикин П. М. Создание карт в инструментально-аналитической ГИС // Геодезия и аэрофотосъемка – 2012. – № 2/1. – С. 126–130.
14. Дубровский А. В. Компьютерные технологии в землеустройстве и земельном кадастре: практикум Ч.1: Методика создания геоинформационного пространства объектов недвижимости. – Новосибирск: СГГА. – 2009. – 48 с. Аврунев Е. И., Крупинин Н. Я., Лебедева Т. А. Влияние изменения климата на биологические ресурсы северных территорий (Урал, Западная Сибирь) // Известия Самарского научного центра РАН. – 2016. – Том 18, № 2 (2). – С. 272–275.
15. Лебедева Т. А. Система мониторинга биотических компонентов окружающей среды (лесных земель) // Известия Самарского научного центра РАН. – 2016. – Том 18. – № 2. – С. 127–131.
16. Лебедева Т. А., Гагарин А. И., Копылова Ю. Ю., Москвин В. Н. Совершенствование мониторинга и оценки лесных земель // Вестник СГУГиТ, Новосибирск. – 2016. – Вып. 4(36). – С. 191–199.
17. Аврунёв Е. И., Крупинин Н. Я., Лебедева Т. А. Влияние изменения климата на биологические ресурсы северных территорий (Урал, Западная Сибирь) // Известия Самарского научного центра РАН. – 2016, том 18, № 2(2). – С. 272-275.
18. Гиниятов И. А. Жарников В. Б. О структуре и содержании мониторинга земель в современный период // Вестник Сибирской государственной геодезической академии. – 2000. – Вып. 5. – 25–27.

19. Жарников В. Б., Ван А. В. Природно-технические системы Новосибирского Приобья как объекты кадастра // Вестник СГГА: научно-техн. журн. – Новосибирск: СГГА. – 2010. – Вып. 1 (12). – С. 83–94.

20. Махнев А. К. Техногенные воздействия на лесные сообщества и проблемы их восстановления и сохранения. – Екатеринбург: Наука, 1992. – 150 с.

21. Трубина Л. К., Байков К. С., Лебедева Т. А. Методическое обеспечение эколого-экономической оценки лесных земель // Известия Высших учебных заведений. Раздел «Геодезия и фотосъемка». – 2013. – № 4/С. – С. 145–149.

22. Трубина Л. К., Гук А. П., Лебедева Т. А. Информационный аспект при оценочных работах по лесным землям // Известия Высших учебных заведений. Раздел «Геодезия и фотосъемка». – 2013. – № 4/С. – С. 155-157.

© Т. А. Лебедева, 2024