С.А.Шавнин, В.В.Фомин, Н.В.Марина

Уральский лесотехнический университет, г.Екатеринбург

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ УСТОЙЧИВОСТИ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Проведен комплекс полевых, лабораторных и теоретических исследований, включающий подбор, закладку и лесоводственно-таксационное и почвенное обследование пробных площадей, регулярный сбор и физиолого-биохимические анализы образцов хвои сосны, измерение электрофизиологических характеристик тканей ствола, математико-статистический анализ данных и пространственное моделирование с помощью ГИС. На основании полученных данных изучено состояние древостоев. Результаты исследований позволяют объективно отнести деревья на изученных пробных площадях по степени устойчивости к трем последовательно сменяющимся состояниям: нормальному, переходному и критическому.

The set of field, laboratory and theoretical research, which included permanent plots settling, forestry and soil description, regular collecting and providing physiological and biochemical analysis of pine needles samples, measuring of electrophysiological stem tissues characteristics, mathematical and statistical data analysis and space modeling with the use of GIS was carried out. Tree stands state was studied with the use of obtained data set. The sum of provided investigations allows to discriminate with the use of determined parameters trees on studied plots according to their stability degree. There are three levels of stability – normal, transitional and critical.

Устойчивое социально-экономическое развитие промышленных регионов Урала и Сибири невозможно без учета степени антропогенного воздействия и прогнозирования развития экологической ситуации. При решении этих проблем важную роль играет определение ущерба, наносимого лесам аэропромышленными загрязнениями, без чего невозможно эффективное применение специализированных лесохозяйственных мероприятий. Следует отметить недостаточную разработанность методик расчета величины ущерба.* Не до конца решена проблема учета влияния физиолого-биохимических показателей и региональных особенностей лесорастительных условий на состояние и устойчивость древостоев. Разработка методов оценки состояния и устойчивости древостоев имеет также важное значение для развития теоретических представлений о реакции лесных экосистем на антропогенные воздействия.

Цель исследований – разработка принципов оценки устойчивости лесных экосистем на основе данных морфофизиологической оценки состояния сосновых древостоев, расположенных в зоне действия аэропромышленных загрязнений, а также уточнение границ применения и чувствительно-

* Инструкция по экспедиционному лесопатологическому обследованию лесов СССР / Госкомитет СССР по лесному хозяйству. М., 1983. 181 с.

сти отдельных диагностических характеристик. В процессе исследований решались следующие задачи:

• изучение исследований сезонно-возрастных изменений физиолого-биофизических характеристик древостоев;

• физиолого-биохимическая оценка состояния деревьев сосны постоянных пробных площадей в зонах с различными уровнями загрязнения при действии экспериментально вызванного стресса (нарушение вертикального транспорта ассимилятов, воды и минеральных веществ);

• разработка принципов оценки устойчивости лесных экосистем, расположенных в зоне действия аэропромышленных загрязнений.

При выполнении исследований был использован метод комплексной морфофизиологической оценки состояния древостоев сосны, включающий сбор и обработку данных с использованием статистических методов и ГИС.* В ходе работ создана сеть из 15 постоянных пробных площадей на разном расстоянии от источника аэропромышленных загрязнений. При оценке состояния древостоев использован комплекс лесоводственно-таксационных и физиолого-биохимических методов. Последние применяли для определения степени поражения фотосинтетического аппарата хвои (измерение содержания пигментов, фракций свободной и связанной воды, катехинов и флаванолов, а также определение квантовой эффективности фотосинтеза с помощью флуоресцентных характеристик хлорофилла) и нарушения системы транспорта ассимилятов, воды и минеральных веществ ствола дерева (измерение активной и реактивной составляющих электрического импеданса прикамбиального комплекса).

Изучено влияние горного рельефа местности и аэропромышленных загрязнений на биометрические параметры сосновых древостоев. С помощью растрового моделирования с использованием мультивариантных методов анализа разработаны эмпирико-статистические модели зависимости биометрических характеристик от параметров местоположения лесных участков.

Воздействие высоких доз экотоксикантов изменяет как характер сезонной динамики пигментов, так и уровень их накопления. При этом в течение всего годичного цикла содержание пигментов в хвое наиболее загрязненной пробной площади изменяется существенно меньше, чем в контрольных. Дополнительные исследования квантовой эффективности фотосинтеза в хвое в целом подтвердили ранее установленную тенденцию к уменьшению данного показателя под действием загрязнений. Установлено, что при сохранении основных закономерностей водного обмена в зоне сильного загрязнения наблюдается снижение содержания фракции свободной воды и нарушение нормального четырехстадийного годичного цикла водного обмена.

На двух участках, расположенных в зонах сильного и слабого (фонового) уровней загрязнения, исследовалось влияние экспериментального стресса, вызванного нарушением транспорта метаболитов, воды и минеральных веществ в стволе. Результаты показали перспективность данного подхода для разработки нового метода биотестирования, который позволит проводить экспресс-диагностику устойчивости древостоев.

С помощью ГИС сопоставлены результаты экологического зонирования за 5 лет. Сравнительный кросс-корреляционный анализ статистических поверхностей среднего диаметра и высоты древостоев, содержания серы в хвое и содержания меди, кадмия и свинца в почвах пробных площадей позволил установить отрицательную взаимосвязь параметров состояния древостоев с содержанием поллютантов. Коэффициенты кросс-корреляции меняются от –0,571 (средняя высота – медь) до –0,794 (средний диаметр – сера в хвое).

В результате комплексных исследований сезонно-возрастных изменений физиолого-биохимических характеристик состояния древьев установлены интервалы варьирования отдельных параметров в те-

* *Фомин В.В.* Влияние горного рельефа и аэропромышленных загрязнений на биометрические характеристики сосновых древостоев / В.В.Фомин, С.А.Шавнин // Экология. 2002. № 3. С.170-174.

чение различных фаз вегетации. Диапазоны колебаний отдельных параметров состояния хвои совпадают с контрольными. Достоверные отличия появляются в периоды вегетации и перехода к покою, однако выделение конкретных сроков представляет значительные трудности. Оценку состояния древостоев в необходимых случаях следует проводить по совокупной динамике показателей за май-октябрь. При ухудшении показателей 2 раза и более за год состояние следует считать среднеугнетенным. В зонах сильного загрязнения стрессовая реакция проявляется круглый год, достигая максимальных отличий от нормы в июле-августе или октябре. Результаты физиолого-биохимических исследований позволяют составить следующую шкалу устойчивости древостоев: нормальное состояние (нет отличий от нормы), переходное (отличия наблюдаются в отдельные месяцы) и предшествующее гибели критическое (показатель достоверно хуже нормы в течение года).