

В. А. Соколов^{1}, Н. В. Соколова¹, О. П. Втюрина¹, А. А. Злобин¹*

Методические аспекты организации лесного мониторинга

¹Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН, г. Красноярск, Российская Федерация
^{*}e-mail: sokolovva@ksc.krasn.ru

Аннотация. Динамика лесов определяется разнообразными факторами, действие которых взаимосвязано. Изменения в лесном фонде происходят непрерывно. В среднем, ежегодно за последние два десятилетия в Сибири вырубалось около 600 тыс. га лесов, примерно столько же повреждалось лесными пожарами. Кроме того, лесные насаждения повреждаются вредителями леса (сибирский шелкопряд, пихтовая пяденица и др.), а также ветровалами и промышленными эмиссиями. Постоянно происходят отчуждения лесных земель под другие виды лесопользования. Сложные изменения в лесном покрове свидетельствуют о необходимости мониторинга лесов и выявлении причин этих изменений с целью последующего устранения негативных явлений. Проблема функционирования лесных экосистем в современных условиях техногенеза стала актуальной. Информация мониторинга лесов – это прямые, косвенные и производные показатели, характеризующие лесные экосистемы.

Ключевые слова: лесной мониторинг, охрана природы, природная основа, ландшафтный подход, стратификация насаждений

V. A. Sokolov^{1}, N. V. Sokolova¹, O. P. Vtyurina¹, A. A. Zlobin¹*

The Methodical Aspects of Organization of Forest Monitoring

¹V. N. Sukachev Institute of Forest SB RAS, Krasnoyarsk, Russian Federation
^{*}e-mail: sokolovva@ksc.krasn.ru

Abstract. Forest dynamics is determined by a variety of interrelated factors. Changes of the forest fund are constant. In Siberia about 600 thousand hectares have been annually disforested on average over the past two decades. About the same damage was caused by forest fires. In addition, forest stands are damaged by insect pests (Siberian moth, fir looper, etc.), as well as windfalls and industrial emissions. Forest lands are constantly being converted to other types of forest management. Complex changes in the forest cover indicate the need to monitor forests and identify the causes of these changes in order to subsequently eliminate negative phenomena. The of issue of forest ecosystem functioning in modern conditions of technogenesis has become topical. Forest monitoring data is the direct, indirect and derived indicators of forest ecosystems.

Keywords: forest monitoring, nature conservancy, natural base, landscape approach, forest stand stratification

Введение

Термин «мониторинг природы» имеет конкретное содержание. Это система слежения за показателями, характеризующими те или иные аспекты окружающей среды. Мониторинг природы – знание о ее прошлом, настоящем и прогнозном будущем состоянии. В отношении лесных ресурсов функции слежения выполняют предприятия лесного хозяйства, лесоустроительные, лесопатологиче-

ские экспедиции. Другими словами, служба мониторинга создается не на пустом месте, а на основе организационных природоизучающих и хозяйственных структур с использованием уже наработанных и хорошо зарекомендовавших себя на практике методических подходов.

Основная нагрузка ложится на лесоустройство, которое без лишних деклараций осуществляет учет лесных ресурсов, оценку состояния и прогноз. В то же время традиционное лесоустройство уже не отвечает современным требованиям. При существующей системе лесоустройства очередной учет лесного фонда наступает через 10 лет и более. За этот срок накапливаются значительные изменения как в распределении площадей разных категорий земель, так и в параметрах древостоев. Эти изменения тем значительнее, чем интенсивнее ведется хозяйство. Антропогенный пресс на лесные экосистемы по мере интенсификации лесохозяйственного производства возрастает. Прогресс в системе наблюдения за природой объективно необходим.

Сегодня для принятия рациональных хозяйственных решений необходимо ориентироваться в большом количестве актуализированной информации. Лесоустройство из дискретного должно стать непрерывным. Наиболее полно задача непрерывного слежения за параметрами лесного фонда реализуется в геоинформационной системе. Преобразование лесоустройства в непрерывное задача уже практическая [5]. В. И. Сухих, М. Д. Брейдо [19] описывают структуру и функции ГИС непрерывного лесоустройства с учетом региональных особенностей лесного хозяйства Сибири и Дальнего Востока.

Методы и материалы

Объекты лесного мониторинга – растительность, животные и другие, классифицируются по видам, типам насаждений, возрасту и т. д., образуя группировки, в которых отдельные особи различаются по характеризующим их показателям и поэтому могут рассматриваться с использованием методов математической статистики. Отдельные группы особей, по математической терминологии, представляют собой «множества» или «статистические совокупности». Точные характеристики каждого представителя статистической совокупности и в целом всей совокупности можно получить методом сплошного перечета. Поскольку естественные популяции сплошному описанию недоступны, поэтому перечетом может быть охвачена только часть общей совокупности.

По Г. Ф. Лакину [12], совокупность, из которой производится выборка, называется «генеральной», а отобранная для рассмотрения ее часть называется «выборочной совокупностью». Сущность выборочного метода – оценка характеристик генеральной совокупности по свойствам выборочной совокупности. Выборочная совокупность достаточно точно представляет структуру и состояние генеральной совокупности, и поэтому выборочный метод может быть использован для целей мониторинга лесных объектов.

Формирование выборочной совокупности должно быть произведено объективно. Выполнение этого требования достигается посредством случайного от-

бора вариант. Различают три основных метода, обеспечивающих репрезентативную выборку: случайный, систематический и стратифицированный.

Пространственное распределение насаждений лесотаксационных выделов не хаотично, а подчинено закономерной смене лесорастительных условий, производных от геоморфологии местности и гидрологического режима почв. В местоположениях, объединенных по признаку – однородности лесорастительных условий, будут произрастать однотипные насаждения [21, 22]. Вариация таксационных показателей насаждений здесь минимальна, что позволяет выйти на лучшие результаты точности их оценок и что является основной причиной, диктующей выбор стратифицированной выборки против случайной и систематической.

Таким образом, система наблюдений для целей лесного мониторинга должна строиться на стратифицированных выборках, производство которых предполагает предварительную стратификацию местоположений по признаку однородности условий произрастания. Требуется предварительная *формализация природной основы*, далее *стратификация насаждений* и далее создание *тематической карты*, где будет отражено пространственное распределение страт природной основы и страт насаждений. Используя в качестве инструмента тематическую карту, определяют пространственное положение пунктов наблюдений, где производится закладка постоянных пробных площадей. Полученные мониторинговые материалы вносятся в базу данных и используются для решения текущих задач по управлению арендными территориями.

Результаты

Природная основа позволяет планировать лесохозяйственные мероприятия, которые при этом получают необходимое научное обоснование. Разработка природной основы есть начальный и необходимый этап планирования сети пунктов мониторинговых наблюдений.

Лесная наука имеет в своем арсенале различающиеся подходы к формированию природной основы – *ландшафтный* и *типологический*. Разработчикам системы организации мониторинга для формирования природной основы предоставляется право выбора ландшафтного или типологического подхода.

Ландшафтный подход. Ландшафт можно определить как генетически единую геосистему, однородную по зональным и азональным признакам и заключающую в себе специфический набор сопряженных локальных геосистем [7]. Ландшафтоведение входит в систему физико-географических наук в качестве их обобщающего начала. Ландшафтный подход предполагает изучение климата, почвы и других компонентов как структурных частей природно-географического комплекса, объединяя их в систему [1, 3, 4, 6, 8–11, 14–18].

Типологический подход. Типологическая классификация лесов, как и ландшафтное районирование, имеет целью выделение таксономических единиц, обладающих определенным набором составляющих с однородными характеристиками. Н. П. Анучин [2] отмечал, что начало типологическому делению лесов положили лесоустроители северных лесов.

По Г. Ф. Морозову [13], в основу классификации насаждений должны быть положены все важнейшие лесообразователи: климат, почвенно-геологические условия, рельеф, лесоводственные свойства пород, вмешательство человека. Разнообразие факторов среды, неоднозначность их влияния на рост и развитие растений определяет разновариантность схем типологических классификаций.

Типы леса и типы лесорастительных условий устанавливаются по диагностическим признакам в схемах, разработанных для отдельных регионов. Главными диагностическими признаками являются почвенно-грунтовые условия, травянистые растения и кустарники-индикаторы. Для не покрытых лесом земель тип леса определяется по типу лесорастительных условий и примыкающим насаждениям.

Обсуждение

При выборе подхода к формализации природной основы в качестве исходных материалов служат тематические, в том числе топографические карты и аэрокосмические снимки. Требуется выполнить контурное дешифрирование – разграничение арендной территории на полигоны, различающиеся по лесорастительным условиям. Технология контурного дешифрирования может быть различна. Различают три варианта технологии [20]:

- *визуальное* (глазомерное, аналитическое);
- *измерительное, автоматическое* (машинное);
- *аналитико-измерительное* (интерактивное).

Разработчикам системы организации мониторинга для формирования природной основы предоставляется право выбора технологии контурного дешифрирования.

При визуальной технологии изучаемый объект характеризуют на основе глазомерного анализа его изображения на аэро- или космическом снимке, анализа лесотаксационной информации и тематических (лесных, почвенных, геоморфологических и др.) карт. При измерительной технологии характеристики природной основы измеряют на снимках и тематических картах с помощью приборов, устройств и систем. При аналитико-измерительном контурном дешифрировании сочетают визуально-логический анализ изображения с измерением параметров природной основы.

Визуальные методы анализа информации имеют качественный, эвристический характер. Результаты использования визуальных методов субъективны. Использование машинных технологий позволяет формализовать показатели природной основы в цифровую форму. Результаты использования машинных методов объективны.

Заключение

Согласно изложенным выше позициям, для формализации природной основы предоставляется выбор ландшафтного или типологического подходов. Предоставляется также выбор способа формирования природной основы, а именно – субъективный, основанный на анализе лесотаксационной информации

и тематических карт, и объективный, использующий возможности компьютерных программных средств, с помощью которых по задаваемым параметрам условий произрастания в автоматическом режиме можно выделять ландшафты и далее их типизировать.

Авторы согласны, что поскольку каждый ландшафт несет черты индивидуальности, поэтому природную основу методически более правильно формировать на принципах ландшафтного подхода. Одновременно авторы понимают, что для цели ведения лесного хозяйства, т. е. воспитания насаждений, обладающих требуемыми целевыми таксационными показателями, без их типизации обойтись невозможно. Каждому типу леса должен отвечать свой набор лесохозяйственных мероприятий, начиная от способа лесовосстановления до способа заготовки спелой древесины. Поэтому решено, что *природная основа должна формироваться с использованием ландшафтных принципов, что, однако, не исключает дальнейшей типизации произрастающих на арендной территории насаждений.*

Изложенный способ формализации природной основы насаждений позволяет получить следующие преимущества:

- различия лесорастительных условий между стратами природной основы становятся значимы;
- контурное дешифрирование при использовании классов уклонов и абсолютных высот приобретает объективный характер;
- страты природной основы получают количественную размерность;
- за счет строгой последовательности взаимоположения страт природной основы, качества дифференциации лесорастительных условий, наглядности и логичности интерпретации анализируемых показателей насаждений достигается получение более точных и обоснованных результатов при решении лесных научно-прикладных задач.

Полученные контуры ландшафтов анализируются совместно с тематическими картами (топографическими, геологическими, геоморфологическими и др.), а также с планами лесонасаждений и изображением полога леса на аэрокосмических снимках. В полученные контуры ландшафтов вносятся необходимые, по мнению разработчиков, коррективы.

Благодарности

Работа выполнена в рамках гранта Российского научного фонда № 21-46-07002 «Стратегия адаптивного управления бореальными лесами Сибири в условиях глобальных изменений».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анненская Г. Н., Видина А. А., Жучкова В. К. и др. Морфологическая структура географического ландшафта. – М.: Изд-во МГУ, 1962. – 55 с.
2. Анучин Н. П. Лесная таксация. – М., Л.: Гослесбумиздат, 1952. – 75 с.
3. Виноградов Б. В., Константинов В. К. Аэрокосмический мониторинг болотных экосистем и их антропогенных модификаций // Антропогенные изменения, охрана растительности болот и прилегающих территорий. – Минск: Наука и техника, 1984. – С. 119–124.

4. Громцев А. Н. Лесорастительное районирование на ландшафтной основе // Лесное хозяйство. – 1992. – № 2–3. – С. 24–25.
5. Демидов Е. С. Непрерывное лесоустройство: цели, задачи, технология // Лесное хозяйство. – 1992. – № 10. – С. 51–54.
6. Исаченко А. Г. Система понятий современного ландшафтоведения // География и современность. – Л., 1982. – С. 17–52.
7. Исаченко А. Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. – М.: Высшая школа, 1991. – 368 с.
8. Калашников Е. Н. Ландшафтно-экологический подход к исследованию лесообразовательного процесса // Всес. совещ. «Теория лесообразовательного процесса» (тез. докл.). – Красноярск: ИЛИД СО АН СССР, 1991. – С. 81–82.
9. Калашников Е. Н., Киреев Д. М. Основы ландшафтно-статистического метода лесоинвентаризации. – Новосибирск: Наука, 1978. – 144 с.
10. Киреев Д. М. Методы изучения лесов по аэроснимкам. – Новосибирск: Наука, 1977. – 214 с.
11. Киреев Д. М. Ландшафтно-морфологический анализ лесообразовательного процесса // Теория лесообразовательного процесса. – Красноярск: ИЛИД СО АН СССР. 1991. – С. 64–66.
12. Лакин Г. Ф. Биометрия. Изд. 2-е, перераб. и дополн. – М.: Высшая школа, 1973. – 343 с.
13. Морозов Г. Ф. Избранные труды. – М.: Лесная промышленность, 1970. – 560 с.
14. Седых В. Н. Формирование кедровых лесов Приобья. – Новосибирск: Наука, 1979. – 110 с.
15. Седых В. Н. Аэрокосмический мониторинг лесного покрова. – Новосибирск: Наука, 1991. – 239 с.
16. Солнцев Н. А. О морфологии природного географического ландшафта // Вопросы географии. – 1949. – Вып. 16. – С. 61–86.
17. Солнцев Н. А. История физико-географического районирования европейской части СССР // Физико-географическое районирование СССР. – М., 1962. – С. 6–54.
18. Столяров Д. П., Бурневский Ю. И., Романюк Б. Д. Географические ландшафты и лесные экосистемы // Лесное хозяйство. – 1992. – № 12. – С. 22–24.
19. Сухих В. И., Брейдо М. Д. Геоинформационная система непрерывного лесоустройства Сибири // Сибирский экологический журнал. – 1998. – № 1. – С. 19–24.
20. Сухих В. И. Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве и ландшафтном строительстве: учебник для вузов. – Йошкар-Ола: Изд-во МарГТУ, 2005. – 392 с.
21. Фарбер С. К. Совершенствование способов определения таксационных показателей древостоев по аэроснимкам: Автореф. дис. ... канд. с.-х. н. – Красноярск, 1989. – 20 с.
22. Фарбер С. К. Лесные измерения по среднемасштабным аэроснимкам. – Красноярск: Изд-во СО РАН, 1997. – 106 с.

© В. А. Соколов, Н. В. Соколова, О. П. Втюрина, А. А. Злобин, 2023