

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Уральский государственный лесотехнический университет»
(УГЛТУ)

С. С. Зубова
С. С. Постникова

МОНИТОРИНГ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Учебное пособие

Екатеринбург
2020

УДК 630.18
ББК 43
391

Рецензенты:

Кафедра химии, почвоведения и агроэкологии УрГАУ, канд. хим. наук, доцент Суслов Е. А.

Ворожнин В. С. – канд. техн. наук, научный сотрудник лаборатории Урбанизированной среды Института промышленной экологии УрО РАН

Зубова, С. С.

391 Мониторинг лесных экосистем: учебное пособие / С. С. Зубова, С. С. Постникова ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский государственный лесотехнический университет. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2020. – 89 с.

ISBN 978-5-94984-772-5

Учебное пособие предназначено для обучающихся по направлениям подготовки 35.03.01, 35.03.05, 35.03.10, 05.03.06, 20.03.02, 21.03.02 очной и заочной форм обучения, аспирантов и работников лесной отрасли. Рассматриваются теоретические вопросы и текущая ситуация организации мониторинга и состоянии лесных экосистем в РФ.

Издается по решению редакционно-издательского совета Уральского государственного лесотехнического университета

УДК 630.18
ББК 43

ISBN 978-5-94984-772-5

© ФГБОУ ВО «Уральский государственный
лесотехнический университет, 2020
© Зубова С. С., Постникова С. С., 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
1. Мониторинг окружающей среды	6
1.1. Основные понятия, цели и задачи	6
1.2. Виды мониторинга и их характеристика	10
1.3. Разработка программы мониторинга	13
1.4. Глобальная система мониторинга	14
1.5. Государственный экологический мониторинг в РФ	16
2. Мониторинг лесных экосистем	19
2.1. Понятия, цели и задачи мониторинга лесных экосистем	19
2.2. Виды мониторинга леса	21
3. Методологические основы мониторинга лесов	24
3.1. Средства и методы ведения лесного мониторинга.....	24
3.2. Дистанционный мониторинг	25
3.3. Наземный мониторинг	30
3.4. Лесной мониторинг в России	33
4. Биоиндикация окружающей среды	37
4.1. Общие понятия	37
4.2. Влияние окружающей среды на лесные экосистемы	39
4.3. Биоиндикационные методы оценки воздействий на древесные растения загрязнения атмосферного воздуха	42
4.4. Лишайники как биоиндикаторы загрязнения атмосферного воздуха	45
5. Организация и проведение работ по мониторингу лесов по программе ICP-Forests	52
5.1. Общие принципы использования	52
5.2. Цель, задачи и содержание программы ICP-Forest	53
5.3. Порядок проведения работ	55
6. Лесопожарный мониторинг	64
6.1. Основные положения	64
6.2. Организация системы обнаружения и учета лесных пожаров	65
6.3. Дистанционные методы при лесопожарном мониторинге	66
7. Лесопатологический мониторинг	72
7.1. Основные положения	72
7.2. Регулярные наземные наблюдения за санитарным и лесопатологическим состоянием лесов	73
7.3. Выборочные наблюдения за популяциями вредных организмов.....	75
7.4. Инвентаризация очагов вредных организмов	76
7.5. Методология проведения лесопатологического мониторинга	80
Заключение	83
Библиографический список	84

ВВЕДЕНИЕ

Информация об изменениях окружающей природной среды и ее состоянии собирается и используется человеком уже достаточно давно. В России со второй половины XIX столетия регулярно ведутся наблюдения как за природными, так и за техногенными процессами и явлениями.

Во второй половине XX века возникла еще большая необходимость во всестороннем анализе состояния биосферы. Стало очевидным, что бесконтрольная эксплуатация природы может привести к очень серьезным негативным последствиям.

Термин «мониторинг» стал употребляться в начале 70-х гг., когда показатели изменения биосферы под влиянием антропогенных факторов резко увеличились.

В каждой стране глобальный мониторинг ведется по своей национальной программе. В России вопросами глобального мониторинга занимается Единая государственная система экологического мониторинга (ЕГСЭМ). Данная система функционирует в целях обеспечения охраны окружающей среды.

Мониторинг лесных экосистем – система наблюдения и оценки состояния, количественных и качественных характеристик лесов, меняющихся под воздействием загрязнения, пожаров, рекреации, вредителей, лесохозяйственной и лесопромышленной деятельности.

Данный вид мониторинга имеет экономическое, экологическое, природоохранное, лесохозяйственное и санитарно-гигиеническое значение. Необходимость данного направления связана в первую очередь с интенсивным воздействием человека на окружающую среду, а именно на лесные экосистемы, важнейшими из которых являются масштабная лесозаготовка, а также региональное и глобальное загрязнение атмосферы.

Лесные ресурсы, являясь частью окружающей природной среды, необходимы для жизнедеятельности человека. Современному специалисту в области лесного хозяйства необходимо уметь предвидеть последствия внедрения новых технологий, знать особенности изменения окружающей среды при попадании в нее различных химических соединений, а также уметь оценивать антропогенное воздействие на биосферные процессы.

Изучение антропогенного влияния на биосферу предусматривает определение ее глобального фонового состояния в настоящее время в местах, удаленных от локальных источников воздействия (загрязнения), и региональное фоновое состояние для каждого региона.

По мнению экспертов, современная обстановка в сфере окружающей среды с каждым годом ухудшается. Загрязнение воды, опреснение морей, уменьшение количества зелёных насаждений, ухудшение состояния почвы, увеличение уровня средней температуры – все это приводит к таянию ледников, уменьшению защитного озонового слоя в атмосфере – и это еще не полный список последствий антропогенного влияния.

Данное учебное пособие раскрывает вопросы мониторинга окружающей среды и лесных экосистем. Особое внимание отводится вопросам методических основ лесопатологического и лесопожарного мониторинга, биоиндикация окружающей среды и международный экологический мониторинг.

Учебное пособие предназначено для бакалавров, магистров и аспирантов, изучающих экологический мониторинг и мониторинг лесных экосистем, преподавателей средних и высших учебных заведений при разработке рабочих программ и компоновке лекционных курсов по данным предметам, а также для всех, кто интересуется проблемой сохранения окружающей среды.

1. МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В результате взаимодействия общества и природы последняя подвергается изменениям различного характера:

- уменьшаются запасы полезных ископаемых;
- исчезает флора и фауна;
- меняется качество атмосферы, воздуха, поверхностных и грунтовых вод, почв, состояние лесов;
- происходит нарушение связей в экосистемах различного профиля;
- изменяется климат, озоновый слой и многое другое.

Человечество, и в особенности его прогрессивная часть, уже давно осознало свою зависимость от окружающей среды, так как убедилось, что при значительном изменении качества природной среды может наступить отмирание не только отдельных особей, обитающих в ней, но и всей популяции в целом.

Для всестороннего анализа состояния окружающей среды необходимо изучение источников влияния, видов их воздействия на природу и ее реакции с учетом региональных особенностей.

1.1. Основные понятия, цели и задачи

Мониторинг (от лат. *monitor* – управление, слежение) означает комплекс систематических наблюдений одного или более элементов в пространстве и во времени с определенными целями и в соответствии с заранее подготовленной программой. На основании ФЗ «Об охране окружающей среды» (2002) мониторинг окружающей среды (экологический мониторинг) – это комплексная система наблюдений за ее состоянием, а также оценка и прогноз изменения этого состояния под воздействием природных и антропогенных факторов.

Термин «мониторинг» появился перед проведением Стокгольмской конференции ООН по окружающей среде в 1972 г., там же он был официально введен в научное употребление. Под термином мониторинг (от английского *monitoring* – контроль, смысл – от латинского *monitor* – тот, кто напоминает, предостерегает, надзиратель) было решено понимать систему непрерывного наблюдения, измерения и оценки состояния окружающей среды.

В русскоязычной литературе понятие «мониторинг» появилось в 1974 г. в работах Ю. А. Израэля. Он предложил понятие мониторинга как комплексную систему наблюдений, оценки и прогноза, позволяющую

отследить трансформацию состояния биосферы, протекающую в следствии антропогенной деятельности (т.е. мониторинг антропогенных изменений).

Многие же авторы предлагали осуществлять систему непрерывных наблюдений одного или нескольких компонентов окружающей среды с определенной целью и по конкретной программе.

В 1975 г. И. П. Герасимов предложил альтернативную концепцию мониторинга, включающего в себя также функции управления, что оказалось нецелесообразным, так как управлением занимаются органы власти. В связи с этим практическое воплощение нашла концепция Ю. А. Израэля (Апкин, Минакова, 2015).

В качестве объектов мониторинга выступают экосистемы, находящиеся под действием антропогенных факторов. Экосистемы, не испытывающие воздействия, являются в этом случае эталонными и используются в качестве контрольных. То есть с ними сравнивают экосистемы, измененные под воздействием антропогенной деятельности.

Основное внимание при мониторинге окружающей среды уделяется мониторингу загрязнений.

Таким образом, целью мониторинга является оценка состояния и уровня загрязнения ОС, анализ и прогноз (моделирование) ситуации и доведение полученных сведений до органов управления природоохранной деятельностью и экологической безопасностью. Также при мониторинге разрабатываются рекомендации по управлению состоянием среды. В кратком виде цель мониторинга можно сформулировать следующим образом – создание информационной системы, позволяющей получать достоверные сведения о состоянии окружающей среды и ее изменениях в физических и биотических компонентах под действием естественных и антропогенных факторов.

Задачи мониторинга:

- сбор первичной информации, ее накопление, систематизация, анализ и формирование банка данных;
- обработка и представление данных в виде различных таблиц, графиков, карт;
- усовершенствование и разработка методов получения исходной информации, оценка текущего состояния окружающей среды и прогноза;
- анализ причин наблюдаемых и вероятных изменений состояния;
- оперативное обеспечение необходимой информацией всех заинтересованных лиц.

Основные этапы процесса мониторинга:

- наблюдение за ОС;
- оценка фактического состояния ОС;
- формирование прогноза о состоянии ОС;
- оценка прогнозного состояния ОС;
- направление информации в соответствующие службы и органы.

В соответствии с порядком, предложенным Ю. А. Израэлем, можно представить структуру мониторинга в виде следующих элементов: наблюдения, оценки фактического состояния, прогноза состояния и оценки прогнозируемого состояния (рис. 1).

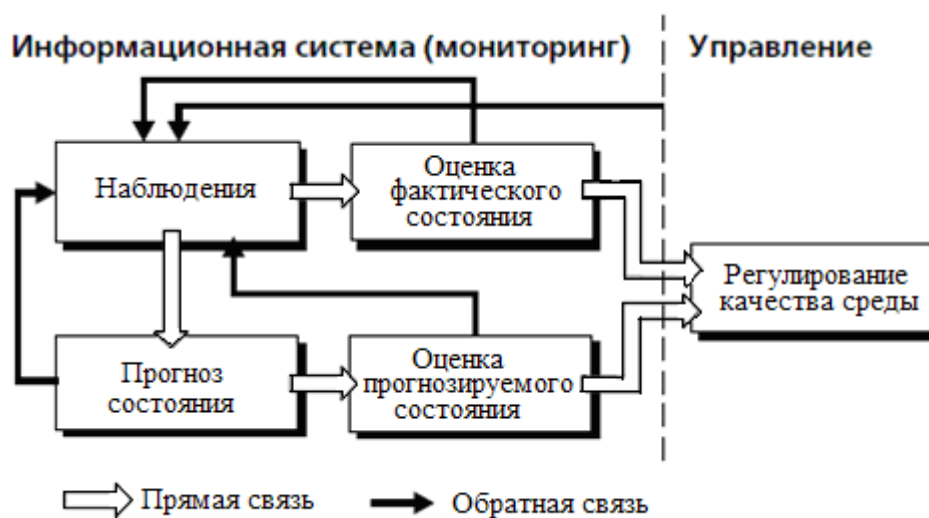


Рис. 1. Схема порядка проведения мониторинга

Элементы тесно взаимосвязаны. Схема наглядно показывает, что прогноз возможен лишь при наличии достаточно полной информации о фактическом состоянии (прямая связь). Прогнозирование имеет в виду понимание закономерностей трансформации состояния природной среды. Также, направленность прогноза должна обуславливать порядок проведения наблюдений (обратная связь).

Полученная в ходе наблюдений информация о состоянии ОС должна быть оцениваемой в зависимости от области применения. Оценка урона от воздействия ведет за собой дальнейший выбор оптимальных условий для деятельности человека, определение существующих экологических резервов.

При таких оценках рассчитывают возможные значения допустимых нагрузок на ОС.

Результаты оценки существующего и прогнозируемого состояний биосферы дают возможность уточнить требования к подсистеме

наблюдений. Это составляет научное обоснование мониторинга, обоснование состава, структуры сети и методов наблюдений.

Окружающая среда многофункциональна и включает в себе множество компонентов. Все существующие объекты экологического мониторинга можно разделить на следующие группы:

Атмосфера – воздушная среда, метеорологические процессы и климат, пограничные процессы в приземном слое и на границе «океан-атмосфера», естественные и техногенные загрязнения воздушного бассейна и их перенос.

Гидросфера – поверхностные воды и водные объекты, грунтовые и подземные воды, гидрохимия, динамика водных масс, источники питьевой и промышленной воды, системы сточной и ливневой канализации, очистные системы и сооружения, гидротехнические и мелиорационные системы, загрязнение водных объектов, особенно источников питьевой воды, перенос загрязняющих веществ в водных средах.

Литосфера – геологические и геоморфологические характеристики территорий, геологические природные комплексы, природные ископаемые и их разработка, частично почвы и агрохимические характеристики, общие вопросы землепользования, ресурсы, их разработка.

Педосфера – почва, культивация и рекультивация земель, водная и ветровая эрозия почв, пестицидное загрязнение почв, разрушение почв под воздействием внесения минеральных удобрений и водных мелиораций, почвы селитебных территорий.

Биота – растительность, животный мир, обитатели водоемов, лесное хозяйство, лесозащитные насаждения, особо охраняемые природные территории, природно-территориальные комплексы и ландшафты, их пауперизация (обнищание) и депрессия.

Подгруппы селитебных территорий и урбоэкосистем:

- города, поселки, деревни, системы их обеспечения и функционирования;

- промышленные объекты и зоны, зоны добычи ископаемых ресурсов;

- объекты сельскохозяйственного производства – фермы, технические станции, гидромелиоративные системы, системы орошения, предприятия по переработке продукции, зернохранилища, предприятия по подготовке кормов и хранилищ кормов, системы утилизации отходов производства);

- объекты инфраструктуры – автомобильные, водные и воздушные сообщения, электрические энергосистемы и тепловые сети, продуктопроводы, системы связи, гидротехнические и гидроэнергетические системы, инженерные системы и сооружения);

- социально-экономические факторы – жилищные условия, занятость и условия труда, отдыха и досуга, образование, дошкольные учреждения, спортивно-оздоровительная система, культурно-просветительская система,

законодательное и нормативное обеспечение, система правовой и экономической защиты);

- охрана здоровья – санитария и гигиена, охрана труда, санитарно-эпидемиологический контроль, восстановление трудоспособности, неотложная, скорая и экстренная медицинская помощь, медикаментозное обеспечение, санаторно-курортные учреждения, профилактории и реабилитационные центры (Апкин, Минакова, 2015).

Деятельность по управлению (регулированию) качеством среды сама система мониторинга не включает, это сфера регулируется экологическим надзором. В соответствии с ФЗ «Об охране...» (2002) экологический надзор – это деятельность, направленная на предупреждение, выявление и пресечение нарушений требований законодательства в области охраны ОС, посредством организации и проведения проверок, принятия мер по пресечению и (или) устранению последствий выявленных нарушений

1.2. Виды мониторинга и их характеристика

Различают следующие подходы к классификации мониторинга – по территориальному принципу, по факторам и источникам воздействия, по природным средам, за которыми ведется наблюдение и др. Отраженная на рис. 2 классификация охватывает весь блок экологического мониторинга (Венецианов и др., 2003).

Мониторинг источников воздействия	Источники воздействия			
Мониторинг факторов воздействия	Факторы воздействия			
	Физические	Биологические	Химические	
Мониторинг состояния биосферы	Природные среды			
	Атмосфера	Океан	Поверхность суши с реками и озерами	Биота
	Геофизический мониторинг			Биологический мониторинг

Рис. 2. Классификация систем мониторинга

Классификация систем мониторинга по объекту слежения:

Базовый (фоновый) – направлен на выявление в экосистеме изменений, которые вызваны естественными процессами.

Импактный – наблюдение, оценка и прогноз состояния природной среды в районах расположения опасных и потенциально опасных источников антропогенного воздействия (например, производственный экологический мониторинг).

Тематический – мониторинг, направленный на сбор конкретной специфической информации о состоянии и изменении природных компонентов либо объектов (например, лесопожарный мониторинг).

По характеру обобщения информации различают следующие системы мониторинга: глобальный, фоновый, региональный, локальный (рис. 3).



Рис. 3. Классификация экологического мониторинга по территориальному принципу

При территориальном принципе мониторинга выделяют следующие виды:

- глобальный – охватывает наблюдениями весь земной шар или большую его часть;
- национальный – мониторинг проводят в границах одного государства;
- региональный мониторинг проводят на значительной территории в пределах одного или на пограничных участках нескольких государств;
- локальный – обследуемые участки имеют сравнительно небольшую площадь (на территории города, водные объекты, район крупного предприятия);

- точечный – территория находится в непосредственной близости к источнику поступления в среду загрязняющих веществ, расположена локально.

Классификации систем мониторинга окружающей среды по Ю. А. Израэлю приведена в табл. 1.

Таблица 1

Классификация систем (подсистем, видов) мониторинга окружающей среды (по Ю. А. Израэлю)

Принцип классификации	Существующие или проектируемые системы (подсистемы) мониторинга
Масштаб системы	Глобальный, региональный и локальный (импактный) мониторинг
Контролируемая геофизическая среда	Мониторинг атмосферы, гидросферы, поверхности суши, криосферы
Методы наблюдений	Биологический, физический, химический, медицинский, геологический мониторинг, палеомониторинг. Наземный, авиационный, спутниковый мониторинг. Сплошной или выборочный, непрерывный или дискретный, глазомерный или с использованием технических средств
Контролируемый природно-географический объект	Мониторинг океана, морей, рек, пустынь, полупустынь, болот, лесов, степей, озер, континентального шельфа и т.д.
Факторы и источники антропогенного воздействия	Мониторинг шумов, вибраций, различных загрязнений, излучений. Мониторинг источников загрязнений
Острота и глобальность проблемы	Мониторинг океана, мониторинг озонового слоя, генетический мониторинг и т.д.
Системность организации	Экологический мониторинг, медико-биологический мониторинг, климатический мониторинг, мониторинг биосферы

Отдельно необходимо упомянуть фоновый (базовый) мониторинг. Его проводят с целью получения эталонного (базового) состояния системы. Информация, полученная в ходе фонового мониторинга, применяется для анализа результатов всех остальных видов мониторинга. Место фонового мониторинга в рамках территориальной классификации можно определить как глобальный или национальный.

1.3. Разработка программы мониторинга

Эффективность экологического мониторинга главным образом зависит от правильной его организации. В первую очередь следует сформулировать цели и задачи предстоящей работы. Для этого необходимо, чтобы поставленные цели соответствовали ряду требований. Они должны быть конкретными, достижимыми и поддаваться проверке. Эти требования важны для контроля выполнения программы и ее корректировки.

Базовой целью программы является поступление новых данных, внесение определенности в существующую ситуацию или наоборот – выявление недостатка данных о ней. В связи с вышеизложенным цель программы мониторинга может быть связана:

- с получением данных о конкретной проблеме;
- представлением данных для различных типов аудитории (заинтересованной общественности, администрации и сотрудников предприятия, государственных органов) и ее распространением;
- разработкой рекомендаций для принятия мер по улучшению сложившейся ситуации или стимулированию принятия соответствующих решений.

Задачи – это определенная деятельность для достижения поставленной цели. При грамотно разработанной программе все задачи находятся в рамках цели мониторинга и имеют к ней непосредственное отношение, являясь этапами на пути ее достижения. Для согласованности цели и задач необходимо определить приоритеты – объекты мониторинга и определяемые параметры. В различных условиях объекты могут быть различными и носить как антропогенный, так и природный характер. Например, если целью программы является совершенствование системы очистки предприятия (экологической результативности), то объекты необходимо подбирать, учитывая специфику техпроцессов, существующей схемы работы, принятых управленческих решений.

Если проблему представляет состояние окружающей среды в загрязненном городском районе, определение приоритетов может начаться с выбора природной среды для мониторинга – атмосферы, воды, почвы, снежного покрова. Выбор объекта в некоторых случаях однозначно вытекает из поставленной проблемы, а иногда представляет собой содержательную и нетривиальную задачу. В связи со всем сказанным выше, крайне важно уделить необходимое внимание первому этапу – правильной формулировке программы мониторинга, в том числе – разработке цели и выделению в ее рамках соответствующих задач.

Общая последовательность разработки и осуществления схемы мониторинга представлена на рис. 4.

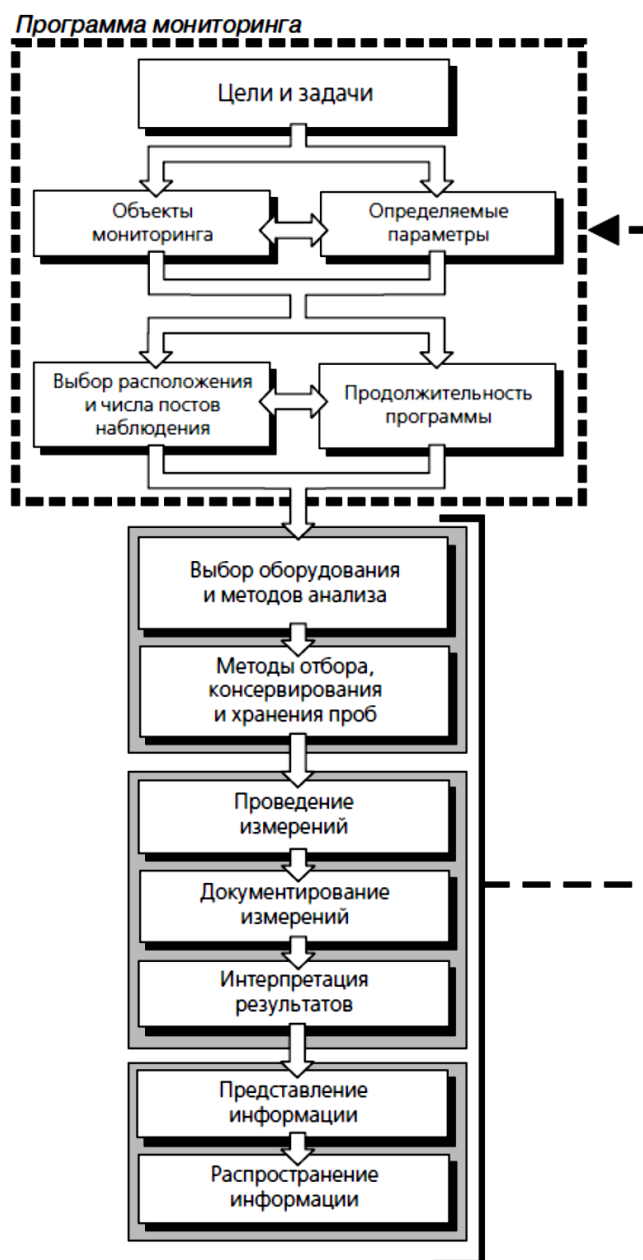


Рис. 4. Основные компоненты системы мониторинга

1.4. Глобальная система мониторинга

Объектом глобального мониторинга является вся биосфера Земли. Целью являются наблюдения как за природными, так и за техногенными процессами и явлениями и прогнозирование возможных неблагоприятных изменений. Координирует проведение глобального мониторинга Всемирная метеорологическая организация (ВМО).

Система глобального мониторинга была принята в 1974 г. на первом межправительственном совещании по мониторингу в Найроби (Кения).

Она предполагает систематическое изучение окружающей среды по единым правилам и унифицированным методикам на 8 континентальных, 77 базовых, 66 биосферных региональных станциях, размещенных в разных точках Земли. Она охватывает наблюдение, оценку и прогнозирование изменений природных процессов, контролирование энергетического и теплового баланса Земли, наблюдение за уровнем радиации, углекислого газа, кислорода в тропосфере (частично в литосфере), глобальным увеличением фонового загрязнения атмосферы, состоянием мирового океана, изменениями климата, миграционными путями животных, лесными экосистемами. С 1946 г. ФАО осуществляет мониторинг мировых лесных ресурсов на основе периодических оценок, проводимых в сотрудничестве со своими странами-членами. Информация, представляемая в рамках Глобальной оценки лесных ресурсов (ОЛР), дает полное представление о мировых лесах и о том, каким образом изменяется характер ресурсов. Такая четкая глобальная картина способствует разработке рациональной политики, практики и инвестиций, затрагивающих леса и лесное хозяйство.

До 80-х оценка проводилась под руководством ФАО при ограниченном участии стран, затем они стали принимать все более активное участие в сборе, оценке и прогнозировании национальных данных. В настоящее время оценка полученных данных подкрепляется дистанционным зондированием и статистическим моделированием. Повышенное внимание уделяется оценке динамики запаса древесины, площади лесов и расчету биомассы и запасов углерода. На момент подготовки ОЛР на 2020 г. произошел ряд событий в сфере международной лесной политики, таких как Парижское соглашение об изменении климата, Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 г. с ЦУР и Стратегический план Организации Объединенных Наций в отношении лесов на 2017–2030 годы. В связи с этим новая онлайн-система призвана стать хранилищем самой последней информации о лесах в мире, обеспечивая несложный доступ к данным (The Global Forest, 2020).

В каждой стране глобальный мониторинг ведется по своей национальной программе. В России вопросами глобального мониторинга занимается Единая государственная система экологического мониторинга (ЕГСЭМ), формирование которой начато в 1993 г. ЕГСЭМ призвана обеспечивать органы государственного управления и природопользования современной и достоверной информацией о состоянии природной среды в различных регионах России. Эта информация позволяет принимать взвешенные и обоснованные решения в области охраны природы и обеспечения экологической безопасности.

Система глобального мониторинга выполняет такие задачи:

- определение уровней отдельных критических загрязнителей в среде, анализ их распределения в пространстве и изменчивости во времени;
- изучение размеров и скорости потоков загрязняющих веществ, их превращений и соединений;
- сравнение используемых в разных странах методов наблюдений и анализ изменений окружающей среды;
- обеспечение необходимой для принятия управленческих решений глобальной и региональной информации;
- предупреждение о возможных природных и антропогенных катастрофах. Система глобального мониторинга реализуется на импактном, региональном, фоновом уровнях, для которых разработаны специальные программы, и которые формируют на основе выборов приоритетных загрязняющих веществ и интегральных характеристик, используя определенную совокупность критериев.

1.5. Государственный экологический мониторинг в РФ

Осуществление государственного экологического мониторинга в РФ производится в соответствии с положениями федерального закона «Об охране окружающей среды» в рамках единой системы государственного экологического мониторинга органами власти в соответствии с их компетенцией, установленной законодательством Российской Федерации.

Государственная функция «Ведение Единого государственного фонда данных о состоянии окружающей среды, ее загрязнении» исполняется федеральным органом власти – Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет), ее территориальными органами и подведомственными организациями (Об утверждении, 2008).

Для осуществления государственного экологического мониторинга в РФ создаются и эксплуатируются наблюдательные сети, информационные ресурсы, государственный фонд данных.

Единая система государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды) (О государственном экологическом мониторинге, 2013) функционирует в целях обеспечения охраны окружающей среды. Ее задачами являются:

- регулярные наблюдения за состоянием окружающей среды, в том числе компонентов природной среды, естественных экологических систем, за происходящими в них процессами, явлениями, изменениями состояния окружающей среды;

- хранение, обработка (обобщение, систематизация) информации о состоянии окружающей среды; анализ полученной информации в целях своевременного выявления изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и (или) антропогенных факторов, оценка и прогноз этих изменений;

- обеспечение заинтересованных лиц информацией о состоянии окружающей среды.

Данная система включает в себя следующие подсистемы мониторинга:

- состояния и загрязнения окружающей среды и атмосферного воздуха;

- радиационной обстановки на территории Российской Федерации;

- земель и объектов животного мира;

- государственного лесопатологического мониторинга и воспроизводства лесов;

- состояния недр;

- водных объектов и биологических ресурсов;

- внутренних морских вод и территориального моря Российской Федерации;

- исключительной экономической зоны Российской Федерации;

- континентального шельфа Российской Федерации;

- уникальной экологической системы озера Байкал;

- охотничьих ресурсов и среды их обитания.

Органы государственного управления в области охраны окружающей среды осуществляют следующие виды деятельности:

- поиск, получение (сбор), хранение, обработка (обобщение, систематизация) и анализ информации о состоянии окружающей среды, происходящих в ней процессах, явлениях, об изменениях состояния окружающей среды;

- поиск, получение (сбор), хранение, обработка (обобщение, систематизация) и анализ информации об объектах, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, о характере, видах и об объеме такого воздействия;

- оценка состояния окружающей среды и прогнозирование его изменений под воздействием природных и (или) антропогенных факторов;

- определение связей между воздействием природных и (или) антропогенных факторов на окружающую среду и изменениями состояния окружающей среды;

- выработка предложений о предотвращении негативного воздействия на окружающую среду и направление их в органы государственной власти, органы местного самоуправления, юридическим лицам, индивидуальным предпринимателям;

- направление в органы государственной власти, уполномоченные на осуществление государственного контроля информации о нарушении нормативов в области охраны окружающей среды вследствие воздействия природных и (или) антропогенных факторов и предложений об устранении таких нарушений;

- направление в органы государственной власти предложений для их учета при подготовке документов территориального планирования и (или) предложений об изменении указанных документов в целях формирования благоприятных условий жизнедеятельности человека, ограничения негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду, обеспечения охраны и рационального использования природных ресурсов в интересах нынешнего и будущего поколений;

- выпуск экстренной информации о необходимости снижения негативного воздействия на окружающую среду природных и (или) антропогенных факторов; оценка эффективности проводимых природоохранных мероприятий;

- создание и эксплуатация баз данных информационных систем в области охраны окружающей среды;

- хранение информации о состоянии окружающей среды, о происходящих в ней процессах, явлениях, об изменениях состояния окружающей среды и предоставление этой информации всем заинтересованным лицам.

Государственный фонд данных государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды) федеральной информационной системой, обеспечивающей сбор, обработку, анализ данных и включает в себя:

- информацию, содержащуюся в базах данных подсистем единой системы государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды);

- результаты производственного контроля в области охраны окружающей среды и государственного экологического надзора;

- данные государственного учета объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду.

Информация, включаемая в государственный фонд данных, подлежит использованию различными организациями и физлицами при планировании и осуществлении хозяйственной и иной деятельности и предоставляется на безвозмездной основе.

На основе информации, содержащейся в государственном фонде данных, уполномоченный Правительством Российской Федерации федеральный орган исполнительной власти подготавливает ежегодный государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды («Об охране...», 2002).

2. МОНИТОРИНГ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ

2.1. Понятия, цели и задачи мониторинга лесных экосистем

Проблема антропогенного влияния на окружающую среду в целом и лесные экосистемы в частности неуклонно растет. Причиной загрязнения всех сред продуктами техногенеза, снижения биоразнообразия, снижения растительного покрова и др. чаще всего прямо или косвенно служит именно деятельность человека. Усиливающееся с годами антропогенное воздействие на лесные экосистемы вызывает снижение их биологической устойчивости и может привести к деградации и даже полной деструкции. Снижение покрытой лесом площади вызывает дальнейшую дестабилизацию круговорота веществ и энергии биосферы.

Данная ситуация привела к пониманию необходимости создания механизма, осуществляющего наблюдение и дальнейшую разработку методик оценки состояния и прогнозирования динамики трансформации лесных экосистем в пространстве и во времени.

Термин «лесная экосистема» можно определить как биологическую систему, состоящую из сообщества взаимосвязанных живых организмов с доминированием в нем древесной растительности. В этой системе осуществляется обмен веществом и энергией (Лабоха, 2012).

Мониторинг лесных экосистем можно рассматривать как систему слежения, анализа и прогноза динамики состояния лесов под действием различных влияний с целью улучшения выполнения отведенных им функций.

Мониторинг леса организуется под руководством высшего органа управления лесного хозяйства – Федерального агентства лесного хозяйства РФ (Рослесхоза) и является информационной системой для реализации устойчивого управления лесами. Он делает возможным получение достоверной и актуальной информации о динамике лесного фонда. Планирование и проведение мероприятий мониторинга ведется в соответствии с программой развития лесного хозяйства на 2013 – 2020 годы.

Полученные данные также могут использоваться в экологических программах различного уровня (в том числе международных).

Основными нормативными актами, регулирующими проведение мониторинга, являются федеральные законы «Об охране окружающей среды» (2002), «Лесной кодекс Российской Федерации» (2006) и соответствующие им подзаконные акты – Приказы «Об утверждении Порядка осуществления государственного лесопатологического мониторинга», «Об утверждении порядка осуществления государственного

мониторинга воспроизводства лесов», «Об утверждении Порядка осуществления мониторинга пожарной опасности в лесах и лесных пожаров» и др.

В Единой государственной системе экологического мониторинга (ЕГСМ) выделены подсистемы государственного лесопатологического мониторинга; государственного мониторинга воспроизводства лесов (Об охране..., 2002). В Лесном кодексе (2006) (О введении в действие ЛК, 2006) в качестве системы проверки состояния лесов, их количественных и качественных характеристик указана государственная инвентаризация лесов (ГИЛ), а в целях наблюдения и контроля за пожарной опасностью в лесах – мониторинг пожарной опасности в лесах и лесных пожаров (ЛК РФ ст. 53.2, 90).

Объектом лесного мониторинга является весь лесной фонд России. Проведение мониторинга на федеральном уровне организует Федеральное агентство лесного хозяйства (Рослесхоз). Одним из главных участников организации лесного мониторинга в регионах является госорган управления лесным хозяйством субъекта Российской Федерации, а первичным – лесничества и другие предприятия и учреждения. В рамках ГИЛ сбор и обработку данных производит ФГБУ «Рослесинфорг».

Главными целями лесного мониторинга являются:

- выявление и фиксация происходящих изменений в состоянии земель лесного фонда и лесных ресурсов России, лесопатологического (санитарного и экологического) состояния лесов, их анализ и прогнозирование состояния лесов, динамики его основных характеристик;
- оценка эффективности мероприятий по охране, защите и воспроизводству лесов;
- информационное обеспечение системы ЕГСМ;
- обеспечение информацией органов управления природными, в том числе лесными ресурсами для принятия соответствующих решений на всех уровнях;
- реализация обязательств РФ в рамках международных соглашений по сохранению биоразнообразия и мониторингу состояния лесных экосистем.

При ведении лесного мониторинга решаются следующие задачи:

- 1) определение масштабов и изучение причин повреждения и ухудшения состояния лесов;
- 2) отслеживание и анализ нарушений лесного законодательства при различной деятельности;
- 3) фиксация динамики лесного фонда, обусловленной естественными и антропогенными факторами;
- 4) информационное обеспечение контроля за исполнением субъектами РФ переданных им полномочий в области лесных отношений;

5) получение и обработка информации о выполнении лесами их санитарно-гигиенических, эстетических и прочих функций;

6) оценка проведенных мероприятий, ресурсно-экологическая и кадастровые оценки;

7) сбор, анализ и прогноз данных о состоянии экосистемы и др.

«Для глубокого и правильного понимания процессов, проходящих внутри лесной экосистемы, для изучения изменений, вызванных внешними факторами, для определения реакции системы на эти изменения, для определения устойчивости системы к этим воздействиям необходима идентификация компонентов лесной экосистемы, определение взаимоотношений между ними и спецификация механизмов, благодаря которым в лесной экосистеме происходят изменения» (Дистанционный мониторинг..., 2019).

2.2. Виды мониторинга леса

Можно выделить следующие виды лесного мониторинга (Мониторинг лесных экосистем, 2016):

1) мониторинг состояния лесных ресурсов и земель лесного фонда;

2) мониторинг санитарно-лесопатологический (лесопатологический);

3) мониторинг воспроизводства лесов;

4) мониторинг лесных пожаров;

5) мониторинг лесов, ведущийся по международным программам и соглашениям;

6) специальные виды лесного мониторинга – мониторинг состояния лесов в зонах радиационного заражения, техногенного загрязнения и т. п.

Первый вид мониторинга основывается на данных государственной инвентаризации лесов, доклада «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации» (по данным экологического мониторинга и официальной статистической отчетности), ведения лесоучётной документации, материалах лесоустройства. Этот вид мониторинга позволяет проводить оценку текущих изменений состояния земель лесного фонда и лесных ресурсов в количественном выражении, согласно положений, утвержденных на законодательном уровне.

Государственная инвентаризация лесов (ГИЛ) является комплексом мероприятий по оценке состояния лесов, определения их количественных и качественных характеристик и проводится в отношении лесов, расположенных на землях лесного фонда и землях иных категорий, наземными и аэрокосмическими способами с использованием статистических методов. В рамках ГИЛ оценка качества проведения и эффективности мероприятий по охране, защите, воспроизводству и

использованию лесов проводится наземными способами, оценка использования лесов – дистанционными.

Лесопатологический мониторинг является системой слежения, анализа, оценки и прогноза изменения санитарного и лесопатологического состояния лесов. Учитывают наличие и увеличение количества вредных насекомых и возбудителей болезней, а также повреждение, ослабление и гибель лесов, вызванных этими и другими природными и антропогенными факторами. «Все эти данные необходимы для своевременного принятия решений по лесозащитным и другим лесохозяйственным мероприятиям» (Об утверждении, 2017).

Государственный мониторинг воспроизводства лесов (ГМВЛ) является подсистемой единой системы государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды) и осуществляется Рослесхозом в соответствии с Положением «Об утверждении порядка осуществления государственного мониторинга воспроизводства лесов». ГМВЛ включает в себя наблюдения за воспроизводством лесов с использованием наземных, авиационных или космических средств путем проведения специальных обследований. При мониторинге проводят:

- а) оценку изменения площади земель, занятых лесными насаждениями;
- б) выявление земель, не занятых лесными насаждениями и требующих лесовосстановления;
- в) оценку характеристик лесных насаждений при воспроизводстве лесов;
- г) оценку характеристик используемых при воспроизводстве лесов семян лесных растений и посадочного материала лесных растений (саженцев, сеянцев);
- д) оценку эффективности воспроизводства лесов.

Источниками информации о воспроизводстве лесов служат данные государственного лесного реестра, результатов наблюдения за воспроизводством лесов, ГИЛ, государственного лесопатологического мониторинга, лесные планы субъектов Российской Федерации, лесохозяйственные регламенты лесничеств (лесопарков), проектная документация по воспроизводству и освоению лесов.

Информационная система службы охраны лесов от пожаров включает в себя лесопожарный мониторинг, который обеспечивает функции анализа и наблюдения за пожарной ситуацией, регистрацию точек возникновения, фиксацию последствий пожаров (Об утверждении, 2011).

Мониторинг лесов, ведущийся по международным программам и соглашениям в нашей стране в необходимых масштабах, еще находится в стадии разработки. В перечне поручений президента на 2017 год Правительству Российской Федерации (Перечень, 2017) было указано

разработать и утвердить национальную методику оценки способности всех типов лесов, находящихся на территории Российской Федерации, к поглощению диоксида углерода и провести соответствующие расчеты. Данное поручение не было выполнено. В настоящее время проводятся исследования в рамках международной программы экологического мониторинга ICP-Forests (Методы исследований..., 2011; Информационная..., 2012).

В общих чертах понятно, что мониторинг должен базироваться на тезисах стратегического плана Организации Объединенных Наций по лесам на период 2017–2030 гг. Данный план представляет собой основную канву, определяющую главные направления принятия мер на всех уровнях для реализации неистощительного использования лесного фонда и прочих насаждений в целях остановки процесса деградации и сведения лесов.

Международные конвенции (соглашения, договоры) предоставляют возможность для более тесного сотрудничества стран. Программа ООН по окружающей среде предусматривает ведение учета международных конвенций в области охраны окружающей среды и ежегодную публикацию их списка (на текущий момент их более 1000) с указанием основных сведений об их содержании. Тексты этих нормативных материалов содержатся в Международном центре по праву окружающей среды, который функционирует в Бонне (ФРГ) под эгидой Всемирного фонда охраны дикой живой природы, Международного совета по праву окружающей среды, Программы ООН по окружающей среде.

Выделенные в рамках лесного мониторинга специальные виды базируются на тезисах специальных нормативных документов и программ различного уровня. Они позволяют получать сведения о распространении и степени воздействия на состояние земель лесного фонда и лесоматериалов радиационного, промышленного и других видов антропогенного загрязнения ОС. В том числе радиационный мониторинг - система наблюдений, оценки и прогноза динамики радиационной обстановки в лесах, загрязненных радионуклидами, в целях повышения эффективности и радиационной безопасности их использования, охраны, защиты и воспроизводства. Он основан на «получении информации о загрязнении земель лесного фонда и лесоматериалов радионуклидами, включая динамику этих процессов» (Метод. рекомендации, 2009).

В промышленных зонах проводится один из видов специального мониторинга – определение состояния лесов в зонах промышленных выбросов. Он осуществляется на лесных землях, подверженных воздействию выбросов промышленных предприятий, с использованием специальных методов наблюдения в зависимости от масштабов и интенсивности воздействий.

3. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОНИТОРИНГА ЛЕСОВ

Лесные экосистемы – это одни из самых сложных на Земле экосистем. Они характеризуются ландшафтно-географической изменчивостью, неоднородностью, разным временем протекания процессов и различной продолжительностью жизни древостоев.

Для обеспечения необходимого уровня эффективности мониторинга используется одновременное наблюдение за системой на разных уровнях, зонально-типологический и комплексный подход.

3.1. Средства и методы ведения лесного мониторинга

При проведении мониторинга используются два основных способа сбора данных о состоянии и загрязнении окружающей среды: наземный (контактный) и дистанционный (бесконтактный). Наземный (контактный) способ предполагает проведение непосредственных действий в отношении исследуемых компонентов окружающей среды (измерений, отбора проб, наблюдений и др.). При этом исследователь непосредственно контактирует с изучаемыми экосистемами. Дистанционный (бесконтактный) способ предполагает использование электронных измерительных устройств дистанционного наблюдения в режиме реального времени. При этом непосредственный контакт с изучаемыми экосистемами исключается.

Использование электронных измерительных устройств дистанционного наблюдения проводят, используя подключения к базовой станции, либо через телеметрическую сеть, либо через наземные линии, сотовые телефонные сети или другие телеметрические системы (Морозов, 2019).

При проведении наземного мониторинга проектируют с использованием методов математической статистики и закладывают пробные площади и пункты учета. В ряде случаев (при необходимости оценки насаждений на небольших площадях – локальном мониторинге) проводят сплошной мониторинг.

При проведении дистанционного мониторинга используют средства космического базирования, аэрофотосъемку в видимой и инфракрасной зонах спектра, а также методы лазерного зондирования.

К наиболее известному и получающему все большее распространение способу мониторинга лесных экосистем относится использование материалов аэрокосмических съемок и автоматизированных методов обработки и анализа поступающих данных. Получение информации в рамках данного способа с использованием системы аэрокосмического мониторинга лесов (АКМЛ) проводится на различных уровнях. На первом уровне производится дистанционное зондирование (ДЗ) с автоматических и

пилотируемых космических летательных аппаратов (КЛА). ДЗ обеспечивает оперативный и регулярный контроль территории лесного фонда. Наблюдения производятся с разной периодичностью, в зависимости от целей слежения – от ежегодных до ежедневных (в пожароопасный сезон до 2–3 раз в сутки). При ДЗ происходит распознавание всех заданных объектов природного и антропогенного происхождения, а также интерпретация полученных данных и комплексный анализ возможных нарушений. Вторым уровнем мониторинга лесов являются аэросъемки и аэровизуальное слежение, к третьему (контрольному) уровню можно отнести наземные обследования. Мероприятия второго и третьего уровней необходимы в тех случаях, когда по каким-либо причинам (нехватка информации, низкое разрешение снимков и т.п.) получение этих данных невозможно при использовании КЛА, дающих основную часть необходимой информации. Основным принципом при проведении мониторинга является оптимизация затрат труда и финансовых средств с максимальным объемом получаемой информации.

3.2. Дистанционный мониторинг

В настоящее время аэрокосмические методы приобретают все большую популярность в различных сферах, в том числе и при изучении лесного фонда и происходящих в нем изменений. Данная тенденция обусловлена высокой информативностью дистанционного зондирования при минимальных трудозатратах.

Дистанционный мониторинг можно определить как регулярные наблюдения за состоянием использования лесов, для своевременного выявления и прогнозирования развития процессов, оказывающих негативное воздействие на леса на основе контурного и аналитического дешифрирования материалов дистанционного зондирования земли. Он является одним из мероприятий государственной инвентаризации лесов (ГИЛ) и проводится с использованием космических средств наблюдения различной конструкции.

Преимуществом и главной особенностью дистанционного мониторинга является возможность оценки на значительных труднодоступных территориях отдельных изменений лесного фонда, которые нельзя выявить другими способами.

Целесообразность применения дистанционного мониторинга доказана на практике. Рекомендуемые специалистами эффективные направления работы – выявление нарушений лесного законодательства, оценка степени повреждения лесной растительности под влиянием природных и антропогенных факторов (выброс загрязняющих веществ и другие негативные процессы), а также выявление источников потенциально

вредного влияния на лесной фонд. Помимо этого, спутниковые методы наблюдения применяются для проведения оценки общей лесопатологической и пожарной ситуации, обнаружения и слежения за динамикой лесных пожаров, прогнозирования направления движения огня по территории и решения прочих задач мониторинга (наблюдения за метеорологической обстановкой, сходом снежного покрова, фенологическим состоянием лесов).

Порядок проведения работ при дистанционном мониторинге:

- со спутника с помощью сканирующего радиометра производится съемка обозначенной территории;
- базирующаяся на Земле аналитическая станция получает инфракрасный снимок и анализирует его;
- анализ снимка проводится по отдельным блокам (блок лесных пожаров, санитарно-лесопатологический лесной блок, лесовосстановительный блок). К примеру, разность температуры земной поверхности и температуры участка, охваченного пожаром, позволяет определить его местонахождение.

Материалы дистанционного зондирования служат основой для оперативного прогнозирования ситуации и составления прогнозов на длительный срок. Также на их основе производится расчет необходимых ресурсов. Результаты анализа, интерпретации и прогноза направляются органам лесоуправления и/или другим заинтересованным лицам для их применения в практической деятельности.

На рис. 5 приведены виды лесоучетных работ, выполняемых дистанционными методами.



Рис. 5. Виды лесоучетных работ, выполняемых дистанционными методами

При планировании проведения дистанционного мониторинга подбираются лесничества с интенсивным уровнем использования лесов, максимальными объемами заготовки древесины, высокой долей арендованных лесных участков.

По данным Министерства природных ресурсов и экологии Свердловской области (МПР СО), благодаря использованию дистанционного мониторинга в 2019 г. было выявлено 51 нарушение лесного законодательства. Установлено, что незаконным способом было заготовлено 13,9 тысяч кубических метров древесины. Наиболее частые нарушения в 2019 г.: рубка без разрешительных документов, рубка за пределами отвода лесосеки, рубка в объеме, превышающем разрешенный, рубка с превышением эксплуатационной площади лесосек, рубка в защитных лесах. (Рослесхозом определен..., 2020).

Проведение дистанционного мониторинга в 2020 г. в Свердловской области было запланировано в основном в северной ее части (рис. 6).



Рис. 6. Схема объектов дистанционного мониторинга Свердловской области

Работы проведены на территории Алапаевского, Билимбаевского, Верхотурского, Ирбитского, Карпинского, Кушвинского, Нижне-Сергинского, Режевского, Серовского, Сивячихинского, Сысертьского, Таборинского, Тавдинского, Туринского лесничеств.

Непрерывный мониторинг – в Новолялинском и Нижне-Тагильском лесничествах.

Установлен рост объема работ с использованием дистанционного мониторинга, в 2020 г. он составил 23 %. Охват работы – 32 субъекта РФ, площадь лесов 171,5 млн га. В том числе в 13 субъектах страны на площади 25 млн га – непрерывный дистанционный мониторинг (Дистанционный мониторинг проведут..., 2020).

Начало непрерывному мониторингу на Урале было положено в 2018 и 2019 годах в Алапаевском лесничестве. Его результатом явилось снижение объема незаконных рубок на 70 процентов. Полученные результаты свидетельствуют, что данный способ мониторинга является эффективным при выявлении нарушений лесного законодательства. Его проведение повышает дисциплину лиц, осуществляющих заготовку древесины, а так же должностных лиц лесничеств, осуществляющих осмотры лесосек.

Технология дистанционного мониторинга использования лесов постоянно совершенствуется, общая площадь его применения увеличивается.

При непрерывном дистанционном мониторинге применяется круглогодичная космическая съемка соответствующей оперативной частоты.

Для проведения мониторинга необходимы данные дистанционного зондирования с высоким пространственным разрешением, которое может обеспечить нужное качество полученных результатов дешифрирования АФС.

Для выявления динамики состояния лесного фонда (рис. 7) снимки одной и той же территории, полученные в разное время, «синтезируются путем слияния спектральных каналов в мультिवременные композиты» (Дистанционный мониторинг, 2019).



Рис. 7. Выявление изменений в лесном фонде путем создания мультिवременных композитов (Дистанционный мониторинг..., 2019)

Контурное дешифрирование аэрофотоснимков, отражающих результаты лесопользования, а также выделение границ выявленных нарушений производят с использованием геоинформационных систем. Также на основании полученных данных при необходимости (для проверки, при выявлении нарушений и т. п.) специалисты выезжают на участки лесопользования.

Для каждого участка, имеющего признаки нарушений лесного законодательства, составляется карточка дешифрирования мест использования лесов, оперативно направляемая в органы государственной власти субъекта РФ и территориальные органы Рослесхоза для проверки и принятия мер, предусмотренных законодательством Российской Федерации.

По фактам подтверждения нарушений лесного законодательства, выявленных в результате натуральных проверок, органы государственной власти субъекта РФ оперативно направляют материалы в правоохранительные органы или принимают меры привлечения к административной ответственности.

Ежегодный отчет, составленный по результатам мониторинга, направляют на проверку в территориальные органы Федерального агентства лесного хозяйства. Затем информацию о найденных отступлениях от лесного законодательства передают в прокуратуру для дальнейших мер по их пресечению.

Организованная таким образом система работы является весьма эффективной. Понимая существующую ситуацию – постоянный контроль деятельности и возможную ответственность, лесопользователи более серьезно подходят к организации работ в лесу – отводу лесосек, вырубке деревьев, ликвидации порубочных остатков (Дистанционный мониторинг..., 2019).

Дистанционный мониторинг может быть организован не только с космических спутников, но и с применением различных пилотируемых и беспилотных летательных аппаратов (квадрокоптеры, воздушные шары, вертолеты, самолеты). Данные аппараты не способны достигать космических высот и применяются для мониторинга явлений локального или регионального масштаба. При этом виде работ также производится неконтактная съемка.

Применение данных средств важно для организации работ по ГИЛ; локализации территории, на которой находятся очаги болезней и вредителей, лесных пожаров или промышленных загрязнений.

Для организации и проведения работ по мониторингу лесов необходимо развитие направления разработки ГИС, позволяющих проводить автоматизированную классификацию материалов дистанционного зондирования Земли. Во многих странах при проведении национальных инвентаризаций лесов эти методы довольно успешно

используются. Наиболее распространенные из них – метод «ближайшего соседа» или метод k-NN (Черниковский, 2019).

ГИС является частично или полностью автоматизированной системой сбора, обработки, хранения и вывода конечной информации. Разработка и развитие таких систем ориентировано на достижение целей мониторинга ОС, планирования и управления лесными ресурсами. Системы построены на базе данных, имеющих различные конфигурации (картографические, таксационные и др.). Вся информация ГИС согласована во времени и в пространстве и отражает все особенности лесного фонда. Существующие банки информации позволяют проводить всеобъемлющий анализ с использованием ПК. На основе лесоустроительных и прочих материалов производится обработка и вывод необходимой картографической, статической, текстовой информации в том или ином виде – цифровом или непосредственно на бумажных носителях. Полученная информация используется в целях управления лесным сектором на различных уровнях, осуществления многоцелевого рационального неистощительного пользования лесом, решения задач охраны ОС.

Для организации процесса мониторинга лесов на всех уровнях необходимы различные базы данных:

- по каждому выделу (повыдельная) – материал для таких баз собирается в ходе таксационных работ в рамках лесоустройства и ГИЛ, в том числе разрабатываются или актуализируются картографические материалы масштаба 1:10 000 - 1:100 000;

- местные – содержащие основные данные для материалов масштаба 1:200 000-1:500 000 ;

- 3) региональные – имеющие данные для карт масштаба 1:2 500 000-1:5 000 000.

Используя возможности геоинформационных систем, в их оболочку вносят полученные в ходе космо- или авиасъемки материалы, по ним отслеживают и отмечают в базе данных произошедшие с течением времени изменения, которые могут быть вызваны как естественными, так и антропогенными факторами. Работа в системе производится в рамках одной системы координат, что позволяет автоматизировать многие процессы.

В соответствии со стратегией развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года планируются дальнейшие работы по расширению возможностей и применения системы дистанционного мониторинга лесов (Дистанционный мониторинг..., 2019).

3.3. Наземный мониторинг

При проведении мониторинга необходима единая методология, включающая в себя (Мониторинг ..., 2004):

- отработанные методы получения объективной и разнообразной информации о состоянии окружающей среды и состоянии (норме и отклонении от нормы) основных компонентов экосистем на основе необходимого и достаточного количества выборочных данных;

- автоматизированные и высокотехнологичные методы обработки и анализа информации, позволяющие получить адекватную оценку наблюдаемой ситуации;

- возможность прогноза ситуации, основанной на использовании апробированных и постоянно улучшаемых экологических моделей, описывающих реакцию и поведение основных компонентов лесных экосистем под давлением наблюдаемых и изменяющихся обстоятельств;

- возможность принятия обоснованных решений разных типов, масштабов и категорий зависимости (от законодательных и управленческих до экономических и технологических) на основе использования эколого-экономических критериев и апробированных для разных ситуаций и уровней алгоритмов;

- разработку механизма обязательного выполнения принятых решений, анализ их результативности и возможность быстрой реакции и обоснованных поправок к решениям с целью их адаптации к изменяющимся ситуациям.

Только при соблюдении указанных условий мониторинг состояния лесных насаждений может рассматриваться как система контроля, обеспечивающая устойчивое развитие и сохранение природных территорий.

Основой мониторинга являются материалы лесоустройства и ГИЛ, они обеспечивают актуальную информацию о лесах, их породном составе и структуре, количественном и качественном состоянии. Сопоставление имеющихся материалов разных лет позволяет устанавливать происходящие изменения на территориях любых размеров.

Весь цикл биогеоэкологических исследований в лесах условно можно разделить на четыре этапа: предварительный, начальный, основной и дополнительный (Программа и методика..., 1974).

Предварительный этап включает выбор объектов. Этот цикл работ предусматривает ознакомление с картографическими и лесоустроительными материалами и маршрутное обследование намеченных ключевых участков, из числа которых и выбираются объекты исследований. При предварительном этапе исследований собираются сведения о характеристике природных условий района исследований, режимах хозяйства в настоящем и прошлом.

Начальный этап – это проведение комплекса лесотаксационных работ: закладка постоянных и временных пробных площадей.

Основной этап включает комплекс работ, связанных с получением количественных оценок отдельных сторон биогеоценотического процесса и взаимодействий компонентов биогеоценоза (всевозможные виды учета, связанные с выражением оценок на площадь древостоя, подлеска, подроста, живого напочвенного покрова и т.д.).

Дополнительный этап включает экологические работы, касающиеся изучения потребностей пород-эдификаторов в отношении к ведущим факторам среды (например, анализ структуры производительности древостоев по классам роста деревьев и по ступеням толщины, чтобы обосновать интенсивность рубок ухода; изучение с помощью дендроклиматологии разногодичной динамики прироста стволовой древесины в зависимости от цикличности погодных условий; опыты стимулирования минерализации лесной подстилки посредством внесения химических веществ и т.д.) (Данчева, Залесов, 2015).

В рамках ГИЛ ведение наземного мониторинга проводится согласно «Методических рекомендаций по проведению государственной инвентаризации лесов». Описание работ при использовании методики ICP Forests приведено в одноименном разделе данного пособия (Об утверждении, 2018).

Состояние леса отслеживают, используя как наземный транспорт, так и вышки с установленными на них обычными камерами видеонаблюдения и специальными, имеющими датчики инфракрасного излучения. Камеры осуществляют слежение в автоматическом режиме круглосуточно на протяжении необходимого времени (в пожароопасный период). Фиксируемая информация передается для обработки диспетчером в специальный пункт приема данных. При организации мониторинга данным способом необходимо определить необходимое для эффективной работы количество точек наблюдения, снабженных электроэнергией (Мониторинг..., 2016).

Также при проведении работ наземными методами могут применяться биоиндикаторы. Данный способ основан на узкой приспособленности живых существ к конкретным условиям ОС. При значительном изменении данных условий, вызванных биотическими или абиотическими факторами, индикаторы реагируют очень чутко.

При необходимости установить степень поврежденности определенных лесных массивов проводят сплошной мониторинг (для определения ущерба нанесенного экосистеме деятельностью промышленных предприятий, в результате рекреационной нагрузки и др.). С этой целью организуют наблюдения за соответствующими лесными массивами, собирают и анализируют данные, чтобы установить степень их поврежденности (деградации). Проведение сплошного мониторинга состояния лесов в заданном районе необходимо для получения

максимально информативных и точных данных, что на данном этапе возможно организовать лишь силами пеших наблюдателей. В ходе работ выявляют все существующие виды повреждений деревьев (механические, морфологические и др.).

Объектами сплошного мониторинга могут быть леса, расположенные на особо охраняемых территориях – заповедников, заказников и др. Также возможно проведение сплошного мониторинга в лесах зеленых зон городов, лесах, имеющих значительную рекреационную нагрузку и др.

3.4. Лесной мониторинг в России

Лесной мониторинг организуется в системе Федеральной службы лесного хозяйства и является одной из главных функциональных задач органов управления лесным хозяйством.

Объектом лесного мониторинга является весь лесной фонд России. Основным звеном ведения лесного мониторинга является государственный орган управления лесным хозяйством в субъекте РФ, первичным структурным звеном – лесничества, лесопарки и др. предприятия и учреждения, осуществляющие ведение лесного хозяйства, и во владении которых находится лесной фонд.

Организация системы лесного мониторинга осуществляется поэтапно с максимальным использованием существующих организационных структур и информационных потоков о состоянии лесов.

Информационной базой лесного мониторинга являются данные государственной инвентаризации лесов (ГИЛ), данные государственного лесного реестра (ГЛР), ежегодного доклада о состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации, лесные планы субъектов, лесохозяйственные регламенты лесничеств, данные о динамике лесных пожаров, материалы лесопатологических обследований и экспертиз, радиационного и химического контроля на лесных территориях, подвергшихся специальным видам загрязнения, сведения из государственных информационных систем «ИСДМ-Рослесхоз», «ЛесЕГАИС», договора аренды лесных участков, договора купли-продажи лесных насаждений, проекты освоения лесов, лесные декларации, технологические карты разработки лесосек, материалы отвода лесосек, акты осмотра мест рубок, отчеты об использовании лесов, данные статистической отчетности и т.д.

Основным источником экологических сведений для лесного мониторинга являются материалы лесоустройства.

В ходе мониторинга использования лесов устанавливаются признаки следующих нарушений лесного законодательства Российской Федерации:

- рубка лесных насаждений без правоустанавливающих документов;

- рубка с превышением эксплуатационной площади лесосек;
- рубка лесных насаждений в различных категориях защитных лесов и особо защитных участках лесов, где рубки запрещены или ограничены;
- незаконное использование лесов.

Крупнейшей организацией, осуществляющей все виды деятельности, связанные с организацией выполнения задач государственной лесной политики на федеральном и региональных уровнях исполнительной власти, а также с организацией использования лесных участков для всех категорий арендаторов и повышением эффективности использования лесов в рамках лесного законодательства Российской Федерации (рис.8) является ФГБУ «Рослесинфорг» (roslesinforg.ru).

- ОБЪЕКТЫ РАБОТ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ И КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛЕСОВ В 2020
- ОБЪЕКТЫ РАБОТ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ И КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛЕСОВ В 2019
- ОБЪЕКТЫ РАБОТ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ И КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛЕСОВ В 2018
- ОБЪЕКТЫ РАБОТ ПО ДИСТАНЦИОННОМУ МОНИТОРИНГУ ЛЕСОВ В 2020
- ОБЪЕКТЫ РАБОТ ПО НЕПРЕРЫВНОМУ ДИСТАНЦИОННОМУ МОНИТОРИНГУ ЛЕСОВ В 2020
- ОБЪЕКТЫ РАБОТ ПО НЕПРЕРЫВНОМУ ДИСТАНЦИОННОМУ МОНИТОРИНГУ ЛЕСОВ В 2019
- ОБЪЕКТЫ РАБОТ ПО НЕПРЕРЫВНОМУ ДИСТАНЦИОННОМУ МОНИТОРИНГУ ЛЕСОВ В 2018
- ОБЪЕКТЫ РАБОТ ПО ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА И ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ В 2019

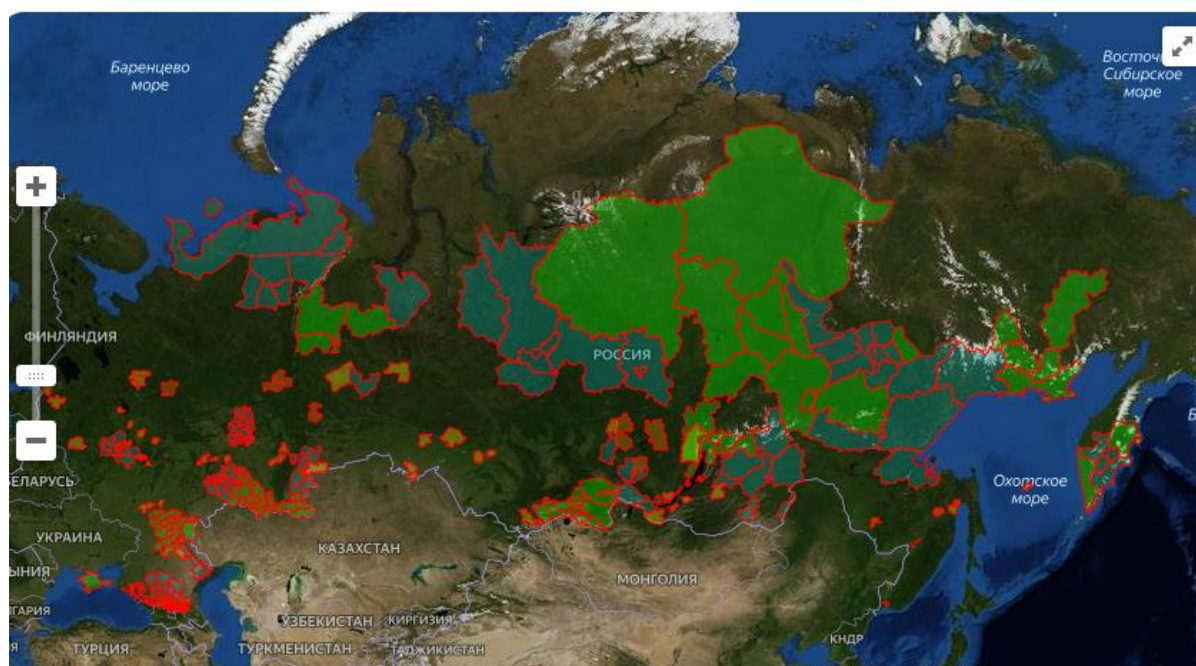


Рис. 8. Работы, проводимые ФГБУ «Рослесинфорг» в 2018–2020 гг.

Учитывают все указанные в ст. 29, 29.1, 43–46 ЛК РФ (О введении в действие ЛК РФ, 2006) виды лесопользования, которые непосредственно относятся к заготовке леса, а также рубки, направленные на сохранение

лесов ст. 19 ЛК РФ (2006). При необходимости – прочие виды лесопользования.

По состоянию на 01.01.2018 общая площадь земель Российской Федерации, на которых расположены леса, составляла 1 184 450,5 тыс. га, в том числе площадь земель лесного фонда 1 147 037,50 тыс. га, покрытой лесом - 67,1% земель лесного фонда (рис. 9).



Рис. 9. Площадь земель лесного фонда Российской Федерации, в том числе покрытых лесной растительностью, в разрезе федеральных округов Российской Федерации по состоянию на 01.01.2018

Общий запас древесины в лесах, расположенных на землях лесного фонда, согласно данным ГЛР по состоянию на 01.01.2018, оценен в объеме 79 684,56 млн м³ (или 103,46 м³ на 1 га земель лесного фонда, покрытых лесной растительностью). По сравнению с 2016 г. этот показатель увеличился на 0,6 % (на 44,02 млн м³). Наиболее высокие значения запаса древесины на 1 га земель лесного фонда, покрытых лесной растительностью, характерны для Центрального (176,98 м³), Северо-Кавказского (164,38 м³) и Приволжского (150,22 м³) федеральных округов, наименьшее – для Дальневосточного федерального округа (69,44 м³).

По данным госдоклада об охране ОС за 2017 г. лесистость территории Российской Федерации (отношение покрытой лесной растительностью площади к общей площади страны) составила 46,4 %. Максимальный уровень лесистости отмечен в Сибирском и Северо-Западном федеральных округах; минимальный – в Северо-Кавказском и Южном федеральных округах (рис. 10).



Рис. 10. Лесистость территории Российской Федерации в разрезе федеральных округов (Государственный доклад, 2017)

В настоящее время система мониторинга работает на основании автоматизированной системы управления. Для обеспечения работы данной системы и получения актуальной информации осуществляется развитие методов и сети мониторинга.

Для всех уровней мониторинга (локального, регионального, глобального) обязательно требование репрезентативности выбранных экосистем для изучения (Лабоха, 2012).

4. БИОИНДИКАЦИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

4.1. Общие понятия

Биоиндикация – это оценка экологических факторов и их динамики при помощи признаков или свойств самих экологических или биологических систем. При этом методы биоиндикации достаточно легко используются при мониторинге состояния окружающей среды. Здесь необходимо отметить, что биоиндикация является одним из направлений современной экологии и базируется на экологических законах, занимаясь, по сути, проблемой оценки (диагностики) экологических факторов, а также состояния и динамики экосистем по биотическим признакам. Объектом ее являются экологические свойства и биологические признаки, а предметом – закономерности взаимоотношений этих признаков (свойств) между собой и биотическими факторами. При этом необходимо помнить, что биоиндикация отображает влияние внешних по отношению к биосистеме факторов, в том числе и антропогенных.

В современной биоиндикации выделяются несколько направлений:

1. В зависимости от уровня исследуемых экосистем выделяют:

- аутбиоиндикацию – оценка выполняется по отдельным признакам или организмам;
- синбиоиндикацию – оценка выполняется по сообществам или комплексу видов.

2. В зависимости от используемых систематических групп организмов:

- альгоиндикацию (использование в качестве индикаторов признаков или сообществ водорослей);
- лишеноиндикацию (использование в качестве индикаторов признаков или сообществ лишайников);
- бриоиндикацию (использование в качестве индикаторов признаков или сообществ мохообразных);
- фитоиндикацию (использование в качестве индикаторов признаков или сообществ сосудистых растений);
- дендроиндикацию (использование в качестве индикаторов признаков или сообществ древесных растений);
- зооиндикацию (использование в качестве индикаторов признаков или сообществ животных).

3. В зависимости от направлений исследований:

- агроиндикацию (оценка природных угодий - пастбищ, сенокосов и т.д. с точки зрения сельскохозяйственного использования, а также природных условий земледелия, садоводства, виноградарства, кормопроизводства и т. п.);

- лесную индикацию (раздел лесоведения и лесной типологии, изучающий оценку лесорастительных условий и их классификацию по климатическим и почвенным факторам);

- гидроиндикацию (оценка глубины залегания и минерализованности грунтовых вод);

- геоиндикацию и биогеохимическую индикацию (оценка геологического состава и литологии залегающих близко к земной поверхности горных пород и геохимических особенностей территории и связанных с ними рудных и нерудных ископаемых);

- дендроиндикацию (оценка динамики природных условий по характеру образования годичных колец древесных пород) – данная группа методов вместе с палиноиндикацией (спорово-пыльцевым анализом) является одним из ведущих при биоиндикации и мониторинге метеорологических и климатических параметров;

- почвенную индикацию (оценка экологических режимов почв трофности, степени, характера и глубины засоления, кислотности, режима увлажнения, содержания органических и минеральных соединений);

- инженерную биоиндикацию (оценка характера и степени техногенных нарушений, в том числе уровня загрязнения окружающей среды).

Используя методы биоиндикации, необходимо помнить, что, несмотря на оперативность получения данных и техническую простоту, точность оценки не всегда соответствует точности инструментальных методов. Поэтому методы биоиндикации ограничены в своем использовании. Однако в то же время в ряде случаев биоиндикация позволяет оценить влияние факторов в комплексе, более простыми и менее дорогостоящими средствами, на больших территориях, что не всегда удается получить при использовании инструментальных методов (Назаренко, 2019).

Выбранные методы должны соответствовать следующим требованиям:

- 1) быть проще и доступнее соответствующих инструментальных методов исследования экосистем, сами индикаторы должны быть максимально простыми и интуитивно понятными;

- 2) быть не менее информативными и наглядными, чем соответствующие инструментальные методы;

- 3) обеспечивать высокую скорость оценки;

- 4) использоваться на всех уровнях организации экосистем;

- 5) методика биоиндикации не должна иметь несколько толкований, должна быть достаточно стандартизованной, а также проверяемой, и при этом сопоставимой с требованиями экологического мониторинга;

- 6) результаты биоиндикации должны быть достаточно точными и достоверными (диапазон ошибки не более 20 % по сравнению с другими способами), при этом результаты биоиндикации должны быть научно

обоснованными и обеспечивать возможность их экстраполяции и прогнозирования.

Базовыми понятиями биоиндикации являются:

- Индикатор – биологическая характеристика или признак, которая дает представление о явлениях и процессах и используется при оценке интересующего параметра окружающей среды.

- Индикат – параметр окружающей среды, который оценивается.

В биоиндикации часто используются так называемые биотесты – организмы, которые искусственно помещают в экосистемы для оценки исследуемых параметров окружающей среды или используют в лабораториях для оценки отдельных составляющих среды (вода, атмосферный воздух, почва и т. д.). Необходимо помнить, что биоиндикация и биотестирование имеют разные методологические основы и способы оценки, т. е. не являются тождественными, хотя и имеют одинаковые цели – оценку параметров окружающей среды.

Методика биоиндикации – это система или алгоритм процедур и приемов оценки состояния окружающей среды с использованием биологических объектов и их свойств.

Любой процесс биоиндикации условно можно разбить на несколько этапов:

1. Выбор объекта (индиката), способа и масштаба индикации.
2. Выбор конкретного индикатора и включает поиск и доказательства однозначной связи индикатора и индиката.
3. Разработка индикационной шкалы, в которой показатели индикатора однозначно привязываются к исследуемым параметрам.
4. Определение вероятности ошибки и точности биоиндикации (Николаева, 2009).

Как и в любом разделе экологии, методы биоиндикации можно разделить на полевые и камеральные. К полевым относятся методы сбора образцов и выполнение описаний.

Широко используются методы полевых исследований организмов, популяций и экосистем, подробно изучающиеся в соответствующих науках (например, почвоведении, ботанике и зоологии) и разделах экологии (например, популяционной экологии). Камеральные методы биоиндикации разработаны в соответствующих ее направлениях – выделяются методы альго-, лишено-, фито-, зооиндикации и т. д. (Назаренко, 2019).

4.2. Влияние окружающей среды на лесные экосистемы

Известным является факт, что загрязнение окружающей среды в результате деятельности промышленных предприятий отрицательно влияет на состояние лесов и выполнение ими разнообразных функций.

Доказано, что именно оно является основной причиной повреждения насаждений.

Необходимы исследования и оценка причин, взаимосвязей факторов негативных воздействий на лесные экосистемы, а также мер, способствующих улучшению средообразующей и других функций леса.

Наибольшее влияние на лесную экосистему имеет атмосфера, следующим источником является почва. Причем в атмосфере загрязнители могут распространяться на значительные расстояния от непосредственного источника загрязнения и затем оседать на растения и почву, воздействуя на вегетативные и генеративные органы и ухудшая протекание репродуктивного процесса.

Содержание в атмосфере загрязняющих веществ зависит от находящихся в исследуемом районе промышленных предприятий. Сильнейшим загрязнителем воздуха является сера и ее соединения, которые вызывают нарушение азотного обмена древесных растений. Обычно поступление загрязнителей происходит комплексно. Самое опасное сочетание серы с тяжелыми металлами, обладающими высокой миграционной способностью. Эти соединения проникают в почву, откладываются и задерживаются в гумусе. В этом случае почва выступает в роли барьера на пути миграции загрязнителя. При увеличении концентрации соединений металлов происходит ее «засоление» (Лабоха, 2012).

Важным элементом лесной экосистемы является лесная подстилка. Процесс загрязнения промышленными поллютантами сопровождается возрастанием ее мощности (утолщением слоя) и снижением степени разложения. При длительном техногенном воздействии или при расположении источника загрязнения в непосредственной близости наблюдается обратный процесс – мощность лесной подстилки сокращается.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что нужно регулярно отслеживать содержание в почве тяжелых металлов.

Увеличение кислотности почвы также является важным аспектом, поскольку вызывает увеличение растворимости тяжелых металлов, что приводит к их доступности для поглощения растениями. Под воздействием комплексного загрязнения меняется состав гумуса, изменяется состав микрофлоры, что является показателем деградации лесных почв как при техногенном, так и при рекреационном воздействии (Лабоха, 2012).

Негативное влияние на растения оказывают твердые выбросы в виде пыли, вызывающие повреждения листьев и хвои: дефолиацию и дехромацию.

Также поллютанты оказывают мутагенное воздействие на растения, вызывают снижение производительности лесных насаждений (выявлено снижение бонитета на 1–2 класса). При высоких концентрациях загрязнителей может происходить разрушение и гибель листвы.

Одно из важнейших направлений исследований последних лет – изменение климата. Оно также часто связано с техногенным воздействием на окружающую среду. Его результатом является изменение видового состава степей и лесостепей, обеднение видового разнообразия бореальной флоры и фауны лесов.

Повышается вероятность возникновения экстремальных ситуаций (засухи, ураганные ветры, избыточные осадки), вызывающих повреждение экосистем и вспышки очагов вредителей и болезней.

Ухудшаются ассимиляция из-за снижения прозрачности атмосферы, а также условия водообеспеченности растений в результате снижения уровня грунтовых вод (Лабоха, 2012).

Воздействие содержащихся в воздушной среде поллютантов затрагивает метаболические и физиологические процессы и разрушающе влияет на мельчайшие структуры ассимиляционного аппарата. По мере деградации этих структур начинают проявляться различные внешние повреждения (дефолиация, дехромация).

Влияние поллютантов на растение зависит:

- 1) от вида загрязнителей;
- 2) их концентрации;
- 3) длительности воздействия;
- 4) относительной восприимчивости видов растений;

5) стадии физиологического развития, в которой находится растение в момент действия вредных веществ. Наиболее существенными факторами являются концентрация вредных веществ и длительность их воздействия (Лабоха, 2012).

Выявлены следующие способы проникновения поллютантов в структуру растения – через листья (хвою), корневую систему, оседанием на вегетативных и генеративных органах. Поглощение газообразных загрязнений происходит в основном через устьица листового аппарата, где и происходит их накопление с дальнейшим продвижением и включением в систему транспирации или вымыванием из нее.

Воздействие загрязнителей на лесную экосистему имеет периодический характер и связано с жизненными (сезонными, суточными) циклами жизнедеятельности (физиологической активности) растений.

4.3. Биоиндикационные методы оценки воздействий на древесные растения загрязнения атмосферного воздуха

Схема фитомониторинга загрязнения окружающей среды и состояния древесных растений представлена на рис. 11.



Рис. 11. Схема фитомониторинга загрязнения окружающей среды и состояния древесных растений

Фитотоксическое воздействие загрязнителей вызывает негативные изменения в растениях, результатом чего является снижение устойчивости к прочим неблагоприятным факторам естественного и антропогенного характера. Также с увеличением продолжительности воздействия и концентрации техногенных загрязнителей могут отмечаться следующие признаки:

- 1) хлорозы;
- 2) некрозы;
- 3) снижение продолжительности жизни хвои;
- 4) ускоренное отмирание ветвей основной части кроны, также снижение количества листвы и хвои в кроне и др.

Для целей полевой диагностики и оценки жизненного состояния деревьев наиболее информативны сведения о повреждении листьев – хлорозах и некрозах (дехромация) и их отмирании и опадении (дефолиация).

Важнейшим признаком повреждения ассимиляционного аппарата растений под влиянием атмосферного загрязнения является дехромация

(смена естественного цвета на желтоватый, белый, оранжевый). Классы повреждения и усыхания хвои приведены на рис. 12.

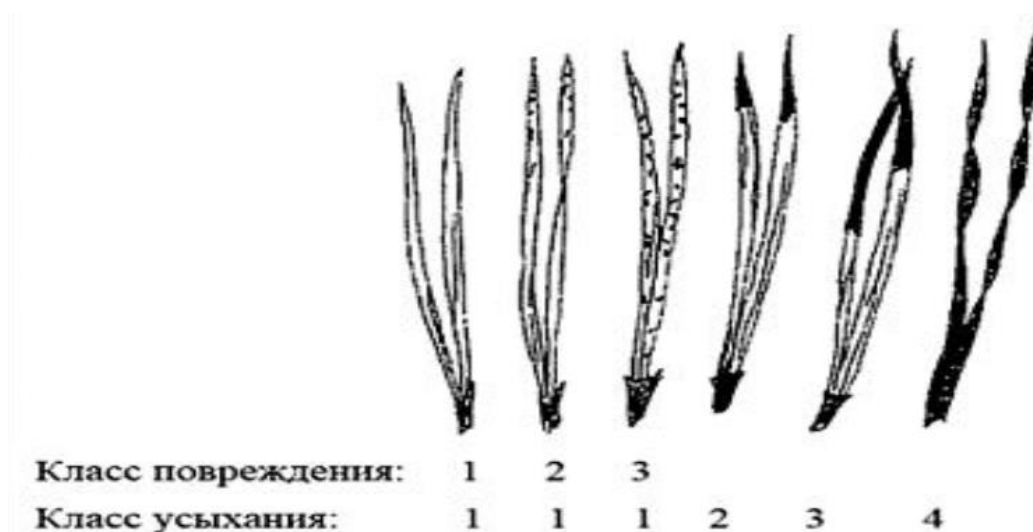


Рис. 12. Классы повреждения и усыхания хвои:

Повреждения: 1 – хвоинки без пятен; 2 – с небольшим числом мелких пятнышек; 3 – с большим числом черных и желтых пятен, некоторые из них крупные, во всю ширину хвоинки;

Усыхание: 1 – нет сухих участков; 2 – усох кончик на 2–5 мм; 3 – усохла треть хвоинки; 4 – вся хвоинка желтая или более половины ее длины сухая

Реакция на действие поллютантов у листвы (хвои) неодинакова и зависит от различных факторов, в том числе она связана с возрастом, погодными условиями, временем года и др. Наибольшую реактивность имеют полностью закончившие рост хвоя и листва, что связано с большей длительностью воздействия загрязнителей, наименьшую – растущие (Лабоха, 2012). В связи с этой особенностью чаще всего методика проведения мониторинга состояния окружающей среды, опирающаяся на данные о состоянии растительности, предусматривает сбор материала в конце вегетационного периода – конец августа, начало сентября (Методические, 2003).

В естественных условиях продолжительность жизни листьев определяется древесной породой, генетическими особенностями, ценотическим положением, вегетационным периодом. Для хвойных пород в естественных условиях продолжительность жизни хвои составляет для сосны 2–3 года, ели – 4–7 лет. Влияние загрязнителей приводит к преждевременному опаданию листвы и хвои.

Сокращение продолжительности жизни хвои вызывается всеми основными поллютантами и входит в число основных признаков

повреждения растений. Чем выше степень загрязнения воздуха, тем короче возраст хвои. При сильном загрязнении присутствует лишь хвоя последнего года жизни (Лабоха, 2012).

Для определения состояния лесных экосистем используют основанный на морфологических изменениях деревьев метод биоиндикации, при котором учитывают повреждения деревьев по таким показателям, как дефолиация (потеря хвои и листвы) и дехромация (изменение окраски) крон деревьев. Эти признаки служат основой для разработки шкалы состояния деревьев и древостоев.

Выделяют пять классов жизненного состояния, каждому из которых присваивается свой балл (1 – здоровое дерево, 2 – ослабленное, 3 – сильно ослабленное, 4 – отмирающее, 5 – сухостой). Интегральным классам повреждения деревьев соответствуют следующие величины дефолиации и дехромации крон деревьев (табл.2).

Таблица 2

Интегральные классы повреждения деревьев

Степень дефолиации, %	Степень изменения окраски хвои (листьев), %			
	<10	11-25	26-60	>60
<10	1	1	2	3
11-25	1	2	3	3
26-60	2	3	4	4
61-99	4	4	4	4
100	5	5	5	5

Для оценки жизненного состояния древостоев применяется индекс состояния (I, баллы), представляющий собой средневзвешенный класс повреждения составляющих древостой деревьев (Лабоха, Юшкевич, 2012).

По величине индекса состояния древостои классифицируются следующим образом (табл. 3).

Таблица 3

Классификация древостоев по величине индексов состояния

Категория состояния древостоя	Величина индекса жизненного состояния (I)
Здоровый	1,0 – 1,5
Ослабленный	1,6 – 2,5
Сильно ослабленный	2,6 – 3,5
Отмирающий	3,6 – 4,5
Сухостой	> 4,6

Для экспресс-оценки качества воздуха по состоянию хвои *Pinus sylvestris* применяют следующие значения классов повреждения хвои

(табл. 4): I – воздух идеально чистый; II – чистый; III – относительно чистый («норма»); IV – загрязненный («тревога»); V – грязный («опасно»); VI – очень грязный («вредно»); НС – невозможные сочетания.

Таблица 4

Экспресс-оценка загрязнения воздуха (I – VI) с использованием сосны обыкновенной (Мукминов, 2011)

Максимальный возраст хвои	Класс повреждения хвои на побегах второго года жизни		
	4	I	I – II
3	I	II	III – IV
2	II	III	IV
2	НС	IV	IV – V
1	НС	IV	V – VI
1	НС	НС	VI

С точки зрения биоиндикации, практически невозможно отделить антропогенные или природные факторы загрязнения, поскольку живые организмы реагируют на комплекс факторов среды. Можно только определить, есть ли загрязнение в принципе, какие именно загрязнители присутствуют и превышен ли пороговый уровень загрязнения, поэтому оценку конкретных факторов необходимо проводить в рамках отсутствия или равных влияний прочих.

Одним из важных показателей состояния природной среды является видовой состав растительного сообщества, который может изменяться по мере увеличения антропогенного влияния на окружающую среду. Установлено закономерное увеличение показателей биоразнообразия по мере удаления от источника химического антропогенного загрязнения окружающей среды.

4.4. Лишайники как биоиндикаторы загрязнения атмосферного воздуха

Одно из направлений в изучении экологического состояния окружающей среды – это применение биоиндикационных методов. В современном экологическом образовании научный подход к получению результатов является неотъемлемой частью.

С помощью биоиндикационных показателей фиксируют и оценивают чистоту воздуха. Это та среда, где мониторинг традиционными методами

исследования не дает точных результатов, так как изменение ее качества происходит постоянно.

Показатели биоиндикационных методов дают полную информацию об экологической ситуации исследуемого района. Они привязаны к временному периоду, что дает наиболее точную картину изменений.

В качестве индикаторов для оценки загрязнения атмосферного воздуха различными поллютантами используют лишайники. Лихеноиндикация – это особое направление индикационной экологии, основанное на уникальных свойствах лишайников, их видового состава, распространения и роли в биогеоценозах.

В трофической цепи лишайники занимают низкий уровень. Они наиболее пригодны в качестве индикаторов степени загрязнения природной среды, для ее прогнозирования и контроля состояния. Лишайники являются наиболее чувствительными структурными элементами лесных экосистем. Их реакция на внешнее воздействие очень сильна, а собственная изменчивость незначительна по сравнению с другими организмами. Роль лишайников как биоиндикаторов загрязнения атмосферы известна давно, но интенсивное исследование состояния окружающей среды специфических регионов привело к более частому их использованию. Лишайники чутко реагируют на характер и состав субстрата, на котором они растут, на микроклиматические условия и состав воздуха.

Лишайники распространены по всему земному шару, и поэтому выбраны объектом глобального биологического мониторинга. Лихеноиндикационные исследования позволяют дать качественную оценку состояния приземного воздуха. Сильное кратковременное загрязнение ведет к гибели лишайников, а долговременное влияние вызывает их угнетение.

Всего выделяют три отдела жизненных форм, в зависимости от расположения талломов относительно субстрата: отдел эндогенных лишайников (представлен организмами, слоевище которых развивается внутри субстрата); отдел эпигенных лишайников (характерно развитие слоевища на поверхности субстрата); свободноживущие (относятся виды с не прикрепленным к субстрату слоевищем). (Мучник, ... 2011) Самая большая группа – это представители отдела эпигенные лишайники. В ней основные позиции занимают четыре вида: *эпигейные* (напочвенные), *эпифитные* (предпочитают кору на стволе и ветвях древесных пород), *эпиксилльные* (встречаются на обработанной древесине или лишенном коры древесном субстрате) и *эпилитные* (селятся на камнях и скалах).

Деление лишайников на субстратные группы во многом условно. При необходимости происходит смена субстрата, что позволяет

лишайникам выживать в изменяющихся условиях и, кроме того, способствует их более широкому распространению. (Толпышева, ... 2018)

Установлено, что наиболее удобными для изучения загрязнения атмосферного воздуха являются эпифитные лишайники.

Древесина служит им только местом для прикрепления. Стволы деревьев подвергаются более сильной циркуляции воздуха круглогодично, и эпифиты получают все необходимые вещества из атмосферы.

Флору эпифитных лишайников образует большое количество видов. Из них выделяют виды, имеющие накипное, листоватое или кустистое слоевище. Лишайники – «долгожители» и это качество можно использовать для датировки возраста различных предметов на основе измерения их слоевищ – в диапазоне от нескольких десятилетий до нескольких тысячелетий.

Оценку загрязнения воздуха можно провести по исследованиям формы, цвета и длине слоевища лишайников. Благодаря своей чувствительности, проективное покрытие эпифитных лишайников снижается при загрязнении воздуха и на первых стадиях воздействия наблюдается увеличение концентрации поллютантов в талломах (слоевищах). В дальнейшем при нарастании интенсивности техногенной нагрузки лишайники полностью исчезают, и образуется «лишайниковая пустыня». (Опекунова, ... 2014)

Эпифитные лишайники на стволах и ветвях деревьев представляют собой синузии. Изучению подлежат расположенные на стволах и ветвях нижних частей деревьев. Синузии – структурные части фитоценоза, пространственно или во времени фенологического развития обособленные и отличаются по флоре, фитоценотическим и экологическим признакам.

Лишайниковые синузии изучены недостаточно хорошо. Своеобразные экологические и фитоценотические условия в лесных фитоценозах существенно влияют на лишенобиоту.

Высокая продолжительность жизни и высокая гидрофильность, наряду с другими факторами чувствительности (большая площадь абсорбционной поверхности, среда обитания, которая собирает осадки с высоким содержанием поллютантов, симбиоз с природой) – все это ни что иное, как лучший индикатор загрязнения окружающей среды.

Видовой состав лишайников и их численность резко меняются на определенном расстоянии от источника загрязнения. При этом у лишайников наблюдаются морфологические изменения, а также накопление элементов загрязненного воздуха. Они способны аккумулировать тяжелые металлы, что используется при составлении карт загрязненности городов и территорий. Данные о накоплении слоевищами лишайников тяжелых металлов и радионуклидов позволяют использовать лишайники в долгосрочном мониторинге состояния городской среды, а также оценивать

распространение загрязнителей от стационарных источников и автотранспорта (Тулукбаева..., 2009).

В методологии лишеноиндикации применяют несколько видов анализов: исторический (если есть возможность сравнения исторических и современных данных); градиентный (используется градиент источника загрязнения); картирование (нанесение распространения лишайников на карту по видам, индексам и другим показателям).

Система долгосрочных наблюдений предполагает зависимость изменением степени загрязнения от состояния биологических тест-объектов с присутствием лишайников, и является одной из доступных систем биомониторинга.

Проведение измерений проективного покрытия предполагает закладку постоянных пробных площадок (в случае сильной концентрации загрязнения), или переменных пробных площадок (если загрязнения небольшое). В обоих случаях снимают средние значения проективного покрытия на выбранной для исследований территории. Повторные измерения проективного покрытия проводят через определенный промежуток времени. Изменения данных общего проективного покрытия и отдельных видов дают представление о тренде загрязнения, используя шкалы чувствительности лишайников, (табл. 4).

Таблица 5

Шкала качества воздуха по проективному покрытию лишайниками стволов деревьев (Мукминов, 2011)

Степень покрытия, %	Число видов	Число лишайников доминантного вида	Степень загрязнения
> 50	> 5	> 5	Очень чистый воздух
	3 – 5	> 5	Чистый воздух
	2 – 5	< 5	Относительно чистый воздух
20 – 50	> 5	> 5	
20 – 50	> 2	< 5	Умеренное загрязнение
	< 20	3 – 5	< 5
0 – 2		< 5	Очень сильное загрязнение

Удивительной особенностью лишайников является дыхательная способность. На нее и на интенсивность фотосинтеза влияет загрязнение воздуха: если уровень загрязненности увеличивается, то можно наблюдать

уменьшение интенсивности фотосинтеза и, наоборот, дыхательная способность увеличивается по мере очищения воздуха. Как отмечается в некоторых исследованиях, контрольный уровень отношения дыхательной способности лишайников выше потенциальной интенсивности фотосинтеза в 2–3 раза.

Лишайники полноправно можно назвать индикаторами степени чистоты воздуха. Наиболее чувствительными к загрязнению считаются кустистые виды, а наиболее устойчивыми — накипные.

Если сравнить флору в естественных и культурных фитоценозах (например, в городских зеленых насаждениях), то разница в количественном и видовом составе лишайников достаточно заметна. По отношению к городской среде лишайники могут быть устойчивыми (полеотолерантные) и неустойчивыми. Такие виды лишайников, как *Xanthoria*, *Physcia*, *Anaptychia*, *Lecanora* и др., показывают наибольшую устойчивость.

В организации мониторинга ОС лишайники давно выделяются наиболее удобным объектом по затратным и информационным статьям. Также стоит обратить внимание на то, как отмечают многие экспериментаторы, что у лишайников великолепная способность аккумулировать и тяжелые металлы. Каждый вид лишайника интересен тем, что связан больше с отдельным элементом, а не общим коэффициентом загрязненности. Все эти особенности лишайников являются уникальной основой для использования этой группы растений для решения вопросов качества экологического состояния природной среды и оценки техногенной нагрузки в экосистемах.

Лихеноиндикаторы очень чутко реагируют на изменение содержания в воздухе многих элементов и соединений загрязняющих веществ, входящих в состав выбросов большинства промышленных производств. Наибольшее влияние на окружающую среду имеют такие химические вещества, как сернистый ангидрид, окислы азота, тяжелые металлы, фториды. Металлоаккумулирующая способность эпифитных лишайников и лихеносинузий различна при сборе данных с разных видов древесной растительности, так, например, нитрофильные виды лишайников указывают на загрязнение воздуха соединениями азота.

Особенное значение имеет зона урбоэкосистемы (центр, периферия, парковая зона, пригород и фоновый участок), что следует учитывать при проведении исследований. По содержанию тяжелых металлов (Cd, Cu, Pb, Zn) лихенофлора, собранная в различных зонах города, существенно различается. Антропогенный фактор особенно оказывает влияние на сокращение кустистых лишайников.

Имеются данные, что на загрязненных участках сокращается количество заселенных деревьев, число видов и среднее покрытие.

Уменьшение покрытия ствола дерева эпифитными лишайниками связано с направлением выбросов.

Кроме того, в городах сильно изменены и микроклиматические условия: города «суше» по сравнению с естественными ландшафтами (примерно на 5 %), теплее на 1–3°, беднее светом. Распределение индикаторных видов лишайников на деревьях, например на березе повислой и тополе бальзамическом, хорошо характеризует окружающую среду. Так, если имеются индикаторы кислой среды *Evernia mesomorpha*, *Parmelia sulcata*, *Melanelia olivacea*, то можно наблюдать «деацидификацию» коры березы и защелачивание коры тополя. Импактную зону загрязнения характеризуют *Ramalina sp.* и *Flavopunctelia soledica*, городскими (синантропными) видами являются *Physcia aipolia*, *Ph. Adscendens*, *Caloplaca cerina*, высокотолерантны к загрязнению *Candelariella aurella* и *Lecanora hagenii*. (Тулукбаева, ...2009)

Увеличение видового разнообразия лишенобиоты, как и количество деревьев с ее наличием, уже давно замечено с повышением возраста древостоя. Заселение *Parmeliopsis pallescens*, *Parmelia ambigua*, *Usnea dasypoga* в приканальной полосе является следствием лесосушения, что увеличивает встречаемость деревьев с этими видами. Но есть и «капризный» вид, который встречается только вблизи осушителя *Parmelia caperat*,.. так же, как лишайник *Usnea filipendula*, который селится в местах только с очень высоким качеством воздуха (рис. 13).



Рис. 13. Лишайник *Usnea filipendula*

Увеличение атмосферного загрязнения проявляется как в обеднении видового состава и уменьшении среднего проективного покрытия лишайников (вплоть до полного их отсутствия вдоль транспортных магистралей города, в окрестностях промышленных предприятий и во многих дворовых посадках), так и в неморализации лишенофлоры, которая отмечается даже в относительно слабо нарушенных пригородных лесах. Неморализация лишенофлоры проявляется и в увеличении роли неморального элемента, и в смене субстрата для многих неморальных видов. Например, в ненарушенных бореальных лесах виды таких родов, как *Physcia*, *Phaeophyscia*, *Physconia*, *Caloplaca*, обычно поселяются на ивах и тополях; в городских же условиях они довольно часто встречаются на березе и в сильно загрязненных районах полностью замещают обычные бореальные виды, такие как *Parmelia sulcata*, *Flavopunctelia soledica* и *Hypogymnia physodes*.

Таким образом, исследованиями целого ряда ученых доказана биоиндикационная роль лишайников в определении экологического состояния каждого конкретного региона.

5. ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ РАБОТ ПО МОНИТОРИНГУ ЛЕСОВ ПО ПРОГРАММЕ ICP-FOREST

5.1. Общие принципы использования

Данная методика составлена на основании первой редакции общеевропейской методики лесного мониторинга (методики ЕЭК ООН), применяемой в Международной совместной программе по оценке и мониторингу воздействия загрязнений воздуха на леса (программа ICP-Forest), наиболее часто употребляемое в научной периодике название программы образовано из первых букв полного ее названия на английском языке - International Cooperative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests.

На русский язык эта методика была переведена по заказу Госкомлеса СССР в 1989 г.

Решение о начале работ по программе ICP-Forest было принято на третьей сессии Исполнительного органа Конвенции по глобальному загрязнению атмосферы при Европейской Комиссии ООН в июле 1985 г.

В задачи Программы входит сбор репрезентативных и сравнимых данных национального уровня об изменениях в лесах стран Европейского содружества, происходящих вследствие изменения условий окружающей среды (особенно из-за загрязнения атмосферы техногенными выбросами и выпадения кислотных осадков), выявление основных причин повреждения лесов, разработка прогнозов и мероприятий по повышению их устойчивости.

В большинстве европейских стран по этой программе в настоящее время развернуты национальные системы мониторинга лесов и регулярно собирается информация. В настоящее время данная программа является одной из крупнейших в мире систем биомониторинга.

В соответствии с соглашением 1987 г., перешедшим к России, мониторинг по программе ICP-Forest должен вестись на территории европейской части России в Карелии, Мурманской, Ленинградской, Новгородской, Псковской, Калининградской и части Архангельской областей.

В России мониторинг лесов по программе ICP-Forest не финансировался из государственного бюджета и осуществлялся в ограниченном объеме на территории Калининградской (1990–1991 годы), Ленинградской (1990-1992 годы) и части Тульской (1991–1992 годы) областей.

Выполнение международных соглашений диктует необходимость выполнения и продолжения работ на всей территории, подлежащей наблюдению по программе ICP-Forest, принятыми в этой программе методами, с соблюдением ставших уже традиционными для европейских стран критериев и методов сбора, оценки и анализа информации о состоянии лесов.

В 2007 г. к выполнению международной программы по оценке и мониторингу влияния загрязнения воздуха на леса (ICP-Forests) присоединился Институт леса КарНЦ РАН (Бахмет, 2011). Полученные в результате проводимых работ материалы сопоставимы с данными других стран, что позволяет делать необходимые сравнения и заключения. Параметры, определяемые по методикам программы ICP-Forests, используются в оценках состояния лесов, углеродного цикла и биологического разнообразия, для выполнения международных обязательств.

Существующую мониторинговую сеть предлагается рассматривать как основу для развития экологических исследований и использовать материалы для сравнительного анализа влияния природопользования на лесные экосистемы в европейских странах и России.

5.2. Цель, задачи и содержание программы ICP-Forest

Работы в рамках данной программы проводятся с целью ежегодного получения информации о повреждениях лесов различными факторами (абиотического и биотического характера), определения степени и интенсивности деструктивных явлений для дальнейшей работы с полученными данными – анализа, прогнозирования и разработки мероприятий по повышению жизнеспособности лесов и их рационального использования.

Программа работ:

- а) создание сети биоиндикации;
- б) подбор учетных деревьев на постоянных пунктах учета (ППУ) данной сети;
- в) оценка состояния деревьев (по дефолиации и дехромации);
- г) составление отчета по результатам обследования.

Подготовительные работы заключаются в подборе из имеющихся картографических материалов необходимых топокарт, проведении необходимых расчетов для проектирования сети биоиндикации, подбор таксационных выделов для закладки постоянных пунктов учета (ППУ), подготовке необходимых материалов и инвентаря для полевых работ, формировании бригад.

Следующим этапом работ является тренировка специалистов и переход к непосредственным полевым работам:

- определение согласно проекту положения на местности постоянных пунктов учета, их привязка и закладка;
- расположение внутри ППУ учетных точек;
- выбор на данных точках учетных деревьев и их маркировка;
- выделение дополнительно учитываемых деревьев (при необходимости при повторных исследованиях);
- инструментальное измерение и характеристика учетных деревьев;
- определение возраста хвои;
- оценка состояния крон учетных деревьев;
- оценка дехромации (потери цвета);
- оценка дефолиации (потери листвы или хвои);
- оценка особенностей повреждения учтенных деревьев;
- сбор дополнительных данных о среднем модельном дереве;
- учет сухостоя;
- учет деревьев второго яруса;
- учет старого сухостоя;
- учет подроста и подлеска;
- сбор дендрохронологических образцов для ретроспективной оценки деградации лесов;
- взятие почвенных образцов;
- взятие образцов хвои, листьев и коры;
- взятие образцов растительности;
- взятие образцов воды;
- взятие образцов снега;
- сбор жидких атмосферных осадков.

На первом этапе находят топографические карты масштаба 1:25000 – 1:100000 или другие картографические материалы (космоснимки и др.) имеющие контуры лесов. Составление маршрутов курсирования между точками производят, используя районные карты масштаба до 1:50000. Также возможно использование любых материалов, отражающих границы лесов и дороги.

Сеть биоиндикации проектируется на топокартах. Основой сети на местности служат ячейки 16 x 16 км, площадью 25600 га. В зависимости от объекта и целей исследований могут использоваться и другие способы отбора постоянных пунктов учета и прочие размеры ячеек: 64 x 64 км, 32 x 32 км, 8 x 8 км, 4 x 4 км, 2 x 2 км, 1 x 1 км.

Для созданной сети в пределах республики (области) необходимо разработать условную координатную систему, т.е. произвести ее привязку с северо-западной части объекта для возможности дальнейшей идентификации его местонахождения. В этих же целях определяются

географические координаты и присваивается порядковый номер точек пересечения линий сети биоиндикации, являющийся номером постоянного пункта учета.

По координатам полученные точки переносят на планы лесонасаждений. ППУ наносят в пределах выдела (площадью не менее 1 га). Избегают нетипичные древостои – ниже V класса бонитета и редины. Сведения, полученные при полевых работах на постоянных пунктах учета, записывают на специальных бланках для дальнейшей автоматизации процесса обработки. Проведение полевых работ могут организовывать различные организации государственного, научного и коммерческого профиля. Непосредственное проведение работ может возлагаться на лесоустроительные предприятия, научные организации лесного профиля и др.

Рабочие группы (бригады) формируются из 2–3 специалистов; имеющих бригадира с высшим образованием лесного профиля. Дневная норма работ таких бригад – от двух до четырех постоянных пунктов учета при густоте сетки 4 x 4 км.

Эффективность проведения работ во многом обусловлена применяемыми приборами и материалами. Так, при использовании современного электронного оборудования производительность труда значительно возрастает.

Для проведения тренировочной оценки выбирают насаждения различного удаления от источников загрязнения, соответственно и разной степени поврежденности. Для этого опытные специалисты подбирают подходящие объекты, и производят их оценку. Время проведения тренировки зависит от проведения самих работ, продолжительность 7–10 дней. Выезд производят за неделю до начала полевых работ, т.е. примерно в последней декаде июля. Главным при тренировочных обследованиях является оценка дефолиации и дехромации деревьев. Для наработки необходимых навыков каждый из бригады оценивает состояние 50–200 деревьев с 5–10 %-ной точностью. Данные проведенной оценки проверяются опытными специалистами.

5.3. Порядок проведения работ

Работы по мониторингу лесов проводятся во второй половине лета, обычно в июле-августе, до начала опадения и осеннего пожелтения листвы. Полевые работы необходимо проводить ежегодно примерно в одно время, причем в максимально сжатые сроки, с разбегом не более 2 недель. Последовательность работ при этом должна оставаться прежней (Методика, 1995).

Постоянный пункт учета должен подбираться не далее 0,5 км от пересечения координат, т. е. располагаться в точке пересечения сети

биоиндикации, на расстоянии не менее чем в 35–40 м от края таксационного выдела или лесной опушки. Пункты учета необходимо привязывать к ориентирам, которые хорошо видны и их легко идентифицировать на местности. Это могут быть просеки лесных кварталов, ЛЭП, канавы, дороги и т.п. Для определения расстояния до данных ориентиров необходимо провести измерения с помощью мерной ленты или отмерять шагами, а место отсчета на ориентире – обозначить столбиком (вкапывают, забивают) или краской (на дереве). Если для отметки используется дерево, то на нем также краской указывают направление. Данную привязку с указанием азимута и расстояния до центра постоянного пункта учета необходимо зафиксировать на учетной карточке. Если в землю вкапывается столбик, то делают это таким образом, чтобы его легко можно было найти при повторных наблюдениях.

В каждом пункте учета закладывают четыре учетных точки на расстоянии 25 м от центрального дерева. Точки нумеруются по направлениям сторон света: 1-С, 2-В, 3-Ю, 4-З.

В центре точки учета вбивают небольшой колышек (0,5–0,7 м), на нем указывают центр и с помощью рулетки измеряют точное расстояние до середины диаметра ствола первого и шестого учетных деревьев (точность 10 см).

Далее на каждой из четырех точек выбирают шесть живых деревьев, относящихся к первому ярусу и имеющих I–III классы развития по Крафту. Таким образом, каждый пункт учета оценивается по данным на 24 дерева.

На каждом из учетных деревьев делаются надписи на высоте 1,5 м (на деревьях, имеющих темную кору, – светлой/белой масляной краской, на березе – красной), наносятся номера следующим образом: в числителе номер учетного дерева – от первого до шестого, а в знаменателе – номер одной из четырех точек учета. Для удобства оценки степени дефолиации номера деревьев можно наносить или прикреплять номерные бирки с двух сторон ствола. На тонких деревьях маркировка производится в виде полос, до третьего дерева их количество означает номер дерева: на первое наносится одна, на третье – три узких (1 см) полосы. Затем маркировку продолжают следующим образом: четвертое – одна широкая полоса, пятое – одна широкая и одна узкая, шестое – одна широкая и две узкие полосы. Тонкие деревья можно отмечать, привязывая номерные бирки из пластика.

В случае, если при повторном обследовании выясняется, что часть учетных деревьев на точке учета погибла или вырублена, то на участке дополнительно отбирают и снова измеряют расстояние до ближайшего шестого дерева. Нумерацию вновь отобранных деревьев осуществляют последовательно, продолжая ее – седьмое, восьмое и т.д. дерево.

При первичном обследовании угнетенные деревья IV–V кл. Крафта учету не подлежат.

Следующий этап – определение возраста хвои, который зависит от различных факторов – климатических и погодных условий, степени загрязненности атмосферы, санитарного состояния деревьев, вегетационного периода. Обычно в средней полосе возраст хвои сосны составляет два-три года, а у ели – четыре – семь лет. Он обычно увеличивается по направлению к северу и с нарастанием высоты над уровнем моря (к вершине горы).

Возраст хвои на деревьях, имеющих значительную высоту, определяют с помощью бинокля по главным боковым ветвям в пределах верхней и средней частей кроны.

Важнейшей частью работы является определение степени дефолиации (потери хвои или листвы), а также степени дехромации (изменение цвета – пожелтение, побурение) учетных деревьев. Дехромация, как и дефолиация, обуславливается многими факторами, такими как загрязнение воздуха, недостаток влаги, питательных элементов, энтомологические повреждения, болезни, заморозки и др.

Оценка особенностей проявления повреждений у различных древесных пород происходит с использованием общепринятых или разработанных для конкретных регионов методики.

Жизненное состояние отдельных древесных пород имеет свои особенности.

Ель европейская. Для данной породы выделяют четыре типа дефолиации и три типа ветвления: гребенчатовидное, щетковидное, пластинчатовидное.

Дефолиация может выделяться:

- по типу «лиственницы» – происходит опад хвои с внутренней части кроны (граница верхней и средней ее трети) с постепенным переходом в нижнюю ее часть. Данные повреждения очень заметны из-за отсутствия хвои на свисающих ветвях. В случае более сильной дефолиации в первую очередь происходит потеря деревом хвои с ветвей второго и более высоких порядков;

- подвершинный тип дефолиации. Участки кроны с просветами (по типу окон) видны ниже вершин, имеющих плотное охвоение, независимо от типа ветвления. При слабом повреждении нижняя часть кроны охвоена достаточно густо, на сильно поврежденных деревьях потеря хвои наблюдается по всей кроне;

- суховершинный тип. При таком типе опад хвои более сильно выражен в освещенных частях кроны. При этом вершина усыхает, а нижние ветви по-прежнему растут;

- периферийная дефолиация. В этом случае потеря хвои происходит равномерно по всей кроне с постепенным ее усыханием.

Использование приведенной шкалы требует внимания к некоторым особенностям, к примеру, возраст хвои у ели средней и северной широт

ограничен семью годами. Также особенность в том, что необходимо определять возраст хвои у ели по главной боковой ветви на границе верхней и средней частей кроны. Нормальный прирост в высоту соответствует данным ТХР по приросту насаждения данного бонитета и возраста.

Для сосны выделяют два типа дефолиации: регулярный и суховершинный. Данная порода характеризуется относительно равномерным обесхвоением кроны, однако состояние верхней ее части, особенно в молодом возрасте, отчетливо отражает дефолиацию. Для более взрослых деревьев дефолиация оценивается по боковой поверхности крон. Для сосны разработана шкала густоты кроны:

- густая – 25 %;
- средней густоты – 25–50 %;
- редкая – более 50 % просветов.

Для лиственных пород и лиственницы применяется следующая шкала (Методика, 1993): 0 – деревья, не имеющие внешних признаков повреждения; 1 – на отдельных ветвях заметно уменьшение размеров листовых пластин или хвои, единичное появление слабых некрозов по краям ассимиляционного аппарата в верхней части дерева;

2 – уменьшены размеры листовых пластин или хвои в верхней части или по всей кроне дерева; отмечается редкое проявление небольших некрозов по краям листьев в верхней части кроны;

3 – значительное уменьшение размеров листовой пластинки; появление сухих ветвей и периодическая встречаемость некрозов по краям ассимиляционного аппарата в верхней части или по всей кроне;

4 – очень сильно уменьшенные размеры ассимиляционного аппарата; высокая встречаемость некрозов; в кроне имеется много сухих ветвей.

Причиной дефолиации является негативное воздействие различных факторов среды (абиотических или биотических), в том числе загрязнения окружающей среды и др. При ее оценке необходимо учитывать различные признаки – форму кроны, типы ветвления и др.

У пихты иногда образуются так называемые (тупые с углублениями вершины и обильное появление хвои в самой верхней части кроны). Стоит учитывать, что у некоторых поврежденных деревьев появляются водяные побеги, которые как бы компенсируют отмершие и дефолированные ветви. Также оценивая дефолиацию, нужно учитывать присутствие омелы (*Viscum album* L.), так как ее наличие может сказаться на результатах определения дефолиации.

Оценку дефолиации делают специалисты с использованием бинокля с разных сторон дерева. В равнинных условиях исследование проводят с расстояния, равного высоте дерева. В горной местности проводить оценку

рекомендуется сверху, таким образом, чтобы деревья располагались равномерно примерно на одной высоте по изолиниям.

К деревьям, которые расположены ближе к опушкам леса и поэтому имеют более благоприятные условия для образования и развития ассимиляционного аппарата при оценке предъявляются более высокие требования, нежели к растущим внутри насаждения.

Также обращают внимание на толщину сучьев, так как толстые сучья растут редко, крона создает видимость ажурной, что может привести к завышенной оценке степени дефолиации. Учет светового фактора в структуре полога и класса деревьев всегда надо иметь в виду при разнесении данных по степени повреждения (по приросту, дефолиации, сучковатости, наличию сухих сучьев и т. п.).

Потеря хвои в результате механических повреждений дерева не засчитывается в общий процент. При оценке верхней части кроны и для всей кроны в целом точность определения составляет 5–10 %.

Оценка дефолиации производится согласно нижеприведенной шкале повреждения деревьев

Оценка степени дефолиации крон

Класс повреждения дерева	Степень потери хвои (листьев), %
1	<10
2	11 – 25
3	26 – 60
4	60 – 99
5	100

Дехромация (пожелтение или побурение ассимиляционного аппарата) может быть связана с различными факторами (загазованность, нарушение режима питания, вредители, грибные болезни, старение хвои или листвы и ряд других). Со временем пожелтевшая или побуревшая хвоя не восстанавливается и опадает. Сильное пожелтение хвои обычно связано с нехваткой в питании растения такого элемента, как магний. Среди хвойных пород гораздо менее подвержена дехромации сосна, пожелтение хвои проявляется гораздо чаще у пихты или ели.

Оценка степени дехромации крон производится с использованием той же шкалы, что и при оценке дефолиации. При этом также выделяют 5 классов повреждения.

Совместная оценка дефолиации и дехромации производится согласно шкале повреждения деревьев (табл. 2).

Для более точных результатов рекомендуется определять изменение цвета ассимиляционного аппарата в солнечную погоду и обязательно с использованием binoculars. Определять дехромацию против солнца запрещается в связи с неясным восприятием цветовой палитры.

На каждой учетной точке производят оценку поврежденности учетных деревьев. При этом необходимо указывать причины их вызвавшие (биологические, механические, стихийные бедствия и т. д.). Поврежденные вредителями хвойные деревья III–IV классов состояния обследуют и отмечают, в какой степени и по какой причине (вид вредителя) они пострадали.

Для получения дополнительных данных на каждой учетной точке находят и обмеряют имеющее нормальную вершину (без признаков усыхания) модельное дерево, оно должно иметь средний для данного участка диаметр. Для найденного модельного дерева определяют ряд характеристик.

Используя возрастной бурав Пресслера, определяют возраст дерева, точность измерений до 1 года. Возраст хвои – обычно в нормальных здоровых насаждениях для сосны он составляет 2–3 года, для ели – 4–7 лет. Затем с помощью рулетки (мерной ленты) определяют в двух направлениях диаметр кроны, рассчитывают и фиксируют среднее значение в метрах. Далее, используя высотомер, определяют высоты в метрах – общую, затем до первых зеленых и после – до первых сухих ветвей. После чего визуально с помощью binoculars по ветвям с наибольшим приростом оценивают отношение годичного прироста ствола в высоту (zh) к годичному приросту боковых ветвей.

Стандартная запись значений:

- $zh > zh_{в}$ – здоровые деревья – 1;
- $zh = zh_{в}$ – деревья, имеющие слабые повреждения – 2;
- $0 < zh < zh_{в}$ – деревья, имеющие средние повреждения – 3;
- $zh = zh_{в} = 0$ – сильно поврежденные деревья – 4.

Следующий этап – оценка покрытия стволов мхами и лишайниками.

Оценку высоты покрытия стволов мхами начинают от корневой шейки, полученные значения фиксируют в дециметрах (если полученное значение от 0 до 3 м) или метрах (более 3 м).

Для сосны устанавливают покрытие ствола лишайниками (%), с этой целью на высоте груди (1,3 м) по окружности ствола с использованием мерной тесьмы производят линейный подсчет покрытой мхами поверхности.

Дальнейшие действия касаются оценки сухостоя, находящегося на учетной точке. Для сухостоя последнего года определяют породу и

измеряют диаметр ствола на высоте 1,3 м. Для старого сухостоя определяют его наличие (единично/массово).

Для деревьев второго яруса определяют лишь состояние (жизнеспособное/угнетенное). Для подроста и подлеска также указывают лишь наличие и состояние.

Во время проведения полевых работ в точках мониторинга производят сбор дендрохронологических образцов. Работы производят в насаждениях старше 60 лет для ретроспективной оценки деградации лесов. Для этих целей из стволов буравом Пресслера высверливаются цилиндрические образцы древесины (керны). Керны берут из 10 учетных деревьев (ель, сосна, ольха черная, I и II классов Крафта), на высоте 1,3 м от корневой шейки, по двум направлениям (северному и южному). Карандашом на образцах указывают номер учетного дерева с учетом направления, например 1С; 2Ю (N 1, север; дерево N 2, юг).

В случае, если на площади учета нет старых деревьев, подходящие подбираются в радиусе до 200 м с заполнением специальной записки. Отверстия на дереве герметизируют подходящими веточками.

С каждой учетной точки образцы упаковывают в отдельную коробку, имеющую надпись с указанием номера точки учета, номера площадки, даты взятия образца, ФИО исполнителя. Для каждого учетного дерева керны упаковывают в бумагу по 2 шт. или помещают в специальные цилиндрические контейнеры.

Камеральная обработка материала проводится по методикам, применяемым в дендроклиматологических исследованиях, с использованием имеющихся дендрохронологических серий радиального прироста.

Образцы почвы, подстилки, растительности, коры и воды для лабораторного анализа отбираются следующим образом: на 1/5 территории площадки закладываются 1–1,5-метровые почвенные разрезы. Для этого выбирают точки, имеющие наиболее типичную ситуацию по геоморфологии, литологии, почвам и породному составу насаждений. При описании почвенных разрезов указывают высоту над уровнем моря, экспозицию местности (С, СВ, В, ЮВ и т. д.), уклон местности (% , °).

На каждой площадке проводят анализ радиоактивности, с этой целью отбирают специальный образец мертвой подстилки (0,7–1,2 кг). Для обеспечения точности оценки радиационного фона отбор образцов осуществляют равномерно по всей территории.

Сбор хвои (листвы) весом 250–300 г производят после окончания их роста и до опадения (август-сентябрь) из верхней части кроны. С этой целью из верхнего яруса подбираются деревья 60–80 лет, I–III классов развития по Крафту. Отбор хвои и листвы для анализа производят в

сухую/влажную погоду. Для анализа используют как сырую, так и воздушно-сухую массу.

В целях изучения процесса аккумулярования отдельных загрязнителей используют древесную кору хвойных пород. В отдельных случаях для анализа можно выбирать другие древесные породы, имеющие толстую и шершавую кору (дуб, ольха черная и др.).

Отбор образцов осуществляют у деревьев 20–60 лет на высоте 1,5–2 м. Для анализа берут наружный 2–3-миллиметровый слой коры со всех сторон ствола не имеющих мхов, лишайников, водорослей.

Полученные таким образом образцы (100–200 г) маркируют (N ППУ, порода, дата и ФИО исполнителя), упаковывают в коробки или мешочки и транспортируют в лабораторию.

В целях оценки состояния почвенной среды используют живой напочвенный покров (ЖНП) – полукустарники, травы, мхи, лишайники. Являясь поверхностной системой он проявляет себя как очень чуткий индикатор. Химический состав ЖНП плотно взаимосвязан со сроками отбора образцов и видом растений.

Для анализа надземной части ЖНП (смешанные или отдельно по видам растений) производят сбор с помощью шаблона (0,25 м²). На учетной площадке закладывают 20–25 точек, на которых острым предметом срезается надземная часть ЖНП. Образцы (0,5–1,0 кг) снабжаются этикеткой с указанием даты и места отбора. В рыхлом состоянии их упаковывают в мешочки или коробки для дальнейшей транспортировки в лабораторию, где их необходимо оперативно просушивать.

Отбор поверхностных или грунтовых вод производят в бутылки, на этикетках указывают место взятия, N площадки учета, глубину залегания грунтовых вод, дату.

Отбор снега и определение его плотности производят с применением весовых снегомеров (металлический цилиндр длиной 60 см и весы). Сбор образцов производят в 20-кратной повторности в чистые мешки из полиэтилена. При взвешивании и упаковке следят за чистотой нижней части снегомера, не допуская наличия земли и других примесей.

Образцы жидких атмосферных осадков отбирают и доставляют для лабораторных исследований в максимально сжатые сроки. Для отбора используют специальные дождемеры или пластиковые сосуды. Транспортировку производят в чистых бутылках с этикеткой (место и дата сбора воды). На одном месте образцы отбирают трижды.

После завершения полевых работ проводят камеральные работы и лабораторный анализ всех подготовленных (просушенных, измельченных и т.п.) образцов. С этой целью сначала составляют их список, намечают

виды анализов, затем приступают к непосредственному процессу их осуществления.

По результатам всех работ составляют отчет, состоящий из следующих разделов:

- введение;
- краткая характеристика естественно-исторических условий;
- климат и рельеф;
- почвы и почвообразующие породы;
- типы условий местопроизрастания или типы леса;
- леса (краткая их характеристика);
- состояние загрязнения атмосферы (источники выбросов, ингредиенты, ежегодные объемы выбросов и т.д.);
- объемы проведенных работ (обследованная площадь лесов, количество ППУ, обследованных деревьев, взятых образцов и т.д.);
- результаты: анализ состояния деградации лесов;
- основные причины повреждения и гибели лесов;
- заключение.

Найти более подробную информацию по данной работе, соответствующие бланки для внесения полевых данных и т.п. можно непосредственно в «Методике организации и проведения работ по мониторингу лесов европейской части России по программе ICP-Forest (методика ЕЭК ООН)» (1995). Данный нормативный документ является устаревшим и не имеет юридической силы, однако в настоящее время с использованием вышеизложенной методики проводятся научные исследования в рамках международной программы экологического мониторинга ICP-Forests.

Сеть закладываемых в ходе данной работы ППУ является важной технической базой. Данная сеть биоиндикации позволяет решать как текущие задачи мониторинга состояния лесов, так и особо важный в настоящее время вопрос учета и инвентаризации биоразнообразия. Полученные в результате проводимых работ результаты являются сопоставимыми с данными других стран, что позволяет делать необходимые сравнения и заключения.

6. ЛЕСОПОЖАРНЫЙ МОНИТОРИНГ

6.1. Основные положения

Мониторинг лесных пожаров является мерой пожарной безопасности в лесах и организуется уполномоченным федеральным органом исполнительной власти – Рослесхозом и его структурными подразделениями, а также органами государственной власти субъектов Российской Федерации в пределах их полномочий (ст. 81–83 ЛК, 2006).

Согласно ЛК РФ (2006) мониторинг пожарной опасности в лесах и лесных пожаров включает в себя:

- 1) наблюдение и контроль за пожарной опасностью в лесах и лесными пожарами;
- 2) организацию системы обнаружения и учета лесных пожаров, системы наблюдения за их развитием с использованием наземных, авиационных или космических средств;
- 3) организацию патрулирования лесов;
- 4) прием и учет сообщений о лесных пожарах, а также оповещение населения и противопожарных служб о пожарной опасности в лесах и лесных пожарах специализированными диспетчерскими службами.

Лесопожарный мониторинг является частью системы информационного обеспечения службы охраны лесов от пожаров. Он обеспечивает слежение за возникновением и регистрацию пожаров и их последствий, анализ лесопожарной ситуации и прогнозирование пожарной опасности. Анализируются также профилактические работы, методы обнаружения и тушения очагов возгорания в лесу и результаты работы службы охраны лесов от пожаров. Ведение мониторинга возлагается на государственные органы управления лесным хозяйством, ФБУ «Авиалесоохрана» и осуществляется согласно Государственной программе Российской Федерации «Развитие лесного хозяйства» (Об утверждении ..., 2014).

Правила осуществления мониторинга пожарной опасности в лесах и лесных пожаров, состав и форма представления данных о пожарной опасности определены приказом МПР и экологии РФ «Об осуществлении порядка осуществления мониторинга пожарной опасности в лесах и лесных пожаров». Данный порядок разработан в соответствии со статьей 53.2 Лесного кодекса Российской Федерации (2006).

Данные о пожарной опасности в лесах и лесных пожарах уполномоченные органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации, осуществляющие переданные им полномочия в области лесных отношений, представляют в Федеральное агентство лесного хозяйства (Рослесхоз).

По результатам мониторинга Рослесхоз принимает решение о действиях лесопожарных формирований, пожарной техники и оборудования в соответствии с межрегиональным планом.

Класс пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды определяется в соответствии с приказом Федерального агентства лесного хозяйства от 5 июля 2011 года N 287 «Об утверждении классификации природной пожарной опасности лесов и классификации пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды».

6.2. Организация системы обнаружения и учета лесных пожаров

Организация системы обнаружения и учета лесных пожаров, системы наблюдения за их развитием с использованием наземных, авиационных или космических средств, а также организация патрулирования лесов производится следующим образом:

Лесные пожары выявляют и наблюдают за их развитием с использованием наземных средств – наземное патрулирование, наблюдение с пожарных наблюдательных пунктов (вышек, мачт, павильонов и других наблюдательных пунктов) в населенных пунктах, где расположены городские леса; на территориях с развитой, используемой в течение всего пожароопасного сезона (вне зависимости от погодных условий) дорожной сетью и водными путями, а также на лесных участках, имеющих общую границу с населенными пунктами и объектами инфраструктуры.

Наземное патрулирование лесов осуществляется на площади 98,485 млн га по маршрутам, утвержденным в плане тушения лесных пожаров на территории соответствующего лесничества, лесопарка и в ряде случаев проводится в зависимости от погодных условий:

1) при I классе пожарной опасности в лесах – в местах проведения огнеопасных работ и в местах массового отдыха граждан, пребывающих в лесах;

2) при II классе пожарной опасности в лесах – не менее одного раза в период с 11 до 17 часов на лесных участках, отнесенных к I и II классам природной пожарной опасности лесов, а также в местах, указанных выше;

3) при III классе пожарной опасности в лесах – не менее двух раз в период с 10 до 19 часов на лесных участках, отнесенных к I, II и III классам природной пожарной опасности лесов, а также в местах, указанных выше;

4) при IV классе пожарной опасности в лесах – не менее трех раз в период с 8 до 20 часов по каждому маршруту патрулирования на всей территории использования наземных средств наблюдения;

5) при V классе пожарной опасности в лесах – в течение светлого времени суток на всей территории использования наземных средств

наблюдения, при этом на лесных участках, отнесенных к I, II и III классам природной пожарной опасности лесов, - круглосуточно.

Осмотр лесов в целях обнаружения лесных пожаров на пожарных наблюдательных пунктах, не оборудованных автоматическими системами наблюдения, осуществляется в течение пожароопасного сезона в лесах также в зависимости от метеорологической обстановки:

1) при II классе пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды – в 10, 13, 16, 19 часов;

2) при III классе пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды – с 10 до 20 часов не реже одного раза в два часа;

3) при IV классе пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды – с 9 до 21 часа не реже одного раза в час;

4) при V классе пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды – с 6 до 24 часов не реже одного раза в час.

При организации наблюдения за развитием лесных пожаров с использованием пожарных наблюдательных пунктов используются средства связи, позволяющие сообщать о лесном пожаре в специализированную диспетчерскую службу, а также уполномоченным органам государственной власти, лицам, осуществляющим мониторинг пожарной опасности в лесах и лесных пожаров (в том числе с использованием авиационных средств) и тушение лесных пожаров на территории соответствующего лесничества, лесопарка.

6.3 Дистанционные методы при лесопожарном мониторинге

Обнаружение лесных пожаров и наблюдение за их развитием с использованием авиационных средств (авиационное патрулирование) осуществляются на основании решения уполномоченного органа исполнительной власти субъекта Российской Федерации (в нашей области подразделением авиалесоохраны является ГБУ Свердловской области «Уральская база авиационной охраны лесов»).

Авиационное патрулирование проводится в соответствии с Порядком организации и выполнения авиационных работ по охране и защите лесов («Об утверждении порядка организации», 2016). Зона авиационного мониторинга охватывает 493,116 млн га.

Обнаружение лесных пожаров и наблюдение за их развитием с использованием космических средств (специализированной автоматизированной информационной системой дистанционного зондирования Земли) осуществляется в лесах, расположенных на землях лесного фонда.

С помощью этого способа мониторинга на карте можно увидеть контуры пожара. Информация сохраняется в базах данных, чтобы в дальнейшем производить статистический анализ и делать прогнозы.

К преимуществам данного способа мониторинга относятся: автоматизация процедуры получения информации, дистанционность, способность слежения за любым участком земной поверхности, доступность данных, невысокая стоимость проведения мониторинга.

К недостаткам спутникового мониторинга относятся: большая площадь наименьшего обнаруживаемого пожара, малый период получения информации, большая зависимость от погоды. К примеру, если сильный ветер, то выявление маленького лесного пожара произойдет с опозданием примерно на 4 часа, из-за чего последствия будут тяжелее и потушить пожар будет стоить дороже.

Поэтому в зоне контроля обнаружение лесных пожаров и наблюдение за их развитием осуществляются с использованием космических средств, при этом полученные таким образом сведения могут быть уточнены с использованием авиационных или наземных средств (Новоселов, 2012).

Все региональные диспетчерские службы лесного хозяйства имеют доступ к информационной системе дистанционного мониторинга Федерального агентства лесного хозяйства (ИСДМ-Рослесхоз), которая является единственной в России общедоступной системой мониторинга лесопожарной обстановки и лесных пожаров, работающей в масштабах всей страны в режиме реального времени. На экране монитора пожар отображается как термальная точка. Возможности системы позволяют определять координаты возникшего возгорания и выполнять предварительную оценку повреждений лесных насаждений от пожаров. Система позволяет оперативно осуществлять сбор, обработку и анализ данных о лесопожарной ситуации (данные о возникновении, динамике развития, процессе тушения лесных пожаров), вести учет людей, техники и вылетов воздушных судов, а также обеспечивать мгновенный обмен сведениями между структурными подразделениями организации, воздушными судами и различными ведомственными организациями.

Опыт применения практики: 83 субъекта Российской Федерации.

- Применение на объектах связи систем видеонаблюдения с дополнительным оборудованием и функционалом (информационные технологии видеонаблюдения), в том числе создание ведомственной сети метеостанций в интересах охраны лесов от пожаров. Постепенный охват сети объектов связи системами видеонаблюдения с установкой вспомогательного оборудования, метеопостов, датчиков, в сочетании с автоматизацией процессов получения, обнаружения и передачи информации позволяет развить методы оперативного прогнозирования, возникновения, распространения и состояния пожаров, что особенно актуально для наземной зоны охраны лесов в южных районах страны.

В настоящее время на территории 42 субъектов Российской Федерации внедрена система видеонаблюдения, которая позволяет обеспечить более раннее обнаружение лесных пожаров и точное

определение их координат. В 8 субъектах Российской Федерации планируется подключение к системам видеонаблюдения. Положительный опыт применения практики: Московская, Псковская, Липецкая, Нижегородская области.

- Применение средств инструментального контроля для своевременного выявления очагов скрытого горения при дотушивании и окарауливании пожаров (тепловизоры, пирометры), а также приборов для инструментального контроля качества тушения торфяных пожаров (щупы-термометры).

Положительный опыт применения практики: Московская, Ленинградская, Иркутская, Астраханская, Псковская, Смоленская, Брянская области.

- Применение беспилотных летательных аппаратов (БЛА). Беспилотные авиационные системы как один из основных перспективных источников информации на тактическом уровне. Способно дать радикальное снижение стоимости работ по обследованию лесов и пожара, повысить эффективность патрулирования лесов. Возможность оперативного обследования направления и распространения лесного пожара положительно сказывается на скорости тушения лесных пожаров.

Положительный опыт применения практики: Тверская, Иркутская, Брянская, Московская, Рязанская области, Красноярский край, Республика Башкортостан, Республика Бурятия, Ханты-Мансийский автономный округ и др. (Информация, 2020).

Лицо, выполняющее работы по мониторингу лесных пожаров, при обнаружении лесного пожара заполняет карточку учета лесного пожара (рис. 13).

В карточке указываются:

- 1) географические координаты лесного пожара, с точностью не менее одной угловой секунды;
- 2) азимут и удаление лесного пожара от ближайшего населенного пункта;
- 3) лесничество (лесопарк), участковое лесничество, урочище, квартал (если есть возможность - выдел);
- 4) дата и время обнаружения лесного пожара;
- 5) площадь лесного пожара на момент обнаружения (общая и покрытая лесом);
- 6) целевое назначение лесов и категория земель;
- 7) сведения о гражданах, юридических лицах, которым предоставлен лесной участок, на котором обнаружен лесной пожар (при наличии);
- 8) основные лесоустроительные характеристики в месте обнаружения лесного пожара (тип леса, состав, полнота древостоя, возраст насаждений);
- 9) предварительная причина лесного пожара;

10) дополнительная информация, которая может оказать помощь при организации тушения лесного пожара.

Карточка инструментального замера площади лесного пожара

№ л/п по ИСДМ-Рослесхоз _____
 № крупного л/п _____, № по лесничеству _____ Дата _____ Время _____

Субъект Российской Федерации	Лесничество	Участок	Квартал(а)
------------------------------	-------------	---------	------------

Схема пожара

Источники информации о лесном пожаре	Дата обнаружения пожара	Площадь обнаружения пожара	Дата ликвидации пожара	Площадь ликвидации пожара
ИСДМ-Рослесхоз				
По оперативной отчетности региональной диспетчерской службы				
По бортовому журналу летчика-наблюдателя				
По акту о лесном пожаре				
Замер по внешнему контуру				
Исключение земель, не относящихся к землям лесного фонда				
ИТОГО инструментальный замер				
Приложение:				
Фотоснимки (штук)				
Количество векторных файлов формата SHP				

Замечания, предложения по выполненному инструментальному замеру:

Подписи

		// _____ //
<i>должность</i>	<i>подпись</i>	<i>Ф.И.О.</i>
		// _____ //
<i>должность</i>	<i>подпись</i>	<i>Ф.И.О.</i>
		// _____ //

Рис. 13. Карточка учета лесного пожара

Карточка учета лесного пожара подписывается лицом, обнаружившим лесной пожар, и передается в специализированную диспетчерскую службу органа государственной власти в пределах полномочий, определенных в соответствии со статьями 81 – 83 Лесного кодекса Российской Федерации.

Сбор информации о пожарной опасности в лесах и лесных пожарах и учет лесных пожаров осуществляют специализированные диспетчерские службы.

Прием сообщений о лесных пожарах осуществляется посредством средств связи (телефонной, мобильной, электронной и иных). Прием сообщений от граждан посредством телефонной связи осуществляется через единый телефонный номер для приема сообщений от граждан о лесных пожарах, функционирование которого обеспечивает Федеральное агентство лесного хозяйства, он опубликован на официальном сайте в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Специализированная диспетчерская служба обеспечивает круглосуточный прием и учет сообщений о лесных пожарах в течение пожароопасного сезона, а также передачу в территориальные органы МЧС и МВД России, которые привлекаются в случае введения режима ЧС и угрозы населенным пунктам и объектам экономики.

Динамика числа случаев возникновения лесных пожаров (по левой оси) и площади земель, пройденных пожарами (по правой оси), на землях лесного фонда, 2010–2017 гг. приведена на рис. 14 (по данным Рослесхоза)



Рис. 14. Динамика числа случаев возникновения лесных пожаров (по левой оси) и площади земель, пройденных пожарами (по правой оси), на землях лесного фонда, 2010-2017 гг.

Федеральное бюджетное учреждение «Авиалесоохрана» разработало мобильное приложение «Берегите лес» для наиболее популярных типов смартфонов, обеспечивающее пользователям возможность быстро и бесплатно сообщить в Федеральную диспетчерскую службу лесного хозяйства, позвонив либо отправив сообщение с прикрепленной к нему фотографией и координатами места событий на прямую линию. В случае поступления сообщений о лесных пожарах посредством телефонной связи специализированной диспетчерской службой обеспечивается их регистрация, автоматическая запись, учет и хранение всех переговоров.

Оповещение населения о пожарной опасности в лесах и лесных пожарах производится органом исполнительной власти субъекта Российской Федерации, в том числе путем размещения на официальном сайте – <http://rosleshoz.gov.ru>. Обновление информации производится ежедневно в течение пожароопасного сезона. Там же можно получить всю оперативную информацию о лесных пожарах.

7. ЛЕСОПАТОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

7.1. Основные положения

В соответствии с действующим «Порядком осуществления государственного лесопатологического мониторинга (ГЛПМ)» мониторинг – это «система наблюдений за санитарным и лесопатологическим состоянием лесов и за происходящими в них процессами и явлениями, а также анализ, оценка и прогноз изменений санитарного и лесопатологического состояния лесов». ГЛПМ является частью государственного экологического мониторинга и проводится с использованием наземных и дистанционных методов.

Целями государственного лесопатологического мониторинга являются своевременное обнаружение, анализ, оценка и прогноз изменения санитарного и лесопатологического состояния лесов для осуществления управления в области защиты лесов и обеспечения санитарной безопасности в лесах.

Государственный лесопатологический мониторинг осуществляется согласно нормативной базе лесного законодательства Российской Федерации, для информирования всех участников лесных отношений о защите лесов, причинах их ослабления и гибели.

Источниками информации для осуществления ГЛПМ являются:

- а) данные дистанционного зондирования Земли;
- б) сведения федеральных органов исполнительной власти;
- в) сведения органов государственной власти субъектов Российской Федерации, уполномоченных в области лесных отношений, в том числе данные, полученные в результате лесопатологических обследований;
- г) данные государственного лесного реестра;
- д) сообщения граждан, юридических лиц и средств массовой информации;
- е) иные источники информации о состоянии лесов и их количественных и качественных характеристиках.

Ведение мониторинга и размещение результатов ГЛПМ возлагается на государственные органы управления лесным хозяйством, ФБУ «Рослесозащита» и его структурные подразделения – центры защиты леса в регионах РФ (рис. 15). Размещение результатов ГЛПМ производится на официальном сайте в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» – www.rcfh.ru.



Рис. 15. Филиалы ФБУ «Рослесозащита» на карте РФ

7.2. Регулярные наземные наблюдения за санитарным и лесопатологическим состоянием лесов

За санитарным и лесопатологическим состоянием лесов проводятся регулярные наземные наблюдения или выборочные наблюдения за популяциями.

Основной задачей проведения регулярных наземных наблюдений за санитарным и лесопатологическим состоянием лесов (РНН) является сбор данных о динамике изменения состояния лесов для осуществления прогноза и своевременного обнаружения отклонений в санитарном и лесопатологическом состоянии лесов.

РНН должны осуществляться на постоянных пунктах наблюдения, которые характеризуют определенную группу лесотаксационных выделов (типологическая группа) по следующим показателям:

- а) главная порода или группа видов, составляющих данную породу;
- б) доля главной породы в составе древостоя;
- в) возрастная группа древостоя;
- г) группа относительной полноты древостоя;
- д) группа бонитета.

Совокупная площадь типологических групп должна составлять не менее 80% от покрытой лесом площади.

Постоянный пункт наблюдений представляет собой размерную пробную площадь с индивидуальным описанием и маркировкой всех деревьев основного полога (включая 1-й, 2-й и 3-й ярусы, если они имеются) на покрытой лесом площади.

Минимальное количество живых деревьев первого яруса главной породы на постоянном пункте наблюдений должно составлять 30 экземпляров.

Центр постоянного пункта наблюдений должен находиться не ближе 50 м от края таксационного выдела, за исключением типологических групп, образованных мелкими выделами линейной формы.

На основе материалов распределения типологических групп по площади должны исключаться незначительные по площади типологические группы с преобладанием малоценных пород и труднодоступные лесные насаждения.

Из совокупности выделов каждой наблюдаемой типологической группы выбирается не менее трех выделов, в которых планируется размещение постоянных пунктов наблюдений. Выделы для постоянного пункта наблюдений отбираются таким образом, чтобы их количество и пространственное размещение обеспечивало доступность и равномерное покрытие типологической группы сетью постоянных пунктов наблюдения. Площадь таксационного выдела для размещения постоянного пункта наблюдения должна составлять не менее 1 га.

РНН проводятся только во время вегетационного периода, характерного для лесорастительной зоны или лесного района.

Периодичность осуществления РНН на одном и том же постоянном пункте наблюдения определяется в зависимости от зоны лесопатологической угрозы:

- а) зона сильной лесопатологической угрозы – не реже 1 раза в 2 года;
- б) зона средней лесопатологической угрозы – не реже 1 раза в 3 года;
- в) зона слабой лесопатологической угрозы – не реже 1 раза в 5 лет.

Результаты РНН на постоянных пунктах наблюдения одной типологической группы распространяются на всю площадь соответствующей типологической группы.

Не допускается закладывать постоянный пункт наблюдений на лесных участках, назначенных в рубку для заготовки древесины, а также в рубку в целях охраны, защиты и воспроизводства лесов.

Результатом РНН за санитарным и лесопатологическим состоянием лесов является оценка динамики состояния лесных насаждений по типологическим группам для прогноза санитарного и лесопатологического состояния лесов Российской Федерации.

7.3. Выборочные наблюдения за популяциями вредных организмов

Выборочные наблюдения (ВН) за популяциями вредных организмов проводят в целях сбора данных о состоянии популяций вредных организмов, оценки их динамики и прогнозирования угрозы повреждения лесов.

ВН осуществляются путем учета численности вредных организмов и определения фазы развития наблюдаемых популяций вредных организмов. Учет численности вредных организмов представляет собой процесс подсчета количества особей вредных организмов на учетных единицах (модельных деревьях, ветвях, кустарниках, палетках (участках подстилки, оголенного минерального слоя) площадью 1 дм², 1 м², 1 га, длиной 1 погонный метр, массой 100 г хвои (листвы), 100 точек роста, получения качественной и количественной характеристики популяций вредных организмов и анализа полученной информации.

В период стабильно низкой численности популяции вредных насекомых ВН проводятся ежегодно на пунктах детального надзора, которые располагают на постоянных маршрутных ходах, заложенных на лесных участках, где установлено наличие постоянного скопления вредных насекомых видов, отнесенных к особо опасным вредным организмам, или в лесах, наиболее пригодных для образования первичных очагов вредных организмов.

ВН зависят от вида вредного организма, условий произрастания его кормовой породы и иных факторов, значимых для определения характеристик наблюдаемых популяций.

Пункты детального надзора должны располагаться в лесничестве (участковом лесничестве), лесопарке, в котором имеются места постоянного скопления вредных насекомых видов, отнесенных к особо опасным вредным организмам, в период стабильно низкой численности популяции указанных насекомых; количество пунктов детального надзора должно быть не менее трех в одном месте скопления вредных насекомых. (Об утверждении Порядка осуществления государственного лесопатологического мониторинга. Приказ Минприроды..., 2017)

Если встретится лесной участок, в насаждении которого повреждение листвы или хвои вредными организмами приближается к 25 % или наличие повреждения листвы или хвои уже составляет 25 %, то сведения о таком лесном участке вносятся в реестр лесных участков, на которых действуют очаги вредных организмов, отнесенных к карантинным объектам, и (или) реестр лесных участков, на которых действуют очаги вредных организмов, не отнесенных к карантинным объектам.

Результаты ВН используются для подготовки обзора санитарного и лесопатологического состояния лесов по субъектам Российской Федерации и в целом по России и прогноза санитарного и лесопатологического состояния лесов Российской Федерации.

Выборочные наземные наблюдения за санитарным и лесопатологическим состоянием лесов проводят с целью сбора и уточнения информации о санитарном состоянии лесов (степень захламливания, усыхания, загрязнения) и (или) лесопатологическом состоянии лесов (степень повреждения (поражения) вредными организмами) на лесных участках.

Выборочные наземные наблюдения осуществляются в соответствии с порядком проведения лесопатологических обследований.

При выборочных наземных наблюдениях должны осуществляться визуальная и (или) инструментальная оценка состояния леса по маршрутным ходам или на пунктах учета. Маршрутные ходы должны намечаться с учетом наибольшего охвата лесотаксационных выделов.

При обнаружении повреждения (поражения) леса или других признаков массового размножения вредных организмов подсчитывают количество вредных организмов с учетом биологических особенностей развития вредителей.

Результаты выборочных наземных наблюдений должны включаться соответственно в реестр лесных участков, занятых поврежденными и погибшими лесными насаждениями, реестр лесных участков, на которых рекомендуется проведение мероприятий по защите лесов, реестр лесных участков, на которых действуют очаги вредных организмов, не отнесенных к карантинным объектам и реестр лесных участков, на которых действуют очаги вредных организмов, отнесенных к карантинным объектам.

Результаты выборочных наземных наблюдений используются для подготовки обзора санитарного и лесопатологического состояния лесов по субъектам Российской Федерации и в целом по России и прогноза санитарного и лесопатологического состояния лесов Российской Федерации.

7.4. Инвентаризация очагов вредных организмов

В целях ежегодного учета действующих, затухших и вновь выявленных очагов вредных организмов и прогноза возможного повреждения лесов проводится инвентаризация очагов вредных организмов.

В процессе должны проводиться учет численности вредных организмов, анализ данных дистанционных наблюдений за санитарным и лесопатологическим состоянием лесов, выборочных наблюдений за

популяциями вредных организмов, лесопатологических обследований, камеральное списание очагов вредных организмов на основании биологических особенностей развития вредителей и фактических данных о повреждении соответствующих лесных насаждений.

Участок леса (лесотаксационный выдел, лесопатологический выдел, группа лесотаксационных выделов), в котором суммарный запас древесины зараженных деревьев составляет 10 % и более (кроме корневой губки в сосняках), относится к очагам болезни. При наличии суммарного запаса древесины зараженных деревьев от 10 % до 20 % от общего запаса древесины в соответствующем выделе или группе выделов степень заражения определяется как слабая, от 21 до 30 % – средняя, более 30 % – сильная.

Для корневой губки в сосновых насаждениях при наличии суммарного запаса древесины зараженных деревьев до 10 % от общего запаса древесины в соответствующем выделе или группе выделов очаг относится к слабой степени пораженности, от 11 до 30 % – к средней, более 30 % – к сильной.

В очагах хвое- и листогрызущих вредителей степень повреждения крон деревьев (далее – дефолиация) определяется путем глазомерной оценки и выражается в процентах по породам и в среднем для всего зараженного участка с указанием вида и возраста личинок или иной фазы развития вредителя.

Слабой является дефолиация до 25 %, средней – 26 – 50 %, сильной – 51 – 75 %, сплошной – более 75 %.

Участок леса, в котором запас древесины, заселенной стволовыми вредителями, превышает 10 %, относится к очагам стволовых вредителей. Деревья, поврежденные насекомыми-стволовыми вредителями в стадии имаго, не учитываются (кроме очагов черного пихтового усача). При наличии запаса древесины, заселенной (поврежденной) стволовыми вредителями от 11 % до 20 %, степень повреждения определяется как слабая, от 21 до 30 % – средняя, более 30 % – сильная.

Граница очага вредного организма проводится по внешней границе группы заселенных (зараженных) лесотаксационных выделов, в колочных лесах – группы заселенных (зараженных) лесотаксационных выделов, расположенных в пределах одного водосбора с выраженным водотоком в меженьный период. Допускается включение в границу очага вредного организма участков леса с повышенным заселением (заражением), которое не повлекло повреждения деревьев для отнесения указанного участка леса к очагу вредного организма, но в котором прогнозируется резкое увеличение численности популяции.

Учет численности вредных организмов в полевых условиях осуществляется путем анализа их наличия на модельных деревьях, ветвях или анализа данных, полученных в результате учета вредителей в лесной подстилке или в почве, а также на кустарниках, поваленных стволах деревьев, скальных поверхностях, поверхности земли или на травянистой растительности.

Количество единиц учета должно обеспечивать достоверную оценку плотности популяции вредного организма или концентрации болезней леса. Достоверная оценка должна рассчитываться как среднее значение для очага вредных организмов. Результаты учета должны оформляться документально.

На основании анализа результатов учета численности вредных организмов должен составляться реестр лесных участков, на которых рекомендуется проведение мероприятий по ликвидации очагов вредных организмов.

В реестре лесных участков, на которых рекомендуется проведение мероприятий по ликвидации очагов вредных организмов, должна указываться следующая информация:

а) местоположение очага (субъект Российской Федерации, лесничество (лесопарк), участковое лесничество, урочище, квартал, выдел (лесопатологический выдел), географические координаты характерных точек по границам лесного участка, на котором обнаружен очаг;

б) площадь насаждений, в которых требуется проведение мер по ликвидации очагов вредных организмов, в гектарах;

в) площадь планируемых для проведения мер по ликвидации очагов вредных организмов с учетом ограничений, установленных законодательством Российской Федерации, в гектарах;

г) вид вредного организма, в отношении которого требуется проведение мероприятий по ликвидации (в комплексных очагах – преобладающий вид вредных организмов).

Реестр лесных участков, на которых рекомендуется проведение мероприятий по ликвидации очагов вредных организмов, в срок до 1 ноября текущего года должен быть передан в уполномоченные органы для планирования и осуществления мероприятий по защите лесов.

Результаты инвентаризации очагов вредных организмов должны включаться в реестр лесных участков, на которых действуют очаги вредных организмов, отнесенных к карантинным объектам или реестр лесных участков, на которых действуют очаги вредных организмов, не отнесенных к карантинным объектам и использоваться для подготовки обзора санитарного и лесопатологического состояния лесов по субъектам Российской Федерации и в целом по России и прогноза санитарного и лесопатологического состояния лесов Российской Федерации.

В целях подтверждения данных дистанционных наблюдений за санитарным и лесопатологическим состоянием лесов в труднодоступных или удаленных районах, а также в районах с наличием массовых очагов вредных организмов или при значительном повреждении лесных насаждений неблагоприятными факторами, работы по проведению ГЛПМ наземными методами должны проводиться путем экспедиционного обследования.

Способы ГЛПМ, применяемые при проведении экспедиционных обследований, выбираются в зависимости от поставленных задач, планируемой точности работ и доступности лесных участков.

Минимальным объектом работ, проводимых посредством экспедиционных обследований, является лесничество или лесопарк.

Оценка санитарного и лесопатологического состояния лесов осуществляется в целях определения достоверности прогнозов санитарного и лесопатологического состояния лесов, контроля результатов проводимых мероприятий по защите лесов и основана на сравнительном анализе результатов ГЛПМ и данных о фактическом санитарном и лесопатологическом состоянии насаждений, в которых проведены работы по ликвидации очагов вредных организмов, а также санитарно-оздоровительные мероприятия.

Для сравнительного анализа и прогнозирования санитарного и лесопатологического состояния лесов на текущий год применяются результаты ГЛПМ текущего года и прогнозы санитарного и лесопатологического состояния лесов предыдущего года.

Для сравнительного анализа результатов проведенных мероприятий по защите лесов применяются результаты ГЛПМ текущего года и сведения о результатах проведенных работ по ликвидации очагов вредных организмов, а также сведения о проведенных санитарно-оздоровительных мероприятиях предыдущего и текущего годов.

Чтобы выявить изменения санитарного и лесопатологического состояния насаждений от влияния негативных факторов, а также проследить факт ослабления лесных насаждений проводится сравнительный анализ результатов ГЛПМ предыдущего и текущего годов.

Уточнение реестра лесных участков, занятых поврежденными и погибшими лесными насаждениями, а также составление прогноза санитарного и лесопатологического состояния лесов Российской Федерации и обзор санитарного и лесопатологического состояния лесов по субъектам Российской Федерации и в целом по России, происходит с учетом оценки санитарного и лесопатологического состояния лесов путем сравнительного анализа данных. Используют результаты, полученные при проведении ГЛПМ.

7.5. Методология проведения лесопатологического мониторинга

Заметное ухудшение состояния лесных экосистем в последние годы во многом связано и с насекомыми-вредителями. Ущерб от них настолько велик, что сравним с потерями от лесных пожаров.

Для оценки изменений санитарного и лесопатологического состояния лесов, а также предварительного определения границ и площади лесных насаждений, на которых выявлены такие изменения, проводят наблюдения за санитарным и лесопатологическим состоянием лесов с использованием дешифрирования космических снимков и аэрофотоснимков, полученных с применением воздушных судов и беспилотных летательных аппаратов.

Оперативный учет и прогнозирование массового размножения насекомых-вредителей относится к числу важнейших задач аэрокосмического мониторинга лесов.

Подбор космических снимков по параметрам для дешифрирования указанных снимков (пространственное разрешение, режим, спектральный диапазон, периодичность космической съемки и другие характеристики космических снимков) осуществляется исходя из задач дистанционных наблюдений за санитарным и лесопатологическим состоянием лесов.

При осуществлении дистанционных наблюдений за санитарным и лесопатологическим состоянием лесов с использованием аэрокосмических снимков, исходя из производительности и возможностей применения для целей дистанционного наблюдения за санитарным и лесопатологическим состоянием лесов, должны использоваться аэрокосмические снимки пространственного разрешения от 1 до 30 м включительно.

При использовании мультиспектральных аэрокосмических снимков пространственного разрешения от 1 до 3 м включительно, изменения в санитарном и лесопатологическом состоянии должны фиксироваться на лесных участках площадью 0,1 га и более (Об утверждении Порядка лесопатологического мониторинга ...).

При использовании мультиспектральных аэрокосмических снимков пространственного разрешения от 3 до 10 метров включительно, изменения в санитарном и лесопатологическом состоянии должны фиксироваться на лесных участках площадью 1,0 га и более. (Об утверждении Порядка лесопатологического мониторинга ...).

Аэрофотосъемка может осуществляться в случае возникновения массовых повреждений лесов (более 1 тыс. га в зоне сильной лесопатологической угрозы, 10 тыс. га – в средней, 100 тыс. га – в слабой) и в лесах, расположенных на труднодоступных и удаленных территориях.

Результатами дистанционных наблюдений за санитарным и лесопатологическим состоянием лесов являются:

а) подготовленные специальные карты масштаба не мельче 1:50000 для защитных и эксплуатационных лесов и не мельче 1:100000 для резервных лесов с нанесением границ (контуров) лесных насаждений с выявленными изменениями в санитарном и лесопатологическом состоянии лесов в растровом формате с экспликацией, содержащей сведения о субъекте Российской Федерации, лесничестве, участковом лесничестве, урочище;

б) сформированный отчет о площади лесных насаждений, на которых по результатам дистанционных наблюдений выявлены изменения санитарного и лесопатологического состояния лесов, включающий данные о предполагаемой причине повреждения, дате и источнике съемки.

В зонах сильной и средней лесопатологической угрозы результаты дистанционных наблюдений за санитарным и лесопатологическим состоянием лесов являются одним из оснований для планирования объемов и мест проведения работ по ГЛПМ наземными методами на следующий год. В зоне слабой лесопатологической угрозы и в экономически труднодоступных для проведения наземных работ участках результаты дистанционных наблюдений за санитарным и лесопатологическим состоянием лесов используются для обобщенной оценки площади погибших и поврежденных лесных насаждений.

Этот раздел лесного мониторинга обеспечивает качественную оценку изменений текущего лесопатологического состояния лесов. Его целями являются своевременное обнаружение, анализ, оценка и прогноз изменения санитарного и лесопатологического состояния лесов для осуществления управления в области защиты лесов и обеспечения санитарной безопасности в лесах. Это значит, что своевременное прогнозирование и оценка экологически неблагоприятных случаев, связанных с распространением вредителей и болезней и их численностью, предоставляет возможность не допустить нарушения устойчивости лесов. Такую информацию обеспечивает лесопатологический мониторинг.

К дистанционным методам осуществления ГЛПМ относятся дистанционные наблюдения за санитарным и лесопатологическим состоянием лесов.

Наземные методы осуществления ГЛПМ:

а) регулярные наблюдения за санитарным и лесопатологическим состоянием лесов;

б) выборочные наблюдения за популяциями вредных организмов;

в) выборочные наземные наблюдения за санитарным и лесопатологическим состоянием лесов;

г) инвентаризация очагов вредных организмов;

д) экспедиционные обследования;

е) оценка санитарного и лесопатологического состояния лесов, в том числе по актам лесопатологических обследований.

Погрешность определения показателей санитарного и лесопатологического состояния лесов зависит от зоны лесопатологической угрозы (Об утверждении Порядка лесозащитного районирования...) в зоне сильной лесопатологической угрозы – не более 10 %; в зоне средней лесопатологической угрозы – не более 15 %; в зоне слабой лесопатологической угрозы – не более 20 %. (Об утверждении Порядка организации и осуществления...)

Основными результатами ГЛПМ являются составляемые уполномоченными органами:

а) реестр лесных участков, занятых поврежденными и погибшими лесными насаждениями в разрезе лесничеств и лесопарков (ежемесячно);

б) реестр лесных участков, на которых рекомендуется проведение мероприятий по защите лесов в разрезе лесничеств и лесопарков (ежемесячно);

в) реестр лесных участков, на которых действуют очаги вредных организмов, отнесенных к карантинным объектам (ежемесячно);

г) реестр лесных участков, на которых действуют очаги вредных организмов, не отнесенных к карантинным объектам (ежемесячно);

д) реестр лесных участков, на которых рекомендуется проведение мероприятий по ликвидации очагов вредных организмов (ежегодно до 1 ноября текущего года);

е) прогноз санитарного и лесопатологического состояния лесов Российской Федерации (один раз в шесть месяцев);

ж) обзор санитарного и лесопатологического состояния лесов по субъектам Российской Федерации и в целом по России (ежегодно до 1 мая года, следующего за отчетным).

Создание и обеспечение функционирования наблюдательных сетей и информационных ресурсов в рамках подсистем единой системы мониторинга осуществляется ФБУ «Рослесозащита».

Участники лесных отношений имеют право на получение лесопатологической информации. Такими участниками являются Федеральное агентство лесного хозяйства и органы управления лесами в субъектах России, лесопользователи и другие.

Материалы государственного лесопатологического мониторинга используются для оперативного назначения мероприятий по ликвидации очагов вредителей леса и санитарно-оздоровительных мероприятий.

По данным на 2020 г. основными способами проведения ГЛПМ в Свердловской области являются выборочные наземные наблюдения за санитарным и лесопатологическим состоянием лесов и оценка санитарного и лесопатологического состояния лесов, в меньшей степени – инвентаризация очагов вредных организмов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развитие современной цивилизации ускоряется с использованием новых технологий. К сожалению, все отражается на окружающей среде. Нарушение законов экосистемы приобретает угрожающий характер. В настоящее время данную проблему уже можно назвать глобальной, так как она касается всего населения планеты. Управление качеством окружающей среды может помочь остановить этот процесс.

Ликвидация экологических проблем в регионах не только России, но и во многих регионах планеты, относится к длительным процессам. Рациональное природопользование является одним из ключевых моментов в этом вопросе.

Система контроля за состоянием лесного фонда и хозяйства позволяет не только рационально использовать и сохранять природные ресурсы, но и своевременно решать возникающие вопросы. Мониторинг земель лесного фонда является сложным комплексом мероприятий, включающих наблюдения, оценку и прогноз развития ситуации.

Главная цель проведения исследований с помощью мониторинга заключается в информационном обеспечении государственных органов, осуществляющих управление лесным хозяйством. Кроме того, во время исследования удастся получить оперативную и точную информацию относительно состояния лесов.

Важное значение на сегодняшний день отводится экологическому образованию и просвещению населения. Техническая, экономическая, экологическая и социальная грамотность выпускников высших технических учебных заведений определяет способность обеспечить устойчивое развитие, при котором проблемы лесных экосистем будут решаться без ущерба интересов будущих поколений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Апкин, Р. Н. Экологический мониторинг: учебное пособие / Р. Н. Апкин, Е. А. Минакова. – Казань: КГЭУ, 2015 – 127 с.

Бахмет, О. Н., Федорец, Н. Г., Крышень А. М. Исследования по международной программе ICP-FORESTS в Карелии // Труды Карельского научного центра РАН. Методы исследований/ № 2. – 2011. – С. 133–139. – URL: http://www.resources.krc.karelia.ru/transactions/doc/trudy2011/trudy_201102_133-139.pdf (дата обращения: 08.11.2020).

Экологический мониторинг: шаг за шагом / Е. В. Веницианов, В. Н. Виниченко, Т. В. Гусева, С. Д. Дайман, Е. А. Заика, Я. П. Молчанова, В. А. Сурнин, М.В; под ред. Е. А. Заика. – М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2003. – 252 с.

Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2017 году». – Текст: электронный // Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации: официальный сайт. – 2020. – URL: <https://gosdoklad-ecology.ru/2017/biologicheskoe-raznoobrazie/lesnye-resursy> (дата обращения 08.11.2020).

Данчева, А. В., Залесов, С. В. Экологический мониторинг лесных насаждений рекреационного назначения: учеб. пособие. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2015. – 152 с.

Дистанционный мониторинг проведут в 32 регионах. 2020. – URL: <https://www.forestcomplex.ru/2020/02/roslesinfor-gotov-k-distancionnomu-monitoringu-lesov-na-vostoke/> (дата обращения 08.11.2020).

Дистанционный мониторинг – эффективный способ контроля использования лесов. – Текст: электронный // ЛПК Сибири. Отраслевой журнал лесопромышленного комплекса Сибири: официальный сайт. – 2019. – URL: <https://lpk-sibiri.ru/forest-management/forest-law/distantcionnyj-monitoring-effektivnyj-sposob-kontrolya-ispolzovaniya-lesov/> (дата обращения 08.11.2020).

Информация по передовым практикам субъектов Российской Федерации по профилактике и тушению пожаров в лесах. – Текст: электронный // Федеральное агентство лесного хозяйства: официальный сайт. – 2020. – URL: [http://rosleshoz.gov.ru/doc/ информация по передовым практикам субъектов российской федерации по профилактике и тушению пожаров в лесах](http://rosleshoz.gov.ru/doc/информация_по_передовым_практикам_субъектов_российской_федерации_по_профилактике_и_тушению_пожаров_в_лесах) (дата обращения 08.11.2020).

Лабоха, К. В., Юшкевич, М. В. Охрана окружающей среды и мониторинг лесных экосистем: учебное пособие. – Минск: БГТУ, 2012. – 170 с.

Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 № 200-ФЗ (ред. от 31.07.2020). – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_docLAW_64299/ (дата обращения 08.11.2020).

Методика организации и проведения работ по мониторингу лесов европейской части России по программе ICP-Forest (методика ЕЭК ООН) 1995. – URL: <http://www.docs.cntd.ru/document/9044261> (дата обращения 08.11.2020).

Методические рекомендации по проведению контроля содержания радионуклидов в лесных ресурсах. / Приказ Рослесхоза от 16.03.2009 №81 Об утверждении методических документов URL: – Консультант Плюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_121359/2ff7a8c72de3994f30496a0ccbb1ddafdaddf518/ (дата обращения 08.11.2020).

Методические рекомендации по регламентации лесохозяйственных мероприятий в лесах, загрязненных радионуклидами. / Приказ Рослесхоза от 16.03.2009 №81 Об утверждении методических документов. – Консультант Плюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_121359/2ff7a8c72de3994f30496a0ccbb1ddafdaddf518/ (дата обращения 08.11.2020).

Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ (оценка стабильности живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур). Утв. Распоряжением Росэкологии от 16.10.2003. № 460-р.

Методы исследований: Труды Карельского научного центра РАН № 2, 2011. – С. 133–139 URL: http://resources.krc.karelia.ru/transactions/doc/trudy2011/trudy_201102_133-139.pdf (дата обращения 08.11.2020).

Мониторинг лесных экосистем // Аналитика лесной промышленности, 2016. – URL:http://wood-prom.ru/analitika/14763_monitoring-lesnykh-ekosistem (дата обращения 08.11.2020).

Мониторинг состояния лесных и городских систем: монография / Под ред. В. С. Шалаева, Е. Г. Мозолевской. – М.: МГУЛ, 2004. – 235 с.

Мониторинг лесных экосистем, 2016. – URL: http://wood-prom.ru/analitika/14763_monitoring-lesnykh-ekosistem (дата обращения 08.11.2020).

Морозов, А. Е., Стародубцева, Н. И. Экологический мониторинг и контроль состояния и загрязнения атмосферного воздуха: метод. рекомендации. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2019. – 55 с.

Мукминов, М. Н., Шуралев, Э. А. Методы биоиндикации: учеб.-метод. пособие. – Казань: Казанский университет, 2011. – 48 с.

Мучник, Е. Э., Инсарова, И. Д., Казакова, М. В. Учебный определитель лишайников Средней России: учеб.-метод. пособие. – Рязань: Ряз. гос. ун-т им. С. А. Есенина, 2011. – 360 с. / Институт лесоведения России официальный сайт / <http://ilan.ras.ru/wp-content/uploads/2020/04/muchnik-i-dr.-uchebnyj-opredelitel-lishajnikov.pdf>.

Назаренко, Н. Н., Мосиенко, М. Ю. Биоиндикация окружающей среды: учеб.-практ. пособие. – Челябинск: Изд-во Южно-Урал. гос. гуман.-пед. ун-та, 2019. – 115 с.

Николаева, О. Н. Основы мониторинга среды обитания: учеб.-метод. пособие. – Новосибирск: СГГА, 2009. – 51 с.

Новосёлов, А. С., Вернодубенко, В. С. Диагностика лесов и охрана их от пожаров: учеб. пособие. – Вологда – Молочное: ИЦ ВГМХА. – 2012. – 51 с.

Об утверждении Административного регламента Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды по исполнению государственной функции «Ведение Единого государственного фонда данных о состоянии окружающей среды, ее загрязнении» Приказ Росгидромета от 24.04.2008 № 144 (Зарегистрировано в Минюсте РФ 23.05.2008 № 11742). – URL: <http://www.consultant.ru>.

Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие лесного хозяйства» (с изменениями и дополнениями) Постановление Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. № 318. – URL: <http://www.consultant.ru>.

Об утверждении классификации природной пожарной опасности лесов и классификации пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды Приказ Рослесхоза от 05.07.2011 № 287 (Зарегистрировано в Минюсте РФ 17.08.2011 № 21649). – URL: <http://www.consultant.ru>

Об утверждении Особенности использования, охраны, защиты, воспроизводства лесов, расположенных в водоохранных зонах, лесов, выполняющих функции защиты природных и иных объектов, ценных лесов, а также лесов, расположенных на особо защитных участках лесов. Приказ Рослесхоза №543 от 06.11.2009. – URL: <http://www.consultant.ru>.

Об охране окружающей среды от 10.01.2002 № 7-ФЗ Глава X. Государственный экологический мониторинг (Государственный экологический мониторинг окружающей среды). Редакция от 27.12.2019 (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.07.2020). – URL: <http://www.consultant.ru>.

Об утверждении Методических рекомендаций по проведению государственной инвентаризации лесов. Приказ Рослесхоза от 10.11.2011 № 472 (ред. от 15.03.2018). – URL: <http://www.consultant.ru>.

Об утверждении Порядка лесозащитного районирования (зарегистрирован Минюстом России 30.01.2017 № 45471).

Об утверждении Порядка организации и выполнения авиационных работ по охране лесов от пожаров и Порядка организации и выполнения авиационных работ по защите лесов. Приказ Минприроды России от 15.11.2016 № 597 (Зарегистрировано в Минюсте России 30.03.2017 № 46174). – URL: <http://www.consultant.ru>.

Об утверждении Порядка осуществления государственного лесопатологического мониторинга. Приказ Минприроды России от 05.04.2017 № 156 (Зарегистрировано в Минюсте России 30.06.2017 № 47257). – URL: <http://www.consultant.ru>.

Об утверждении порядка осуществления государственного мониторинга воспроизводства лесов. Приказ Минприроды России от 19.02.2015 № 59 (Зарегистрировано в Минюсте России 02.09.2015 № 38773. – URL: <http://www.consultant.ru>).

Об утверждении Порядка осуществления мониторинга пожарной опасности в лесах и лесных пожаров. Приказ Минприроды России от 23.06.2014 № 276 (ред. от 01.06.2016) Зарегистрировано в Минюсте России 17.07.2014 № 33144. – URL: <http://www.consultant.ru>.

О введении в действие Лесного кодекса Российской Федерации. Федеральный закон от 04.12.2006 № 201-ФЗ (ред. от 31.07.2020).

О государственном экологическом мониторинге (государственном мониторинге окружающей среды) и государственном фонде данных государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды)» ПОСТАНОВЛЕНИЕ ПРАВИТЕЛЬСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ от 9 августа 2013 года № 681 п. 3.

Опекунова, М. Г., Гизетдинова, М. Ю. Использование лишайников в качестве биоиндикаторов загрязнения окружающей среды. // Вестник Санкт-Петербургского Университета. – Вып. 1, сер.7. – 2014. – С. 79-94. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-lishaynikov-v-kachestve-bioindikatorov-zagryazneniya-okruzhayushey-sredy>).

Перечень поручений по итогам заседания Госсовета (утв. Президентом РФ 24.01.2017 № Пр-140ГС).

Программа и методика биогеоэкологических исследований / Под редакцией Н. В. Дылиса. – М.: Наука, 1974. – 402 с.

Рослесхозом определен перечень лесничеств, где в 2020 году будет проведен дистанционный мониторинг: – URL: https://mprso.midural.ru/news/show/id/726/news_category/61 (дата обращения 08.11.2020).

Толпышева, Т. Ю., Шишконокова, Е. А. Лишайники природного парка «Нумто»: Краткий определитель. // Бюджетное учреждение ХМАО-Югры «Природный парк «Нумто». – 2018. – 188 с. – URL: https://www.ugraopt.admhmao.ru/upload/iblock/217/lishayniki-15_05.pdf.

Тулукбаева, В. Л., Погосян, Г. П. Лишайники как биоиндикаторы загрязнения атмосферного воздуха// Вестник КарГУ. – Караганда, 2009. – URL: <https://articlekz.com/article/16114>.

ФГБУ «Рослесинфорг». – URL: <https://roslesinforg.ru/> (дата обращения 08.11.2020).

Черниковский, Д. М. Теория и методы инвентаризации лесов на основе данных дистанционного зондирования Земли, цифрового моделирования рельефа и ГИС-технологий. Диссер. на соиск. докт. с.-х. наук. СПб, 2019. – 386 с.

Экология и безопасность жизнедеятельности: учебное пособие для вузов / Д. А. Кривошеин, Л. А. Муравей, Н. Н. Роева и др.; Под ред. Л. А. Муравья. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000 – 447 с. – URL: <https://elibrary.com.ua/m/files/view/Экология-и-безопасность-жизнедеятельности> (дата обращения 08.11.2020).

The Global Forest Resources Assessment. – 2020. – URL: <http://www.fao.org> (дата обращения 08.11.2020).

Учебное издание

Зубова Светлана Сергеевна
Постникова Светлана Сергеевна

МОНИТОРИНГ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ

ISBN 978-5-94984-772-5



Редактор Р.В. Сайгина
Оператор компьютерной верстки О.А. Казанцева

Подписано в печать 17.12.2020
Формат 60x84/16
Уч.-изд. л. 5,1 Усл. печ. л. 5,34
Тираж 300 экз. (1-й завод 35 экз.)
Заказ № 7032

ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»
620100, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37
Тел.: 8(343)262-96-10. Редакционно-издательский отдел

Типография ООО «ИЗДАТЕЛЬСТВО УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЦЕНТР УПИ»
620062, РФ, Свердловская область, Екатеринбург, ул. Гагарина, 35а, оф. 2.
Тел.: 8(343)362-91-16