

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ЛАБОРАТОРИЯ ЛЕСОВЕДЕНИЯ

Природные аспекты рекреационного использования леса

Ответственный редактор
доктор биологических наук
Л.П. РЫСИН



МОСКВА "НАУКА" 1987

Природные аспекты рекреационного использования леса. – М.: Наука, 1987.

Рассматривается современное состояние проблемы. Излагаются результаты многолетних комплексных исследований механизма рекреационного воздействия на лесные биогеоценозы и их компоненты.

Для геоботаников, лесоводов, зоологов, почвоведов, микробиологов, альгологов, экологов.

Рецензенты:

В.Т. Николаенко, А.В. Абатуров

ПРЕДИСЛОВИЕ

Отдых в лесу становится все более популярным, но если для человека, освобождающегося от физической и эмоциональной усталости, он только полезен, то для леса пришедший туда отдохнуть человек все чаще становится фактором отрицательным, вызывающим нарастающий экологический ущерб. Повреждаются растения, особенно из состава нижних ярусов растительных сообществ, но страдает и древостой, так как травмированные участки стволов становятся "воротами" для проникновения возбудителей различных заболеваний. С вытаптыванием связаны уплотнение верхних горизонтов почвы, изменение ее физических и химических свойств, ухудшение условий для роста и жизнедеятельности типично лесных растений, поскольку эти изменения захватывают сферы корневых систем. Значительное влияние испытывает и животный мир лесных сообществ, так как меняются не только многие биотические и абиотические условия среды, но и начинает действовать фактор "беспокойства". В результате нарушаются консортивные связи между многими видами, это обстоятельство также становится одной из причин дигрессии лесных биогеоценозов. В сущности, в большей или меньшей степени меняется каждый компонент природного сообщества. Изучить происходящие при этом изменения крайне важно, так как только познав механизм рекреационного воздействия на лес мы можем разработать мероприятия, способные повысить устойчивость леса, его антропоустойчивость. Но надо не только сохранять леса, выполняющие рекреационные функции, но и по возможности сделать их более ценными и в эстетическом, и в санитарно-гигиеническом отношении.

В настоящее время проблемами рекреационного лесопользования занимаются многие научно-исследовательские, высшие учебные учреждения, проектные организации. Собран обширный фактический материал, который нуждается в обобщении и анализе.

Предлагаемый сборник состоит из двух основных частей. Авторы статей первого раздела поставили перед собой задачу не только изложить материалы собственных исследований и наблюдений, но и дать краткий обзор современного состояния рассматриваемых вопросов, используя для этого как отечественные, так и зарубежные публикации преимущественно последних лет. В статьях второго раздела излагается итог изучения рекреационного воздействия на отдельные компоненты леса на примере отдельных конкретных биогеоценозов; эти исследования носили комплексный характер — в них одновременно и согласованно участвовали геоботаники, почвоведы, микробиологи, зоологи, альгологи. Это позволило показать разные аспекты рекреационного воздействия на лесной биогеоценоз, представить сопряженное изменение его отдельных компонентов. Сборник завершается статьями, в которых идет речь о различных возможных путях реконструкции лесов, выполняющих рекреационные функции, в целях повышения их эстетических достоинств и антропоустойчивости. Значительная часть исследований выполнена на территории опытного Серебряноборского лесничества Лаборатории лесоведения АН СССР и лесопаркового защитного пояса Москвы.

Л.П. Рысин, Г.А. Полякова

ВЛИЯНИЕ РЕКРЕАЦИОННОГО ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ НА РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

Растительность, как и все прочие компоненты биогеоценозов, реагирует на появление в лесу "человека отдыхающего" и количественными и качественными изменениями в составе и структуре. Основными факторами рекреационного воздействия на растительность являются вытаптывание, сбор растений, выжигание (в местах разведения костров), загрязнение отдельных участков территории. Ответная реакция растительных сообществ определяется, с одной стороны, степенью рекреационного воздействия (его интенсивностью, характером, продолжительностью), а с другой — их антропо-толерантностью, способностью противостоять этому воздействию и более или менее быстро возвращаться в исходное состояние после "стрессовых ситуаций" (Hill, 1975). Но использование леса для отдыха, уже начавшись, обычно само по себе не прекращается до тех пор, пока лес не деградирует до такой степени, что потребуются мероприятия хотя бы по его частичному восстановлению и решительный запрет массового посещения.

Рассмотрению изменений лесных биогеоценозов, в том числе и их растительности, вызванных рекреационным воздействием, посвящена обширная литература (Liddle, 1975a; и др.). Степень рекреационной нарушенности принято выражать через стадии дигрессии, соответствующие разным уровням нарушенности лесных сообществ. У нас впервые такую дифференциацию предложила Р.А. Карпионова (1962, 1965, 1967), выделив пять стадий рекреационной дигрессии подмосковных дубрав; принципиально эта схема близка известной схеме зоогенной дигрессии лесной растительности, предложенной в конце 30-х годов П.К. Фальковским (1928, 1929), исследовавшим влияние пастбы скота на почвы, рост и производительность леса в дубравах Троицанецкого лесничества. В последние годы изучение влияния рекреации на лес осуществляется в весьма широких масштабах, в результате чего накоплен обширный фактический материал. Большая часть этих исследований проведена вблизи крупных городов, где проблема рекреационного воздействия на лес с каждым годом становится все более актуальной, а зачастую и "больной", поскольку лесу нередко наносится большой экологический ущерб.

Сотрудниками Лаборатории лесоведения АН СССР исследования в этом направлении уже в течение многих лет проводятся в Подмосковье, главным образом на территории лесопаркового защитного пояса г. Москвы. По данным В.В. Ланиной (1982), в парковой хозяйственной части этого пояса (29% от общей площади) посещаемость леса в отдельных случаях превышает 200 чел./га, а в лесопарковой части (62%) она составляет в среднем 14–15 чел./га в час. В результате столь высоких нагрузок немало участков леса оказалось в тяжелом состоянии, и площадь их будет расти, а состояние — ухудшаться, если вовремя не принять необходимых мер по упорядочению рекреационного лесопользования, которое имеет преимущественно стихийный характер. Нужна повсеместная рациональная организация леса как места отдыха там, где он выполняет или будет выполнять рекреационные функции. В свою очередь, такая организация невозможна без предварительного обстоятельного изучения природных ус-

ловий территорий и исследования влияния рекреации на лесные биогеоценозы с учетом их типологических особенностей (Рысин, 1976, 1983а, б, 1984).

Среди большого числа работ по вопросам рекреационного лесопользования, опубликованных в последние годы сотрудниками Лаборатории лесоведения АН СССР, особо следует выделить две монографии, в одной из которых рассматривается рекреационное влияние на сосновые леса Подмосквы (Полякова и др., 1981), а в другой — на широколиственные леса того же региона (Полякова и др., 1983).

В монографии, посвященной антропогенной динамике сосновых лесов, была показана стадийность рекреационной дигрессии в сосняках лишайниковых, мшисто-лишайниковых, зеленомошных, брусничных, черничных, орляковых, сложных (с липой и с дубом), т.е. для большей части типологического спектра сосновых лесов центральной части Русской равнины. Вот пример такой стадийности в сосняке мшисто-лишайниковом.

1-я стадия. Лишайники (*Cladonia mitis*, *Cl. rangiferina*, *Cetraria islandica*) занимают 60–70% поверхности почвы, зеленые мхи (*Dicranum polysetum*, *Pleurozium schreberi*) — 10–20%. Очень небольшое (10–15%) проективное покрытие имеет травяно-кустарничковый ярус, в составе которого осока верещатниковая (*Carex ericetorum*), вейник наземный (*Calamagrostis epigeios*), тонконог сизый (*Koeleria glauca*), ястребинка зонтичная (*Hieracium umbellatum* var. *linearifolia*) и другие ксерофиты и мезоксерофиты, характерные для этого типа леса.

2-я стадия. Площадь, занимаемая лишайниками, уменьшается до 40–50%, причем в первую очередь сокращается обилие лишайников из рода *Cladonia*, принадлежащих к кустистой форме.

3-я стадия. Лишайники занимают только 30% поверхности почвы, причем доминиантами яруса становятся *Cetraria islandica*, а также лишайники трубчатой и бокальчатой форм (*Cladonia gracilis*, *Cl. verticillata*, *Cl. cenotea*).

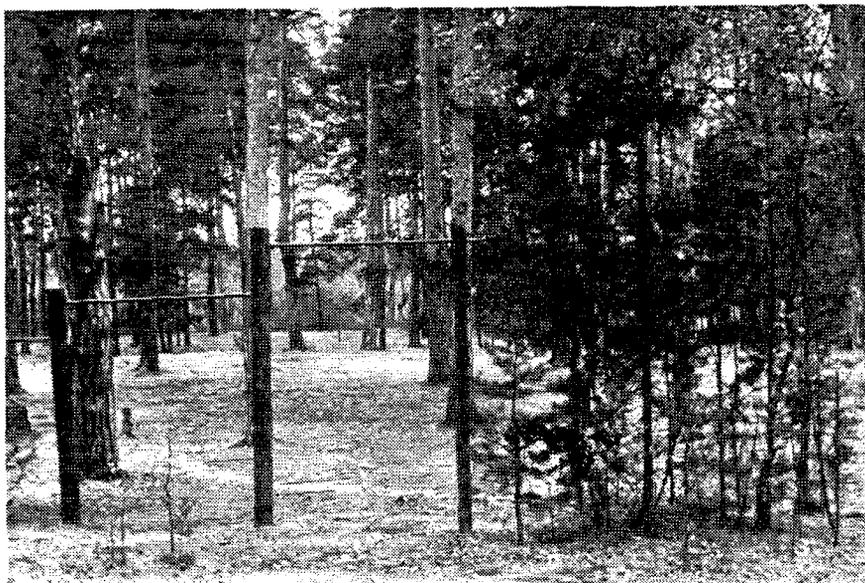
4-я стадия. Суммарное проективное покрытие почвы лишайниками уменьшается до 10–20%; по численности преобладают *Cladonia pyxidata* и *Cl. foliacea*. Примерно на прежнем уровне остается обилие мхов, но в их составе происходят существенные изменения, в частности возрастает численность *Polia nutans*. В травяном ярусе появляются полевица тонкая (*Agrostis tenuis*), шавелек и некоторые другие виды, которые предыдущим стадиям были не свойственны.

5-я стадия. Лишайники занимают не более 5% поверхности почвы, мхи — не более 10%, причем и те и другие представлены видами с повышенной антропоустойчивостью. До 70–80% поверхности почвы вообще лишено живого напочвенного покрова (см. рисунок).

Очень выразительные различия между отдельными стадиями рекреационной дигрессии в сосняках мшисто-лишайниковых (как и в других типах леса) обнаруживаются при сопоставлении запасов фитомассы живого напочвенного покрова. Если, например, фитомасса *Cladonia mitis* составляет на первой стадии 83,3 г/см² (абсолютно сухой вес), то на пятой — только 2,6 г/см². Напротив, фитомасса *Pohlia nutans* увеличивается соответственно с 7,3 до 27,6 г/см². Общий запас фитомассы живого напочвенного покрова в сообществе этого типа леса по мере нарастания рекреационного воздействия уменьшился с 218,7 до 45,6 г/см².

Аналогичные изменения происходят в составе и структуре (а вместе с тем и в запасах фитомассы) в сообществах других типов, и эти изменения тем многомернее, чем сложнее сообщество. Вот как выглядит, например, вкратце изложенная стадийность рекреационной дигрессии в липняке волосистоосоково-снытевом, производном от сложного ельника с липой (Полякова и др., 1983).

На первой стадии сомкнутость подлеска составляет 0,2–0,3, проективное покрытие травяного покрова — 90%; преобладают сныть (*Aegopodium podagraria*) и осока волосистая (*Carex pilosa*), много зеленчука (*Galeobdolon luteum*), пролесника (*Mercurialis perennis*), лютика кашубского (*Ranunculus cassubicus*), ветреницы лютичной (*Anemone ranunculoides*). На следующих стадиях постепенно уменьшается сомкну-



Участок сосняка лишайниково-зеленомошного на пятой стадии рекреационной дигрессии

тость подлеска (до 0,1 и менее); проективное покрытие травяного покрова долгое время остается высоким, но изменяется его видовой состав – вдоль увеличивающихся по общей протяженности тропинок появляются мятлик однолетний (*Poa annua*) и подорожник большой (*Plantago major*).

Уже на четвертой стадии дигрессии суммарное проективное покрытие, которое дают только типично лесные виды, сокращается до 20%, тогда как общее проективное покрытие продолжает оставаться на уровне 70%. Доминантом яруса становится мятлик однолетний, который, как и подорожник большой, принадлежит к числу наиболее антропоустойчивых видов. Фитомасса сныти уменьшается с 17,5 до 0,6 г/м², зеленчука – с 3,8 до 0,2 г/см² и т.д., а в целом по этому ярусу – с 48,5 до 1,4 г/м² (абсолютно сухой вес).

В обеих монографиях даны системы признаков, индицирующих стадии рекреационной дигрессии сообществ (для разных типов леса). С помощью этих признаков можно визуально определить степень рекреационной нарушенности лесного биогеоценоза и своевременно принять меры, позволяющие предотвратить его необратимый распад. Дополнительный фактический материал по этим вопросам изложен в многочисленных статьях (Балашова, 1973; Иванова, Полякова, 1973; Малышева, 1975; Малышева, Полякова, 1977; Полякова, 1975, 1980; и др.). В ходе исследований большое внимание уделялось экспериментам – применению дозированных нагрузок и т.д.

Объектами изучения рекреационной изменчивости растительности стали и еловые леса Подмосковья (Казанская, 1972, 1979, 1980; Казанская, Каламкарова, 1970, 1971, 1975; Казанская, Ланина, 1975, 1977; Казанская и др., 1977; Надеждина, 1978; Цареградская, 1982; и др.). Одним из результатов этих исследований также оказалась схема рекреационной дигрессии, но следует сказать, что в отношении ельников эта тема до сих пор остается разработанной в значительно меньшей степени по сравнению с сосновыми и широколиственными лесами.

Исходя из итогов изучения интенсивности рекреационных нагрузок и их последствий в разных типах леса, С.Ю. Цареградская (1982) пришла к выводу, что по своей устойчивости к рекреационному пользованию основные группы типов располагаются следующим образом: сложные, черничники, приручейные; в пределах групп по составу древостоев наибольшей устойчивостью обладают березняки, далее следуют осин-

ники, сосняки и ельники. С.Ю. Цареградская выделяет три основные стадии рекреационной дигрессии лесных биогеоценозов: стадию начальной дигрессии, для которой характерна слабая нарушенность структуры ценоза, стадию стабилизированной дигрессии и стадию прогрессирующей дигрессии, для которой характерны прекращение возобновительного процесса и последующее разрушение биогеоценоза.

В Подмосковье (как и во многих других регионах) особенно страдают от интенсивного рекреационного использования леса, находящиеся в непосредственной близости от водоемов, привлекающих большое число отдыхающих. При обследовании в 1973–1974 гг. стометровой полосы лесов на берегах Рузского водохранилища было установлено, что в среднем на 1 пог. км этой полосы приходится около 65 человек, причем распределяются они по площади очень неравномерно: там, где нагрузка превысила 200 человек, леса оказались особенно сильно нарушенными (Романько, 1976, 1977, 1978). Более сильному воздействию со стороны отдыхающих подвергались участки леса с редким подростом и разреженным подлеском; напротив, густые заросли подлеса и густой подрост древесных пород надежно защищали лес от чрезмерных нагрузок.

Очень велико рекреационное "давление" на пригородные леса Ленинграда. Используя пятистадийную схему рекреационной дигрессии лесных биогеоценозов, В.И. Россомахин (1977) называет численность отдыхающих, которая, по его мнению, определяет ту или иную стадию в разных типах леса. Например, в сосняке-брусничнике уровень первой стадии сохраняется тогда, если число отдыхающих в воскресный день не превышает 1–3 чел./га; второй стадии – 4–5, третьей – 6–10, четвертой – 11–15, пятой – больше 16 чел./га. Более устойчив сосняк-черничник, где соответствующая численность отдыхающих составила 1–5, 6–10, 11–20, 21–30 и более 31 чел./га. Еще 10 лет назад более или менее интенсивному воздействию подвергались леса в радиусе 50–60 км от Ленинграда (Россомахин и др., 1975).

Все большую популярность как место отдыха приобретает у ленинградцев Карельский перешеек. Чрезмерная посещаемость распространенных здесь сосняков приводит к формированию отдельных био групп, разделенных многочисленными тропами. Общее количество и состояние подроста и подлеса меняются в худшую сторону, выгпывается живой напочвенный покров. По данным В.П. Прохорова (1977а, б), пропорционально увеличению рекреационной нагрузки снижается текущий радиальный прирост сосны; на некоторых участках он в 2 раза ниже по сравнению с контролем.

Рекреационная дигрессия природных лесов Ленинграда также достаточно подробно изучена (Савицкая, 1978б; Дыренков, 1983; и др.). Предлагаются различать четыре стадии этого процесса:

1) малонарушенное состояние. Дрестовой, подлесок и подрост сохраняют изначальную пространственную структуру, а живой напочвенный покров еще не изменил видовой состав;

2) нарушенное состояние, показателем которого является дифференциация сообщества на био группы, разделенные тропами и открытыми участками. Снижается радиальный прирост деревьев, на 70–80% уменьшается количество подроста, на 30–40% – подлеса. Сокращается число типично лесных видов; вдоль троп и в просветах появляются светолюбивые виды растений;

3) сильно нарушенное состояние леса. Подрост сохраняется лишь небольшими группами (не более 5% от первоначального количества, если взять в качестве контроля состояние леса на первой стадии). Типично лесные виды растений концентрируются у комлей стволов деревьев или в группах подроста; усиливается доля видов "со стороны";

4) деградация насаждения. Подрост и подлесок практически полностью уничтожены, травяной покров коренным образом изменил свой первоначальный облик.

По мнению С.А. Дыренкова и С.Н. Савицкой (1978), уже на второй стадии дрестовой перестает быть устойчивой подсистемой фитоценоза, стабилизирующей лесную экосисте-

му в целом; после прохождения этой стадии предотвратить полное разрушение сообщества возможно лишь путем проведения радикальных хозяйственных мероприятий (в пятистадийной схеме рекреационной дигрессии лесов "критическим порогом" обычно считают третью стадию).

В Эстонии обстоятельное изучение влияния рекреации на леса провели сотрудники Эстонского НИИЛХОП (Маргус, 1976, 1977, 1983 и др.). Было установлено, что в этом регионе основные древесные породы по устойчивости к вытаптыванию можно распределить следующим образом: дуб обыкновенный, ясень обыкновенный, липа мелколистная, вяз, клен остролистный, береза повислая, осина, ольха черная, сосна, ель. Были разделены на группы по устойчивости к вытаптыванию и типы леса: устойчивые (число отдыхающих может превышать 15 человек на 1 га), относительно устойчивые (7–15 человек), среднеустойчивые (5–6 человек), относительно малоустойчивые (3–4 человек) и малоустойчивые (1–3 человек на 1 га). Наиболее устойчивыми признаны дубняки, березняки и сосняки вейниково-альварные, березняки и сосняки печеночницевые, березняки- и сосняки черничники. К числу относительно устойчивых типов отнесены сосняк и ельник толокнянково-альварные, ельники вейниково-альварный и печеночницевый, березняк и сосняк лешиновые, ельник черничник, березняк кисличник. Среднеустойчивыми оказались сосняк вересковый, березняк и сосняк брусничники, дубняк и ясенежник сныгевые. Наименее устойчив сосняк лишайниковый (Маргус, 1983).

Подробно изучены особенности рекреационной дигрессии лесов Литовской ССР (Репшас, 1979, 1983; Репшас, Палишкис, 1981; Палишкис, 1985; Синкявичене, 1979; и др.). Э.А.Репшасом (1983) проанализирована возможность использования для диагностики состояния рекреационных сосняков 35 различных показателей, но подходящими были признаны только 13, а в качестве главного признака рекомендована способность лесных экосистем к накоплению зеленой массы, поскольку она одновременно характеризует санитарно-гигиеническую и эстетическую ценность лесов и их антропо-лерантность. В отличие от других исследователей Э.А.Репшас считает, что в практике лесного хозяйства достаточно пользоваться только тремя стадиями рекреационной дигрессии, выделяя слабо-, средне- и сильнонарушенные экосистемы; для контроля рекомендуется использовать условно ненарушенные участки леса.

Лесоводами Литвы разработаны системы мероприятий, позволяющих повысить устойчивость лесов, выполняющих рекреационные функции, и восстанавливать деградированные рекреационные леса; в числе этих мероприятий — внесение удобрений, временное исключение участков леса из рекреационного пользования (с помощью огораживания), мульчирование, рыхление почвы, содействие естественному возобновлению, искусственное лесовосстановление. Определена целесообразность применения этих мероприятий в разных типах лесорастительных условий. Установлено, что наиболее эффективным лесохозяйственным мероприятием является внесение минеральных удобрений. В отношении экологической эффективности наиболее успешными оказались сочетания огораживания деградировавших участков леса и одновременного внесения удобрений (Репшас, 1983).

Большой объем исследований по различным аспектам проблемы рекреационного использования природы, в том числе и лесных территорий, выполнен сотрудниками Лаборатории охраны природы Латвийского НИИЛХП (Меллума, 1983). Для изучения состояния рекреационных лесов были заложены постоянные пробные площади, характеризующие, с одной стороны, различные экологические условия, а с другой — разные стадии рекреационной дигрессии, выделяемые по степени поврежденности деревьев, состоянию живого напочвенного покрова, а также по ряду других показателей. Для изучения устойчивости растительности нижних ярусов к рекреационным нагрузкам проводились соответствующие эксперименты (Эмсис, 1978). Было установлено, что и в этом регионе особенно быстро нарушается и уничтожается живой напочвенный покров в сухих сосновых лесах. Разработана методика определения толерантности лесов к рекреационным нагрузкам, успешно осуществляются мероприятия, имеющие целью реставрацию деградировавших лесов (Суна, 1975; Туткенс, 1985; и др.).

Неподготовленными к массовому посещению оказались многие лесные массивы Белоруссии, что поставило белорусских лесоводов и геоботаников перед необходимостью изучения рекреационной дигрессии этих лесов и разработки мероприятий по повышению их устойчивости (Романов, Рожков, 1975). Обстоятельные исследования рекреационных нарушений лесных сообществ в окрестностях Минска позволили определить характер сукцессионных процессов, выявить основные стадии рекреационной дигрессии, составить карту рекреационной нарушенности лесов (Рамау и др., 1981). В Заславльском лесопарке пятая часть лесов оказалась существенно нарушенной вследствие того, что рекреационные нагрузки превысили предельно допустимые нормы (Бибикина и др., 1979). Сделан тот же вывод — действие рекреационного "пресса" ведет к коренным преобразованиям растительности. Так, например, в сосняках мшистых усиленная посещаемость лесов вызывает формирование злакового, а потом рудерального покрова под пологом леса (Рожков, Романов, 1979). Комплексный подход к изучению рекреационного изменения лесных биогеоценозов применили И.Д.Юркевич, Д.С.Голод и Е.Л.Красовский (1985) в лесах бассейна оз. Нарочь; наблюдения выполнялись на девяти экологических профилях, что позволило охватить основные типы леса этого региона.

На территории Украины в настоящее время используется в рекреационных целях почти треть общей площади гослесфонда, причем зачастую рекреационное лесопользование осуществляется стихийно, без необходимой предварительной организации лесов, в ряде случаев захватывая лесные массивы, выполняющие санитарно-гигиенические и защитные функции (Приступа, 1977; Пастернак, Ромашов, 1985; и др.). Основными центрами исследовательских работ в этой области являются Украинский НИИЛХА, его Карпатский филиал и Крымская ГЛОС, Институт ботаники АН УССР, включая его Львовское отделение, а также Львовский лесотехнический институт.

Большинство украинских лесоводов и геоботаников в своих исследованиях используют традиционную схему рекреационной дигрессии (четырёх- или пятистадийную), а в качестве основных диагностических показателей — степень выгоптанности, нарушенность живого напочвенного покрова (процентное соотношение различных экологических групп видов растений), состояние подлеска, количество поврежденных деревьев, темп радиального прироста и т.д. (Смаглюк и др., 1983). Вместе с тем ведутся поиски новых подходов, что, в частности, проявилось в докладах и сообщениях украинских специалистов на проходившем в мае 1985 г. в Москве Всесоюзном совещании "Современные проблемы рекреационного лесопользования".

Н.П.Жижин и Н.Н.Зеленский (1985), принимая во внимание различия в функциональном назначении лесов, считают целесообразным различать 12 случаев состояния лесных биогеоценозов, используя для этого целый ряд индикаторных показателей; такой подход, по мнению авторов, дает возможность разносторонне отразить степень нарушенности лесов, связав ее с характером лесопользования. В то же время эти различные состояния согласуются со стадийной концепцией рекреационной дигрессии леса.

Обсуждая проблему диагностики рекреационных изменений лесной растительности, Я.П.Дидух (1985) считает необходимым использовать диагностические признаки с учетом исследуемого уровня растительности — регионального, фитоценотического или популяционного. В первом случае, когда рассматривается состояние больших лесных массивов, предлагается учитывать в качестве одного из показателей степени деградации соотношение площадей с нарушенной и ненарушенной растительностью. Во втором случае, когда оцениваются конкретные, экологически однородные участки леса, степень рекреационной нарушенности леса следует определять направлением, скоростью и определенными этапами рекреационных сукцессий. В третьем случае объектом диагностики является популяция, и поэтому диагноз осуществляется по поведению и численности популяций индикаторных видов, преимущественно, из числа доминантов, что позволяет выявить и стадии деградации, и порог устойчивости фитоценоза.

Обстоятельно исследовано влияние рекреационного пользования на леса Прикарпатья

и Карпат (Половников, Пешко, 1980; Жижин, Зеленский, 1975; Зеленский, Жижин, 1978; Зеленский, 1979; Горшенин и др., 1979; Смаглюк и др., 1983; Кучерявый, 1981; и др.). Так, например, по данным Н.Н.Зеленского и Н.П.Жижина (1978), с увеличением рекреационной нагрузки и нарастающей нарушенностью леса снижается текущий прирост древостоев, причем между плотностью верхнего слоя почвы и величиной радиального прироста деревьев существует тесная обратная и прямолинейная зависимость; поскольку молодняки реагируют на рекреационное воздействие и связанное с ним растущее уплотнение почвы более тонко, наблюдения за ними позволяют прогнозировать изменчивость радиального прироста и рассчитывать допустимые рекреационные нагрузки для древостоев разного породного состава и возраста. В другой работе тех же авторов (Зеленский, Жижин, 1975) проанализировано изменение состояния возобновления под пологом рекреационных лесов. На примере грабово-дубового сосняка показано, что интенсивное рекреационное лесопользование ведет к ксерофитизации сообщества — типично лесные эвтрофные мезофиты уступают место светолюбивым мезотрофным мезоксерофитам (Жижин, Зеленский, 1975). Экспериментальное изучение влияния рекреационных нагрузок на почву и растительность лесных биогеоценозов в сосняках зеленой зоны Львова провели сотрудники Львовского ЛТИ (Горшенин и др., 1979); в частности, установлено, что связанное с интенсивным посещением леса изменение почвенных условий снижает поглощающую активность корневых сосны; видовое разнообразие травяного покрова по сравнению с контролем сначала увеличивается в 1,3—1,5 раза (при рекреационных нагрузках низкой и средней интенсивности), а затем уменьшается почти в 2 раза, причем в составе яруса начинают преобладать ксерофито-олиготрофы с повышенной антропоустойчивостью.

Лесоводы Львовского ЛТИ придают большое значение изучению коренной лесной растительности или тех ее фрагментов, которые еще сохраняются в пригородных лесах; предполагается, что "первозданные" лесные фитоценозы обладают не только максимальной продуктивностью (для определенных конкретных условий), но и наибольшей устойчивостью (Кучерявый и др., 1985). Из этого следует вывод, что в направлении воссоздания первичных лесов нужно в большинстве случаев ориентировать лесное хозяйство. Эта точка зрения высказывается и рядом других авторов, проводивших свои исследования в иных природных регионах, и она, безусловно, заслуживает внимания. Однако надо иметь в виду, что антропогенное воздействие, включающее не только рекреационное, но и промышленное влияние на растительность и лесные биогеоценозы, в целом нередко стало столь значительным, что именно оно в большой мере определяет состав и структуру пригородных лесов, интенсивно трансформируя условия природной среды. На примере дубрав Молдавии эта тема разрабатывалась Н.С.Забросаевым (1983), который показал, что деградация дубовых лесов на территории этой республики зачастую обусловлена не только растущими рекреационными нагрузками, но и загрязнением почвы и атмосферы, особенно значительным вдоль автомобильных дорог (в местах с густой дорожной сетью этот фактор имеет немаловажное значение, и его следует принимать во внимание при проведении озеленительных работ). В той же статье Н.С.Забросаева (1983) выразительно показана различная реакция разных лесобразующих пород на влияние антропогенных факторов: различия в антропоустойчивости этих пород приводят к тому, что изменяется породный состав древостоев, а нижний ярус растительности начинает представлять собой пеструю мозаику микроучастков, находящихся на разных стадиях нарушенности.

Изменение лесов под влиянием рекреационного лесопользования в последние годы во все большей мере наблюдается и в северных областях. Оно особенно заметно, с одной стороны, в окрестностях крупных городов, а с другой — в местах интенсивного туризма. По данным А.С.Козобородова, П.Н.Львова и Д.А.Усовой (1985), на некоторых участках побережья Белого моря с дюнным рельефом и сосновыми лесами среднее число отдыхающих составляет 23 чел./га в день; в солнечную погоду эта цифра увеличивается в 2,5 раза. Между тем сосняки на бедных песках дюн обладают минимальной антропоустойчивостью, вследствие вытаптывания здесь очень быстро меняется живой

напочвенный покров: уменьшается обилие лесных видов, становятся иными видовой состав и структура этого яруса. В сообществах, оказавшихся на пятой стадии дигрессии количество ослабленных деревьев составляет около 2/3 от общего числа, "выбиты" подрост и кустарники. Аналогичные явления отмечены и в лесах других типов (сосняки ельники черничные, осинники травяные).

Ухудшается состояние пригородных лесов в окрестностях Сыктывкара и Ухты (Гладков, 1982). Здесь также беднеет лесными видами травяной покров, нарушается естественное возобновление, ухудшается состояние древостоев, показателем чего служит, в частности, уменьшение радиального прироста. В сосновых лесах возобновительный процесс под пологом леса остается удовлетворительным при средней нагрузке 8 чел./га в час, но для того, чтобы сохранить живой напочвенный покров, эта нагрузка должна быть еще меньше: до 6 чел./га в час в черничных сосняках и до 1 чел./га в час в лишайниковых сосняках (Гладков, 1982).

Примером сильной нарушенности лесов под влиянием экскурсионного туризма может служить о-в Валаам в Ладожском озере, где за летний сезон бывает до 130 тыс. экскурсантов, причем основная нагрузка приходится на леса с общей площадью около 1,7 тыс. га (Кучко, 1984). В результате за сравнительно короткий период (20 лет) отдельные участки леса "вышли" на четвертую и даже на пятую стадию дигрессии и нуждаются в восстановлении. Наименее устойчивыми оказались сосняки лишайниково-каменистые и долгомошные, наиболее устойчивыми — травяные, кисличные и черничные типы леса; промежуточное положение занимают брусничные и вересковые сосняки.

Среди лесов разных формаций сосняки, как правило, в большей мере подвергаются рекреационному освоению и в силу этого значительно страдают от действия этого фактора. Так, например, по наблюдениям А.С.Левиной и Л.В.Петуховой (1980), в условиях Верхневолжья происходит изменение соотношения в составе возобновления древесных пород под пологом леса в пользу дуба, осины, березы, ели, поскольку подрост этих пород более антропоустойчив; не сейчас, но в будущем по этой причине возможна постепенная трансформация сосняков в сосново-еловые и сосново-березовые леса (Петухова, Левина, 1980). Разумеется, одновременно меняются видовой состав и структура всех остальных ярусов растительности.

Основываясь на результатах определения устойчивости ландшафтов Валдайской возвышенности к рекреационному воздействию, Г.Г.Лазукова и Е.Б.Лопатина (1978) приходят к выводу, что эта устойчивость возрастает по мере увеличения влажности местообитаний: к неустойчивым природным комплексам относятся сосняки на песках флювиогляциального происхождения, а к устойчивым — ельники, березняки, осинники, ольшаники на моренных суглинках. Такая зависимость существует, но следует заметить, что в значительной степени она объясняется еще и тем, что влажные и сырые участки леса посещаются менее охотно и в менее продолжительное время.

В местах с пересеченным рельефом при относительно близких по интенсивности рекреационных нагрузках наименее устойчива растительность склоновых участков (Нарежный, Писачкин, 1976). На открытых склонах дополнительным антропогенным фактором становится нередко зимняя рекреация — лыжники уменьшают мощность снегового покрова, плотность его резко повышается, в результате чего снижается термоизоляционная функция — почва чаще и глубже промерзает, вследствие чего уменьшаются внутрпочвенные запасы влаги и усиливаются эрозионные процессы во время весеннего снеготаяния; все это соответствующим образом отражается и на растительности (Байдерин, 1978).

Процессы рекреационной дигрессии в пригородных лесах многократно описаны в литературе. Помимо приведенных выше примеров, можно упомянуть сообщения об ухудшающемся состоянии лесов Брянского лесного массива (Жорнев и др., 1981), пригородных лесов Казани (Салихова, 1977), лесов в зоне массового отдыха Йошкар-Олы (Данилов, 1977) и т.д. Тем более эти разрушительные явления характерны для территорий массового отдыха — Южного берега Крыма и Черноморского побережья Кавказа. В условиях горного рельефа нарушение, а в отдельных случаях и уничтожение

лесного покрова приводит к особо тяжелым последствиям, зачастую естественно необратимым и требующим осуществления технических и сложных и дорогих мероприятий.

В этом отношении большую ценность имеют результаты наблюдений, выполняемых в течение длительного времени на постоянных пробных площадях сотрудниками Крымской ГЛЮС; полученные данные позволили не только обстоятельно представить механизм и специфику рекреационного воздействия на горные леса Крыма, но и разработать обоснованные рекомендации для ведения лесного хозяйства (Поляков и др., 1983; Рудь, 1985; Савич, 1985; и др.). Вследствие неорганизованного отдыха повреждаются деревья, нарушается естественное возобновление древесных пород, в травяном покрове типично лесные виды сменяются злаками и сорными растениями, указывающими на сильное уплотнение поверхностного слоя почвы и изменение ее водно-физических свойств (снижается водопроницаемость, ухудшается инфильтрация и т.д.), что подтверждается и экспериментально — методом искусственного дождевания разной интенсивности на участках с различными рекреационными нагрузками. Таким образом, рекреационное лесопользование в горном Крыму оказывает весьма значительное влияние на выполнение лесами водорегулирующих и почвозащитных функций (Поляков, 1980).

В буковых лесах Черноморского побережья Кавказа под воздействием рекреации также идет процесс трансформации растительности, причем в первую очередь травяного покрова: лесные виды вытесняются луговыми и сорными, снижается проективное покрытие по ярусу в целом, уменьшается фитомасса и т.д.; и в этом случае травяной ярус выступает как тонкий индикатор рекреационной дигрессии и деградации лесных биогеоценозов (Гольцев, 1982). По наблюдениям сотрудников Кавказского филиала ВНИИЛМ (Солнцев и др., 1985), древостой более устойчив. Проводятся исследования антропоустойчивости горных лесов на северном макросклоне Большого Кавказа. Сравнивая леса "мертвопокровные" с лесами, имеющими хорошо развитый живой напочвенный покров, А.П.Казанкин (1984) пришел к выводу, что биогеоценозы первой группы являются более устойчивыми, так же как и леса с густым подростом или обильным подростом; напротив, чем больше ценотическая роль травяно-кустарничкового яруса и мохового покрова во внутрибиогеоценологических процессах, тем более "уязвимым" является сообщество в целом.

Сотрудниками НИИ горного лесоводства изучается влияние рекреационных нагрузок на леса зеленой зоны городов Тбилиси и Руставели, значительная часть которой предназначена для отдыха населения (Берошвили, Хараишвили, 1980; Урушадзе и др., 1983). Для оценки степени рекреационной нарушенности лесов принята трехстадийная схема дигрессии, прослеженной для различных типов лесных биогеоценозов. Как и в других регионах, процесс идет в одном и том же направлении: ухудшаются лесорастительные свойства почв (возрастает плотность, уменьшается водопроницаемость и т.д.), типично лесные растения уступают место сорным видам. Выход на последнюю (третью) стадию дигрессии позволяет, по мнению авторов, говорить о трансформации исходного типа леса в антропогенный: сосняк коротконожковый сменяется сосняком подорожниковым, сосняк осоковый — сосняком типчаковым, сосняк овсянищевый — сосняком мертвопокровным и т.д. Общая тенденция в изменении растительности — ксерофитизация (олуговение и остепнение). Наиболее устойчивыми к рекреационному воздействию являются дубовые леса, далее идут дубово-грабовые, сосновые и буковые леса. Аналогичную точку зрения в отношении лесов Азербайджанской ССР высказывает Ф.А.Амиров (1985): наиболее устойчивы дубовые леса, далее следуют дубово-грабовые, акациевые (из белой акации) и сосновые (из сосны эльдарской). Тем не менее даже в относительно устойчивых лесах чрезмерные и длительные нагрузки снижают прирост деревьев, резко сокращают численность жизнеспособного подроста (уничтожается подавляющая часть всходов), разрушается травяной покров, снижается плодородие почвы (Амиров, Газанфарова, 1985). Из этого следует вывод о необходимости продуманной организации территории лесных массивов, выполняющих рекреационные функции, и об обеспечении контроля за их состоянием.

На Урале изучение рекреационного воздействия на лес проводилось главным образом в окрестностях Свердловска (Гальперин, 1980; Николин, 1975; 1977; Николин, Мурзаева, 1981а, б; и др.). Объектами исследований служили пробные площади, заложенные в участках леса с разной степенью рекреационной нарушенности (принята пятистадийная схема рекреационной дигрессии), показателем которой в первую очередь служит нарастающее участие луговых и сорных видов в составе травяно-кустарничкового покрова, тогда как типично лесные растения концентрируются преимущественно у оснований стволов деревьев.

На территории Казахстана внимание отдыхающих привлекают леса вокруг озер, по берегам рек и иных водоемов; естественно, что именно здесь последствия рекреационного влияния на лес особенно заметны: угнетается рост древесных пород, повреждаются и уничтожаются подрост и подлесок, выгапываются травяно-кустарничковый ярус и мохово-лишайниковый покров. Показателен следующий факт — в зоне массового отдыха в Боровском лесном массиве (Кокчетавская область) от 70 до 98% деревьев имеют механические повреждения (Воробьев и др., 1984).

Освоение Сибири сопровождается ростом рекреационного лесопользования. Как и повсюду, этот процесс прежде всего характерен для пригородных лесов. Исследования в этом направлении в течение многих лет проводились в районе Академгородка СО АН СССР (Новосибирск), и их результаты неоднократно обобщались (Таран, Спиридонов, 1977). Степень нарушенности травяного покрова была использована в качестве показателя для выделения стадий рекреационной дигрессии лесов в местах активного отдыха (общее число стадий — пять). Следует отметить, что изучение изменений растительности проводилось сопряженно с изучением динамики лесорастительных условий. Наиболее устойчивыми оказались березняки, менее устойчивы сосняки и осинники. Установлено, что растительность лучше сохраняется в тех случаях, когда лесной массив имеет достаточно большую площадь; напротив, небольшие участки леса с площадью до 0,25 га оказываются наиболее уязвимыми.

Резко ухудшилось состояние лесной растительности в окрестностях Читы — другого крупного сибирского города. На многих участках зеленой зоны отмечено изреживание древостоя, ухудшение состояния возобновления древесных пород; из состава травяного покрова исчезают высокодекоративные виды растений (Беляева, 1979).

В последние годы особое внимание привлекают леса КАТЭКа (Канско-Ачинского топливно-энергетического комплекса) и БАМа (Байкало-Амурской магистрали), на территориях которых в связи со значительным ростом населения растут и рекреационные нагрузки на лес. Уже сейчас практически все леса КАТЭКа используются для отдыха — как круглогодичного, так и сезонного (Кузьмина, 1981; Кузьмина и др., 1982; Шугалай и др., 1985; и др.):

Исследуя рекреационную устойчивость различных типов леса мемориального лесопарка "Шушенский бор", А.П.Лалетин (1985) установил, что общим следствием нарастающих рекреационных нагрузок в сосновых лесах является нарастающая тенденция уменьшения влажности и богатства почвы, что отражается в характере растительности, и прежде всего ее нижних ярусов; в лесах, находящихся на четвертой стадии дигрессии, основу травяного покрова составляют не лесные, а луговые и сорные виды, лучше переносящие уплотнение почвы и в меньшей степени реагирующие на механические повреждения. Наименее устойчивым признан сосняк ковильно-лишайниково-зеленомошный, занимающий вершины и южные склоны дюн, а наиболее устойчивым — сосняк с березой хвощово-орляковый в широких междюнных понижениях. Те же тенденции в динамике растительности характерны и для туристско-экскурсионного района заповедника "Столбы" в районе Красноярска.

По мере строительства Байкало-Амурской магистрали будет расти стихийное рекреационное освоение прилегающих к ней лесных территорий, особенно тех мест, где много грибов и ягод. Нарушенность лесной растительности уже сейчас обнаруживается в радиусе нескольких километров от построенных населенных пунктов (Сапожников, 1983). Пока население все еще тяготеет к промышленной рекреации, связанной

с охотой и рыболовством, сбором ягод и грибов и охватывающей значительные территории (Саложников, 1984). Такие леса нельзя назвать собственно рекреационными, мы относим их к категории лесов, лишь частично выполняющих рекреационные функции (Рысин, 1983а, б), но очевидна необходимость выделения лесов, предназначенных в первую очередь для отдыха. Неорганизованное своевременно рекреационное лесопользование большой интенсивности неизбежно вызовет деградацию лесов, особенно опасную в условиях этого региона.

А.Ф.Журавков (1974) опубликовал монографию по ведению хозяйства в лесах зеленых зон городов Южного Приморья. В последующие годы появились статьи, в которых сообщаются результаты изучения рекреационной дигрессии, наблюдаемой в этих лесах. Более половины лесопокрытой площади в этих зонах приходится на леса из дуба монгольского. Проведенное обследование показало, что в зеленой зоне Владивостока в местах интенсивного рекреационного лесопользования заметно ухудшилось состояние древостоев: увеличилось количество поврежденных, суховершинных, больных деревьев (до 50% от общего количества), уменьшился прирост в высоту и по диаметру. Массово уничтожается подрост дуба, вследствие чего древостой перестал омолаживаться. Уничтожается естественный травяной покров (Журавков, Добрынин, 1985). На смену слабобоеустойчивым видам растений приходят виды, почти не встречающиеся в ненарушенных лесах, но способные вынести интенсивное вытаптывание (Селедец, 1978). Аналогичные изменения характерны и для травяного покрова чернопихово-широколиственных лесов в окрестностях Владивостока. Большую устойчивость обнаруживают сообщества с более сложной структурой (Селедец, 1977).

Из приведенного и далеко не полного обзора очевидно, что исследования по влиянию рекреационного пользования на лесную растительность проводятся в самых разных регионах нашей страны и что к настоящему времени накоплен значительный фактический материал, обобщение которого позволяет выявить определенные закономерности в рекреационной динамике лесов.

Аналогичные исследования, хотя в меньших масштабах и менее обстоятельно, проводятся в ряде зарубежных стран.

В Финляндии С.Келломяки (Kellomäki, 1977) проводил изучение влияния дозированных нагрузок на растительность в ельнике черничном и сосняках брусничном и вересковом и предложил математическую модель, описывающую этот процесс; в группу наиболее устойчивых видов вошли злаки и некоторые представители разнотравия.

В.Фишер (Fischer, 1975), в окрестностях Берлина исследовал изменение растительного покрова лесов в результате захламления (рудерализации) и установил, что при этом также в первую очередь меняются состав и характер растительности нижних ярусов, а затем подлеска. Рудерализация обычно сопутствует рекреационному лесопользованию, но учитывается исследователями крайне редко. По наблюдениям Фишера, и сообщества разных типов, и различные виды растений неодинаково реагируют на одну и ту же степень рудерализации, в этом еще одно сходство действия этого фактора с непосредственным рекреационным воздействием (вытаптыванием, механическим повреждением и уничтожением растений и т.д.). Фишер делит растения по отношению к этой форме антропогенного воздействия на три группы: исчезающие; сохраняющиеся, но с признаками угнетения; увеличивающие свое обилие. Что же касается растительных сообществ, то относительно устойчивыми оказались заболоченные ольшаники, а их "антиподами" — сухие дубово-сосновые и сосновые леса.

Усиливающаяся рекреационная дигрессия лесов в местах интенсивного отдыха и туризма отмечена польскими исследователями. Особенно велики повреждения вдоль традиционных туристических маршрутов, где не только полностью уничтожается живой напочвенный покров, но и повреждаются корни деревьев, находящиеся у поверхности почвы. В наибольшей степени страдают ель и граб, самыми устойчивыми являются липа и вяз. Аналогичные исследования проведены в Чехословакии, они дали сходные результаты (Šomšák et al., 1979).

Районом интенсивного международного туризма является Черноморское побережье

Болгарии. Обследование произрастающих здесь дубовых лесов показало, что к настоящему времени существенно ухудшилось качество их древостоев, значительно снизилось количество жизнеспособного подроста, деградировал травяной покров (Костадинов, 1979).

Изучение влияния различных видов рекреации проводится в США (Bogucki et al., 1975; Hickler, Bratton, 1979; Young, 1978; Frissell, 1978; Knudson, Curry, 1981; Brush, 1979). И здесь констатируется деградация растительности, проявляющаяся в повреждении деревьев, изменении видового состава и структуры травяного яруса и мохово-лишайникового покрова вплоть до полного уничтожения. Анализируя последствия рекреационных нагрузок разной интенсивности на леса из сосны Банкса в северо-западной части провинции Онтарио (Канада), авторы опубликованной работы (James et al., 1979) выделили четыре степени рекреационного нарушения леса. У деревьев снижается радиальный прирост, уменьшается длина хвои. Причиной служат, с одной стороны, растущее уплотнение почвы, а с другой — ее выбитость, в результате чего обнажаются и повреждаются корни деревьев. Соответствующие изменения обнаруживает и травяной покров. Как правило, публикации американских и канадских исследователей заканчиваются рекомендациями упорядочить рекреационное природопользование посредством определенной организации территории и снижением посещаемости там, где она становится чрезмерной.

Широкий круг проблем, связанных с рекреационным лесопользованием в США, рассматривается в монографии Р. Дугласа (Douglass, 1982).

Накопленный к настоящему времени обширнейший фактический материал позволяет сделать ряд обобщений относительно влияния рекреационного лесопользования на лесные фитоценозы и их структурные компоненты: древостой, подрост, подлесок, травяной покров, моховой и лишайниковый ярусы.

Древостой. Влияние рекреационного пользования на древесный ярус обнаруживается уже на начальных стадиях, но оно не так заметно внешне, как у растительности нижних ярусов. Основными путями действия фактора рекреации на древостой являются растущее уплотнение верхних почвенных горизонтов, меняющиеся в худшую сторону условия среды (бонитет может понизиться на класс) и механические повреждения стволов и корней деревьев, не только непосредственно нарушающие жизнедеятельность этих органов, но и способствующие заселению деревьев вредителями и развитию болезней. По мнению Э.А. Репшаса (1983), степень механической поврежденности древостоя является наиболее выразительным показателем уровня его деградации. На усиление рекреационных нагрузок древостой реагирует уменьшением прироста, увеличением фауности, снижением полноты и запаса, худшим развитием ассимилирующих органов и т.д. Реакция древостоев на рекреационное воздействие определяется не только характером и интенсивностью нагрузок, но и особенностями почв, возрастом и эколого-биологическими особенностями лесообразующих пород.

Уплотнение почвы имеет следствием подавление жизнедеятельности и уменьшение массы активных корней. Этот вопрос обстоятельно рассмотрен в работах многих авторов (Зеликов, Пшоннова, 1961; Кочановский, 1964; Спиридонов, 1975; Таран и др., 1976; Таран, Спиридонов, 1977; Прохоров, 1977а; Григорьев, Моисеева, 1979; Бондарь, 1981; 1982; Иванов, 1983; и др.). Реакция корней на уплотнение зависит от продолжительности и интенсивности действия этого фактора, от типа и разновидности почвы, от морфоструктуры и уязвимости корневых систем. В качестве примера можно привести результаты исследований Н.С. Забросаева (1983) в разных типах дубрав Молдавии. В дубраве липово-ясеновой признаки реакции корневой системы дуба черешчатого на вытаптывание обнаружили после того, как объемная масса почвы увеличилась на 70–80% по сравнению с контролем. При одном и том же уровне уплотнения менее устойчивым был дуб (суховершинные и сухокронные деревья составили 34% от общего числа стволов этой породы), а наиболее устойчивым — клен полевой, который вообще не имел признаков усыхания. По наблюдениям В.Н. Спиридонова (1973), в условиях Западной Сибири осина, имеющая поверхностную корневую систе-

му, ослабляет рост и начинает усыхать при меньшей уплотненности почвы, чем береза, и, следовательно, является менее устойчивой к вытаптыванию почвы. Разумеется, реакция корневых систем более четко прослеживается в верхних горизонтах почвы. По наблюдениям Э.А. Репшаса (1983), в сосновых лесах Литвы изменение массы мелких корней сосны в связи с рекреационным воздействием достоверно фиксируется в верхних 30 см.; глубже оно становится несущественным. Есть различия в разных типах леса: в сосняке лишайниковом масса корней сократилась за период наблюдений в 4 раза, а в сосняке кисличном — в 2 раза. В.И. Бондарем (1982) установлено, что в широколиственных древостоях, испытывающих рекреационное воздействие, наиболее значительное снижение массы корней происходит в слое 0—30 см; в следующем слое (30—45 см) оно статистически уже не доказывается.

Уменьшается масса ассимилирующих органов. По данным С.А. Дыренкова (1983), на третьей стадии рекреационной депрессии вес тысячи хвоинок ели уменьшается на 12—15%, а поверхность их — на 18—20% по сравнению с контролем; у сосны соответствующие показатели составили 25—30 и 20—25%. На четвертой стадии это понижение оказалось еще более значительным. Уменьшение массы хвои или листвы, в свою очередь, отрицательно сказывается на жизнедеятельности дерева и ведет к его дальнейшему ослаблению.

Интегральным показателем этого процесса является уменьшение прироста. По наблюдениям Э.А. Репшаса (1983), в сосняках лишайниковых радиальный прирост сосны может быть в четыре раза меньше по сравнению с контролем, а в сосняке кисличном в два раза уступать приросту деревьев на контрольном участке. И.В. Таран и В.Н. Спиридонов (1977), проводившие исследования в окрестностях Новосибирска на территории Академгородка, установили, что прирост у 100—110-летней сосны снизился в 1,8—3,5 раза, а у 25—50-летней березы — в 1,6—5,6 раза. Заселение Академгородка началось в 1959 г., усилившаяся посещаемость лесов уже в первые годы отрицательно сказалась на радиальном приросте всех лесообразующих пород: сосны, березы, осины. По подсчетам авторов, от начала действия антропогенного фактора до появления первых признаков усыхания у 45—50-летней березы проходит в среднем 7 лет, у 100-летней сосны — 5 лет. У более молодых сосен (45—50 лет) усыхания вследствие уплотнения почвы не было замечено, из этого как бы сам собой следует вывод, что более молодые древостои устойчивее старых. Однако такое заключение противоречит мнению многих авторов, что устойчивость деревьев к вытаптыванию увеличивается с возрастом (Балодис, Раманс, 1977; Зеленский, Жижин, 1974; Зеленский, 1979; Бондарь, 1981; и др.).

Наблюдения за изменчивостью прироста деревьев в местах интенсивного рекреационного пользования проводятся и за рубежом. Например, финские лесоводы (Nylund et al., 1980) установили, что в сосняках 60—110 лет на участках, отведенных под кемпинг, уменьшение прироста сосны наблюдается уже спустя два года; через 10 лет он уменьшается на 20—40%.

Закономерная связь величины радиального прироста с интенсивностью рекреационного воздействия на лес побудила некоторых авторов использовать этот показатель в качестве индикатора длительности и интенсивности "давления" со стороны отдыхающих (Зеленский, Жижин, 1975; Савицкая, 1978а; Бондарь, 1981; и др.). Предлагается, основываясь на динамике прироста, разрабатывать эколого-прогностическую оценку рекреационных лесов (Лица, 1977; Лица и др., 1977; Дыренков, Савицкая, 1978; и др.). Нет оснований возражать против такого подхода. Однако надо иметь в виду, что при интенсивных санитарных рубках оставшиеся деревья могут существенно увеличить прирост вследствие улучшения освещенности и минерального питания; в этом случае радиальный прирост деревьев теряет индикационное значение, тогда, вероятно, целесообразнее ориентироваться на запас древесины и полноту древостоя (Репшас, 1983).

До сих пор относительно мало публикаций материалов изучения влияния рекреации на заселенность древостоев вредителями и на заболеваемость. Однако такая связь несомненна. В.Г. Стороженко (1985) установил, что в еловых лесах, выполняющих

рекреационные функции, усиливается пораженность древостоев еловым трутовиком: в 50–60-летних насаждениях – на 7,9%, в 70–80-летних – на 14,2 и в 95–110-летних насаждениях – на 49,5%. Сумчатые, несовершенные грибы и бактерии являются возбудителями смолотечений с последующим отмиранием коры; появление таких смолотечений может служить диагностическим признаком повышенных рекреационных нагрузок. В сосняках и осинниках на 10–15% выше распространение рака-серянки и ложного осинового трутовика. По данным И.Г. Вишневской (1985), увеличение рекреационных нагрузок в ельниках Московской области вызвало ослабление древостоев: количество ослабленных деревьев увеличилось с $11,3 \pm 2,4\%$ при низкой рекреационной освоенности леса до $23,9 \pm 2,7\%$ при высокой освоенности. Основные повреждения ели – гниль корней и комлевых частей стволов и некрозо-раковые заболевания, степень распространения которых также может служить диагностическим признаком рекреационного давления.

К аналогичным выводам пришел А.В. Лебедев (1981), также работавший в еловых лесах Московской области: им установлено, что в еловых древостоях по мере усиления рекреационной нагрузки возрастает средний балл смоловыделения. Автор обращает внимание на то, что истинная биотическая резистентность ели далеко не всегда соответствует визуальной оценке состояния дерева (кроны и ствола), и рекомендует использовать метод живичного индикатора в сочетании с визуально различимыми признаками. В.Г. Суховольский (1985) предлагает пользоваться для оценки состояния древостоев в рекреационных лесах методом определения диэлектрических параметров прикамбиального комплекса тканей флоэма–камбий–ксилема; с помощью разработанной автором модели можно выявить тип патологических изменений в тканях дерева.

Подрост. Как одну из форм рекреационного воздействия на древостой следует рассматривать влияние рекреации на процесс возобновления древесных пород под пологом леса; повреждая и даже уничтожая всходы и подрост, отдыхающие нарушают естественное воспроизводство древостоев, что будет весьма важным в тот период, когда начнется распад существующего ныне древесного яруса.

Молодые древесные растения в гораздо большей степени, чем взрослые деревья, страдают от уплотнения почвы, и от механических повреждений, а всходы затаптываются. По мере формирования дернины (на последних стадиях рекреационной дигрессии) появление всходов вообще, как правило, становится невозможным. Вот почему в лесах с интенсивной посещаемостью общее количество подроста сокращается, преобладает подрост крупномерный, а сохраняется он в основном в тех местах, которые удалены от стоянок туристов и дорожек; даже в этих случаях значительная часть подроста имеет механические повреждения (Репшас, Палишкис, 1981; Полякова и др., 1981, 1983; Гиршевич, 1979; Крестьяшина, Арно, 1983; и др.). Е.В. Кузьмина (1978) установила, что при повышении плотности верхних слоев почвы (до 15 см), резком снижении ее водопроницаемости и ухудшении структуры создаются неблагоприятные условия для подроста ели, имеющего поверхностную корневую систему. Вначале происходит заглубление корней, позже активные корни отмирают, а основные (крупные) корни загнивают. К выводу о снижении жизненности подроста в березово-еловых лесах Верхневолжья пришли Л.В. Петухова и А.С. Левина (1981). И.В. Таран и В.Н. Спиридонов (1977), характеризуя состояние лесовозобновительного процесса на территории Академгородка под Новосибирском, отмечают, что количество особей главной породы – сосны уменьшается, а количество молодых берез и осин увеличивается благодаря способности этих пород к вегетативному размножению. Но, разумеется, эта способность сохраняется лишь до определенного уровня рекреационных нагрузок.

Следует заметить, что в некоторых типах на начальных стадиях рекреационной дигрессии лесных биогеоценозов происходящие изменения в определенной мере стимулируют возобновительный процесс, поскольку нарушается живой напочвенный покров и подстилка, порой мешающие появлению всходов (Сорокин, 1980, 1983; Поляков, Каплюк, 1982; и др.). Т.В. Малышева (1985) экспериментально доказала, что именно такое следствие для возобновления сосны и ели имеет начальное подавление мохового

покрова там, где он хорошо развит. Однако очень скоро, по мере уплотнения субстрата и более частом механическом повреждении и уничтожении всходов, их численность быстро сокращается.

Многие авторы считают характерными признаками заключительных стадий рекреационной дигрессии практически полное отсутствие благонадежного подроста древесных пород.

Подлесок. Ярус кустарников в рекреационных лесах зачастую выполняет полезную защитную роль, направляя движение отдыхающих по специально предназначенным для этого дорожкам и тропинкам и препятствуя "освоению" всей лесной площади. Вместе с тем заросли кустарников служат убежищами для немалого числа видов и растений, и животных. Это нужно учитывать при организации лесных территорий, предназначенных для отдыха, тем более что и подлесок нуждается в защите от чрезмерного рекреационного давления, как и все прочие компоненты лесных фитоценозов.

Кустарники страдают от уплотнения почвы, от механических повреждений. Цветущие побеги черемухи, рябины, калины нередко обламывают в период цветения, лещину — во время плодоношения и т.д. Опыты по искусственному механическому повреждению кустарников разных пород, проведенные в опытном Серебряноборском лесничестве, позволили наблюдать реакцию их на различные формы повреждений. На поломку или обрубку побегов растение обычно отвечает появлением нескольких новых побегов, возникающих из спящих почек, но если эти повреждения повторяются систематически, то порослевая способность особи постепенно угасает: число появляющихся побегов сокращается, их размеры уменьшаются; спустя несколько лет многие растения погибают.

Расходящиеся в стороны побеги в известной степени сохраняют изначальные свойства почвы под самим кустарником, но постепенно формирующаяся сеть тропинок и возрастающий процент вытоптанной поверхности со временем начинает сказываться и на жизненности кустарников. По мере рекреационной дигрессии лесного сообщества беднеет видовой состав подлеска, уменьшается общее число побегов, снижается проективное покрытие. Состояние этого яруса также служит одним из диагностических признаков нарушенности ценоза.

Травяной покров. Виды растений, образующих живой напочвенный покров в лесу, особенно уязвимы в тех случаях, когда начинает действовать фактор рекреации; именно этим объясняется их использование в качестве индикаторов рекреационной дигрессии лесов, о чем подробно говорилось выше. Растения страдают из-за уплотнения почвы, механических повреждений как наземных, так и подземных органов, обрыва, затоптывания почек возобновления, уничтожения особенно ранимых всходов и ювенильных особей и т.д. Подавляющее большинство типично лесных растений отрицательно реагирует на рекреационное воздействие; преимущество получают виды, способные расти на почвах, плотность которых повысилась и продолжает повышаться по сравнению с исходным состоянием, обладающие достаточно хорошо защищенными почками возобновления, устойчивые к механическому воздействию благодаря особенностям своей морфоструктуры.

В больших масштабах проводятся наблюдения с целью определить антропоустойчивость различных видов; при этом осуществляются разные эксперименты, позволяющие более глубоко и разносторонне вскрыть механизм рекреационного действия на растение и ответной реакции последнего. Наиболее часто применяется метод дозированного вытаптывания (Линник и др., 1978; Сорокин, 1978, 1981; Гладкова, Гладков, 1979; Гладков, Гладкова, 1981; Кузьмина, 1982; Полякова и др., 1981, 1983; и др.). Опубликованный обширный фактический материал позволяет разделить виды растений на группы по степени их антропоустойчивости; эта тема будет рассмотрена подробнее в статье Л.П. Рысина и Г.П. Рысиной (см. настоящий сборник). Пока же заметим, что, помимо эколого-морфологических особенностей самих растений большое значение имеют и условия местообитания, и время года. Установлено, например, что растения, произрастающие на почвах тяжелого механического состава, повреждаются в большей

степени, чем растения на песчаных почвах. Вытаптывание наносит особенно большой ущерб в то время года, когда почва насыщена водой.

✓ Общая тенденция в изменении травяно-кустарничкового яруса в результате рекреационного лесопользования состоит, как уже отмечалось, в постепенной замене типично лесных растений луговыми и сорными видами, обладающими большей антропоотолерантностью, а в отдельных случаях и антропофильностью. Процесс олуговения идет практически во всех типах леса, фактор рекреации становится весьма значимым фактором отбора видов, способных существовать на участках леса с высокими рекреационными нагрузками.

Живой напочвенный покров под влиянием рекреационного пользования меняется в первую очередь; он же быстрее других структурных компонентов лесных фитоценозов начинает меняться (восстанавливаться) после снятия рекреационных нагрузок. Регрессия яруса протекает в более короткие сроки, если дигрессия еще не зашла далеко. Начиная с четвертой стадии для восстановления покрова требуется значительно больше времени — 15–20 лет и более (Будрюнас, 1971). При практически полной деградации лесного травяного покрова (пятая стадия) его восстановление может затянуться на неопределенно долгое время — на десятки лет. Бесконтрольное отношение к отдыху в лесу особенно опасно для редких видов, популяции которых и без того весьма малочисленны. Для их сохранения Г.Г. Кученева и Н.Н. Андропова (1979) предлагают организовать временные резерваты со строго ограничиваемым посещением, а также подсев семян и посадку растений в местах, предназначенных и используемых для отдыха. Однако многолетние опыты на территории Серебряноборского лесничества убедительно показали, что проблема реинтродукции и репатриации видов очень сложна (см. статью Г.П. Рысиной в настоящем сборнике).

Мохово-лишайниковый покров. Как и травяно-кустарничковый ярус, живой напочвенный покров очень четко реагирует на характер и интенсивность рекреационного лесопользования, поэтому его видовой состав и структура обычно включаются в число показателей, характеризующих степень рекреационной нарушенности леса; об этом уже шла речь в первой части статьи, где приводились конкретные примеры.

Сотрудники Лаборатории лесоведения АН СССР провели обстоятельные исследования динамики этого яруса в разных типах леса в связи с рекреационным воздействием, причем особое внимание было обращено на поведение в этих условиях различных видов мхов и лишайников — их реакцию на вытаптывание и способность к восстановлению; с этой целью был проведен ряд экспериментов (Полякова и др., 1981; 1983; Малышева, 1985; и др.). Учитывая то, что полученные результаты в значительной мере уже опубликованы, ограничимся несколькими примерами.

Для подавляющего числа типично лесных видов мхов (*Pleurozium schreberi*, *Climacium dendroides*, *Mnium cinclidioides*, *Polytrichum commune*, *Sphagnum girgensohnii*, *Dicranum polysetum* и др.) небольшие и несистематические нагрузки явного значительного ущерба не приносят, но многократное и интенсивное вытаптывание приводит к резкому сокращению их распространения по площади (отдельные небольшие пятна мхов сохраняются в местах, которые ранее тем или иным путем защищены от вытаптывания). Появляются виды, которые ранее под пологом леса отсутствовали или встречались только изредка. Повреждения особенно значительны на тяжелых суглинках, когда почва насыщена влагой. Здесь же более замедленно проходят процессы демутиации. Меньшая уязвимость характерна для песчаных и супесчаных почв. Слабой устойчивостью к вытаптыванию обладают лишайники, особенно кустистых форм, причем находящиеся в сухом состоянии; будучи насыщены влагой они выносят в 10 раз большие нагрузки. Как уже отмечалось, и среди лишайников происходит замена видов с минимальной антропоотолерантностью на виды, более устойчивые к вытаптыванию. Продолжительность восстановления лишайникового покрова также в первую очередь зависит от степени общей деградации лесного биогеоценоза — и растительности, и почвы.

Дальнейшие исследования в области влияния рекреационного лесопользования на лесную растительность должны проводиться с учетом того, что уже сделано (чтобы избе-

жать ненужных "повторов" и в сборе фактического материала, и в его анализе). С нашей точки зрения, весьма целесообразной были бы подготовка и публикация двух сводок: одной — по типам леса, другой — по отдельным видам растений. К настоящему времени в разных изданиях опубликованы более или менее подробно изложенные схемы стадий рекреационной дигрессии различных типов лесных биогеоценозов; следовало бы объединить их в работе монографического характера, которая одновременно служила и итогом, и платформой для дальнейших исследований в этом направлении. Аналогичное значение будет иметь монографическое обобщение результатов исследований антропоустойчивости отдельных видов растений, в том числе и их отношения к фактору рекреации. Решение этих задач представляет не только большой научный интерес, но и важно для практики лесного хозяйства и зеленого строительства, для совершенствования лесоводственного обоснования рационального рекреационного использования лесных ресурсов, для правильного определения рекреационной емкости лесных территорий, для повышения устойчивости насаждений.

ЛИТЕРАТУРА

- Амиров Ф.А. Рекреационное использование лесов Азербайджанской ССР и пути повышения их устойчивости // Тез. докл. Всесоюз. совещ. "Современные проблемы рекреационного лесопользования". М., 1985. С. 6–7.
- Амиров Ф.А., Газанфарова В.Г. Влияние рекреации на состояние лесных экосистем // Там же. С. 70–71.
- Байдери В.В. О влиянии зимней рекреации на почву и растительность склонов в окрестностях Казани // Экология. 1978, № 1. С. 93–97.
- Балашова С.С. Изменение растительности сложных боров под влиянием человека // Лесоводственные исследования в Серебряноборском опытном лесничестве. М.: Наука, 1973. С. 21–35.
- Балодис В.А., Раманс К.К. Методический подход к определению антропоустойчивости гетерогенности древостоя // Антропоустойчивость наземных биоценозов и прикладная экология. Таллин, 1977. С. 117–119.
- Беллева Н.М. Об охране рекреационной зоны г. Читы // Зап. Забайкал. фил. Геогр. о-ва СССР. 1979. № 106. С. 121–122.
- Берошвили В.Г., Хараишвили И.Г. Влияние рекреационной нагрузки на буковые ценозы в зеленой зоне г. Тбилиси–Рустави // Вопросы адаптации и народно-хозяйственного значения интродуцированных и местных растений: Тез. докл. Тбилиси, 1980. С. 97–99.
- Бибикова В.Ф., Бибиков Ю.А., Акулич Т.В. Рекреационная дигрессия фитоценозов Заславльско-го лесопарка // Лесоведение и лесн. хоз-во. Минск, 1979. № 14. С. 122–127.
- Бондарь В.И. Рекреация и текущий прирост дубовых древостоев // Лесоводство и агролесомелиорация. Киев, 1981. № 59. С. 57–61.
- Бондарь В.И. Изменение корненошенности лиственных древесных пород в рекреационных насаждениях // Там же. 1982. № 62. С. 16–19.
- Будрюнас А.Р. Антропогенная дигрессия лесов в густонаселенных районах // Вопросы охраны ботанических объектов. М.: Наука, 1971. С. 48–53.
- Вишневецкая И.Г. Влияние рекреации на состояние ельников в Московской области // Тез. докл. Всесоюз. совещ. "Современные проблемы рекреационного лесопользования". М., 1985. С. 78–79.
- Воробьев А.И., Внучков В.Т., Шуаков С.У. Рекреационное использование лесов Казахстана // Вопросы рекреационного использования леса: Тез. докл. Салапитил, 1984. С. 45–46.
- Гальперин М.И. Динамика древостоев пригородных ландшафтов // Изв. вузов. Лесн. журн. 1980. № 3. С. 16–20.
- Гиршевич Е.И. Влияние рекреации на почву и растительность в горах Западного Тянь-Шаня // Материалы республиканской школы-семинара ученых и специалистов по проблеме повышения эффективности с.-х. пр-ва. Ташкент, 1979. С. 29–32.
- Гладков В.П. Влияние массового воскресного отдыха на растительность и почвы пригородных лесов в Коми АССР // Тр. Коми фил. АН СССР. 1982. № 50. С. 31–44.
- Гладков В.П., Гладкова И.Г. Рекреационная устойчивость биогеоценозов средней тайги // Биологические проблемы Севера. 9-й симпоз.: Тез. докл. Сыктывкар, 1981. Ч. 2. С. 174.
- Гладкова И.Г., Гладков В.П. Моделирование рекреационных нагрузок и определение устойчивости биогеоценозов средней тайги // Экспериментальная биогеоценология и агроценозы. М.: Наука, 1979. С. 43–44.
- Гольцев А.Ф. Влияние рекреации на травяно-кустарничковый ярус в буковых насаждениях // Лесн. хоз-во. 1982. № 6. С. 61–62.
- Горшенин Н.М., Бондаренко В.Д., Делеган И.В., Креницкий Г.Т. Экспериментальные исследова-

ния влияния рекреационной нагрузки на компоненты лесного биогеоценоза // Тез. докл. Всесоюз. совещ. "Экспериментальная биогеоценология и агроценозы". М., 1979. С. 48–50.

Григорьев В.П., Моисеева Н.А. Влияние комплекса городских условий на рост сосновых насаждений // Лесоведение. 1979. № 1. С. 40–44.

Данилов М.Д. За сохранность и улучшение состояния лесных насаждений в зонах массового отдыха // Охрана родной природы. Йошкар-Ола, 1977. С. 112–122.

Дидух Я.П. Диагностика рекреационных изменений лесной растительности различных уровней ее организации // Тез. докл. Всесоюз. совещ. "Современные проблемы рекреационного лесопользования". М., 1985. С. 86–87.

Дыренков С.А. Изменения лесных биогеоценозов под влиянием рекреационных нагрузок и возможности их регулирования // Рекреационное лесопользование в СССР. М.: Наука, 1983. С. 20–34.

Дыренков С.А., Савицкая С.Н. Выделение основной стадии рекреационной деградации пригородных лесов // Тез. докл. 3-й Всесоюз. конф. по дендроклиматологии. Архангельск, 1978. С. 163–164.

Жижин М.П., Зеленский М.Н. Зміни грабово-дубових сосняків (Pinetum carpinoso-quercetosum) Розточчя Малого Полісся під впливом рекреаційних навантажень // Укр. ботан. журн. 1975. Т. 32, № 5. С. 639–644.

Жижин Н.П., Зеленский Н.Н. Критерии и индикаторы устойчивости лесов УССР к рекреационным нагрузкам // Тез. докл. Всесоюз. совещ. "Современные проблемы рекреационного лесопользования". М., 1985. С. 92–93.

Журавков А.Ф. Основы ведения хозяйства в лесах зеленых зон прибрежных городов (Южное Приморье). Новосибирск: Наука, 1974. 167 с.

Журавков А.Ф., Добрынин А.П. Реакция древостоев дуба монгольского на интенсивные рекреационные нагрузки // Тез. докл. Всесоюз. совещ. "Современные проблемы рекреационного лесопользования". М., 1985. С. 95–97.

Забросаев Н.С. Влияние антропогенных и природных факторов на дубравы Молдавии и особенности ведения хозяйства в рекреационных лесах // Рекреационное лесопользование в СССР. М.: Наука, 1983. С. 68–80.

Зайцева Г.А., Михайлов К.Е. Влияние рекреационного использования леса на состояние древостоя // Влияние массового туризма на биоценозы леса. М.: Изд-во МГУ, 1978. С. 48–54.

Зеленский Н.Н. Опыт определения основных стадий рекреационной дигрессии курортных лесов Прикарпатья // Экспериментальная биогеоценология и агроценозы: Тез. докл. М., 1979. С. 50–52.

Зеленский Н.Н., Жижин Н.П. Изменение лесов Прикарпатья под влиянием рекреационных нагрузок // Повышение эффективности лесхоз. производства на основе достижений науки. Иваново-Франковск, 1974. С. 89–92.

Зеленский Н.Н., Жижин Н.П. Об изменении подроста под влиянием рекреационных нагрузок // Изв. вузов. Лесн. журн. 1975. № 4. С. 34–36.

Зеленский Н.Н., Жижин Н.П. Связь прироста древостоя с изменением плотности почвы в рекреационных лесах // Тез. докл. 3-й Всесоюз. конф. по дендроклиматологии. Архангельск, 1978. С. 166.

Зеликов В.Д., Пшоннова В.Г. Влияние уплотнения почвы на насаждения в лесопарках // Лесн. хоз-во, 1961. № 12. С. 34–37.

Иванов В.С. Влияние рекреационных нагрузок на радиальный прирост сосны // Там же. 1983. № 8. С. 45–47.

Иванова С.С., Полякова Г.А. Изменение надземной фитомассы травяно-кустарничкового яруса сложных боров под влиянием деятельности человека // Лесоведение. 1973. № 4. С. 70–76.

Казанкин А.П. Изучение устойчивости к рекреации горных лесов на Северном Кавказе // Вопросы рекреационного использования леса: Тез. докл. Саласпилс, 1984. С. 40–42.

Казанская Н.С. Изучение рекреационной дигрессии естественных группировок растительности // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1972. № 1. С. 52–57.

Казанская Н.С. К вопросу об индикации лесных сообществ, изменившихся в результате рекреационного использования // Биогеографические основы индикации природных процессов. М., 1975. С. 90–92.

Казанская Н.С. Моделирование биоценологических комплексов, устойчивых в условиях высокого рекреационного пресса // Тез. докл. Всесоюз. совещ. "Экспериментальная биогеоценология и агроценозы". М., 1979. С. 52–53.

Казанская Н.С. Изменение экосистем под воздействием рекреации // Социально-экономические и географические аспекты исследования территории рекреационных систем. М., 1980. С. 94–105.

Казанская Н.С., КаламкарOVA О.А. Изменение сложных ельников под влиянием туристского (рекреационного) использования // Биогеография. М., 1970. Вып. 4. С. 9–10.

Казанская Н.С., КаламкарOVA О.А. Изменения некоторых типов леса лесопаркового пояса г. Москвы под влиянием рекреационного использования // Сборник работ МЛТИ. М., 1971. Вып. 34. С. 107–116.

Казанская Н.С., КаламкарOVA О.А. Опыт изучения лесов под влиянием рекреационного использования // Географические проблемы организации туризма и отдыха. М., 1975. Вып. 2. С. 60–68.

Казанская Н.С., Ланина В.В. Методика изучения влияния рекреационных нагрузок на древесные

насаждения лесопаркового пояса г. Москвы в связи с вопросами организации территорий массового отдыха и туризма. М.: Ин-т географии АН СССР, 1975. 65 с.

Казанская Н.С., Ланина В.В. Научные основы охраны природы в рекреационных лесах Подмосковья // Охрана природы и рациональное использование природных ресурсов Московской обл. М., 1977. С. 31–35.

Казанская Н.С., Ланина В.В., Марфенин Н.Н. Рекреационные леса. М.: Лесн. пром-сть, 1977. 96 с.

Карписонова Р.А. Изменения в растительном покрове Останкинской дубравы // Бюл. ГБС АН СССР. 1962. Вып. 46. С. 74–79.

Карписонова Р.А. Широколиственные парки Москвы и их состояние // Там же. 1965. Вып. 58. С. 41–46.

Карписонова Р.А. Дубравы лесопарковой зоны г. Москвы. М.: Наука, 1967. 103 с.

Козобородов А.С., Львов П.Н., Усова Д.А. Характер воздействия рекреационных нагрузок в некоторых типах леса северной подзоны тайги // Тез. докл. Всесоюз. совещ. "Современные проблемы рекреационного лесопользования". М., 1985. С. 100–101.

Корнев В.П., Орловский Г.М., Остроумов Г.М. Изменение биогеноценозов под влиянием хозяйственных и рекреационных нагрузок // Экология и защита леса. 1981. № 6. С. 36–39.

Косташинов К.Г. Изучавне влияния на рекреационната дейност върху някой типове дъбови гори по Черноморското крайбрежие // Горскостоп. наука. 1979. Т. 16, № 2. С. 46–53.

Кочановский С.Б. Влияние водно-воздушного режима почв на состояние некоторых древесных декоративных растений в условиях городского озеленения: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Минск, 1964. 24 с.

Крестьяшина Л.В., Арно Г.И. Естественное возобновление в рекреационных лесах и пути его улучшения // Лесн. хоз-во. 1983. № 8. С. 54–56.

Кузьмина Г.П. Рекреационная депрессия фитоценозов и пути и методы ее предотвращения // Биологические проблемы Севера. 9-й симпозиум. Тез. докл. Сыктывкар. Ч. 2. 1981. С. 192.

Кузьмина Г.П. Влияние рекреации на сосновые леса зеленой зоны г. Красноярск: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Красноярск, 1982. 25 с.

Кузьмина Г.П., Шугалей Л.С., Яшихин Г.И. Влияние рекреационных нагрузок на березняки Назаровской котловины // Географические проблемы формирования ТПК Восточной Сибири. Иркутск, 1982. С. 101–102.

Кузьмина Е.В. Изменение корневой системы подростка ели под влиянием рекреационного уплотнения почвы // Влияние массового туризма на биоценозы леса. М., 1978. С. 44–48.

Кученева Г.Г., Андропова Н.Н. Возобновление некоторых видов охраняемой флоры в рекреационных зонах // Экология растений южной тайги. Калинин, 1979. С. 87–89.

Кучерявый В.А. Зеленая зона города. Киев: Наук. думка, 1981. 248 с.

Кучерявый В.А., Христюк Ю.С., Панчишин О.В., Шукель И.В. Пути оптимизации состава и структуры лесных фитоценозов комплексной зеленой зоны города // Тез. докл. Всесоюз. совещ. "Современные проблемы рекреационного лесопользования". М., 1985. С. 170–171.

Кучко А.А. Рекреационное использование лесов в Карелии // Вопросы рекреационного использования леса: Тез. докл. Саласпиле, 1984. С. 29–30.

Лазукова Г.Г., Лопатина Е.Б. Устойчивость ландшафтов Валдая при их рекреационном использовании // Вестн. МГУ. Сер. 5, География. 1978. № 3. С. 89–95.

Лалетин А.П. Рекреационная устойчивость типов леса мемориального лесопарка "Шушенский бор" // Тез. докл. Всесоюз. совещ. "Современные проблемы рекреационного лесопользования". М., 1985. С. 103–104.

Ланина В.В. Пути рекреационного использования лесных территорий лесопарка защитного пояса города Москвы // Лесн. хоз-во. 1982. № 2. С. 51–54.

Лебедев А.В. Резистентность ели европейской в различных условиях рекреационной нагрузки // Изв. вузов. Лесн. журн. 1981. № 1. С. 27–31.

Левина А.С., Петухова Л.В. Влияние антропогенного воздействия на характер растительности сосняков // Комплексное изучение и рациональное использование природных ресурсов: Тез. докл. Всесоюз. совещ. Калинин, 1980. С. 120–121.

Лиена И.Я. Оценка реакции древостоя как основного критерия антропогенного воздействия // Антропогенная устойчивость наземных биоценозов и прикладная экология. Таллин, 1977. С. 114–166.

Лиена И.Я., Мауринь А.М., Раманс К.К. Опыт эколого-прогностической оценки рекреационных лесов // Там же. С. 96–98.

Линник В.Г., Горбачевская Н.Л., Зубкова Т.А., Макаренко С.Л., Мищенко А.А., Сощина И.И., Трекова Н.А. Результаты экспериментального исследования влияния вытаптывания на травяной покров и почву // Влияние массового туризма на биоценозы леса. М., 1978. С. 17–35.

Малышева Т.В. Реакция мохового покрова на возрастание рекреационной нагрузки в лесах Подмосковья // Пути повышения эффективности с.-х. производства Московской области. М., 1975. С. 128–130.

Малышева Т.В. Экспериментальные исследования влияния мохового покрова на возобновление сосны и ели в рекреационных лесах // Тез. докл. Всесоюз. совещ. "Современные проблемы рекреационного лесопользования". М., 1985. С. 108–109.

- Мальшева Т.В., Полякова Г.А.* Запретить рекреационное использование лишайниковых боров // Лесн. хоз-во, 1977. № 10. С. 77–78.
- Маргус М.М.* Рекреационное использование лесов Эстонской ССР // Многоцелевое лесопользование. Каунас, 1976. С. 65–67.
- Маргус М.М.* Рекреативное использование лесов Эстонской ССР и их устойчивость к выпатыванию // Антропополютерантность наземных биоценозов и прикладная экология. Таллин, 1977. С. 123–126.
- Маргус М.М.* Научные основы рационального использования и охраны рекреационных лесов Эстонской ССР // Рекреационное лесопользование в СССР. М.: Наука, 1983. С. 35–43.
- Меллума А.Ж.* Результаты и перспективы исследований по проблеме рекреационного использования природы в Латвийской ССР // Там же. С. 55–67.
- Мурзаева М.К., Николин А.А.* Динамика лесопарковых ландшафтов под влиянием рекреационных нагрузок // Проблемы организации и ведения лесного и лесопаркового хозяйства в пригородных зонах: Тез. докл. Свердловск, 1981. С. 70–71.
- Надеждина Е.С.* Рекреационная дигрессия лесных биогеоценозов // Влияние массового туризма на биоценозы леса. М.: Изд-во МГУ, 1978. С. 35–44.
- Нарежный В.П., Писачкин В.А.* Ландшафтная характеристика и вопросы рационального использования лесопарковой зоны города Саранска // Проблемы природных и экономических ресурсов. Саранск, 1976. С. 51–54.
- Николин А.А.* Изменение лесопарковых ландшафтов под влиянием человека // Леса Урала и хозяйство в них. Свердловск, 1975. Вып. 8. С. 227–234.
- Николин А.А.* К методике оценки рекреационной дигрессии пригородных лесов // Там же. 1977. Вып. 10. С. 109–115.
- Николин А.А., Мурзаева М.К.* Влияние рекреационных нагрузок на состояние пригородных насаждений // Лесная таксация и лесоустройство. Красноярск, 1981а. С. 18–23.
- Николин А.А., Мурзаева М.К.* Изменение экологических показателей лесных биогеоценозов под влиянием человека // Экология и защита леса. 1981б. № 6. С. 27–32.
- Орлов В.А.* Влияние антропогенных преобразований липово-дубовых лесов на повреждающих листву дуба насекомых // 4-я Всесоюз. зоогеогр. конф. М., 1979. С. 217–219.
- Палишкис Э.Э.* Биодиагностика состояния лесных фитоценозов под влиянием рекреационного лесопользования разной интенсивности // Тез. докл. Всесоюз. совещ. "Современные проблемы рекреационного лесопользования". М., 1985. С. 119–120.
- Пастернак П.С., Ромашов Н.В.* Рекреационное использование равнинных лесов УССР // Тез. докл. Всесоюз. совещ. "Современные проблемы рекреационного лесопользования". М., 1985. С. 34–35.
- Петухова Л.В., Левина А.С.* Процессы изменения растительности сосняков в условиях рекреации // Изучение динамических процессов в геосистемах. М., 1980. С. 63–72.
- Петухова Л.В., Левина А.С.* Некоторые особенности возобновления дуба в условиях рекреации // Вопросы оптимизации растительного покрова Верхневолжья. Калинин, 1981. С. 59–64.
- Половников Л.Н., Пешко В.* Структура соснового сообщества и ее изменение под влиянием рекреационной нагрузки // Лесное хозяйство, лесная, бумажная и деревообрабатывающая промышленность. Киев, 1980. Вып. 11. С. 26–29.
- Поляков А.Ф.* Влияние рекреационных нагрузок на водорегулирующую роль сосновых лесов горного Крыма // Лесоведение. 1980. № 5. С. 37–43.
- Поляков А.Ф., Каплюк Л.Ф.* Влияние рекреационных воздействий на состояние почвы и почвенного покрова в лесных насаждениях горного Крыма // Лесоводство и агролесомелиорация. Киев, 1982. Вып. 62. С. 8–12.
- Поляков А.Ф., Каплюк Л.Ф., Савич Е.И., Рудь А.Г.* Рекреационное лесопользование в горном Крыму // Рекреационное лесопользование в СССР. М.: Наука, 1983. С. 95–102.
- Полякова Г.А.* Влияние рекреационной нагрузки на травяно-кустарничковый покров сосняков Подмосквы // Пути повышения эффективности с.-х. производства Московской обл. М., 1975. С. 122–123.
- Полякова Г.А.* Рекреация и деградация лесных биогеоценозов // Лесоведение. 1979. № 3. С. 70–80.
- Полякова Г.А.* Деградация сосняков Подмосквы под влиянием рекреации // Там же. 1980. № 5. С. 62–69.
- Полякова Г.А., Мальшева Т.В., Флеров В.А.* Антропогенное влияние на сосновые леса Подмосквы. М.: Наука, 1981. 144 с.
- Полякова Г.А., Мальшева Т.В., Флеров А.А.* Антропогенные изменения широколиственных лесов Подмосквы. М.: Наука, 1983. 118 с.
- Пристуна Г.К.* Влияние рекреационной дигрессии на продуктивность лесов зоны Кременчугского водохранилища // Лесоводство и агролесомелиорация. Киев: Урожай, 1977. Вып. 49. С. 68–73.
- Прохоров В.П.* Влияние высоких рекреационных нагрузок на радиальный прирост сосны Карельского перешейка // Изв. вузов. Лесн. журн. 1977а. № 4. С. 153–155.
- Прохоров В.П.* О характере изменения средневозрастных сосняков Карельского перешейка под влиянием рекреационных нагрузок // Лесоводство, лесные культуры и почвоведение. Л., 1977б. Вып. 6. С. 27–30.

Раману В.С., Бібікава В.Ф., Ражкоу Л.М., Бібікау Ю.А. Рэкрэацыйныя парашэнні лясных фітоцэнозаў: (На прыкладзе Мінскага леспаркгаса) // *Весці АН БССР. Сер. біял. навук.* 1981. № 1. С. 27–30.

Репиас Э.А. Охрана и восстановление растительного покрова в рекреационных лесах Литовской ССР // *Охрана и восстановление растительного покрова.* Тарту, 1978. С. 70–73.

Репиас Э.А. Устройство и охрана в рекреационных территориях // *Формирование растительного покрова при оптимизации ландшафта.* Вильнюс, 1979. С. 83–87.

Репиас Э.А. Особенности дигрессии и регрессии рекреационных лесов Литовской ССР // *Рекреационное лесопользование в СССР.* М.: Наука, 1983. С. 44–55.

Репиас Э.А., Палишкис Е. Влияние рекреации на состояние лесных фитоценозов // *Тр. Лит. НИИЛХ.* 1981. Т. 20. С. 170–176.

Рожков Л.Н., Романов В.С. Сосняки мшистые в условиях массового рекреационного воздействия // *Лесоведение и лесн. хоз-во.* 1979. № 14. С. 3–8.

Романов В.С., Рожков Л.Н. О рекреационных лесах // *Лесн. хоз-во.* 1975. № 9. С. 27–30.

Романько В.С. Оценка интенсивности рекреационного воздействия на прибрежные леса Рузского водохранилища // *Сборник науч. тр. Центр. лаб. охраны природы.* 1976. Вып. 4. С. 176–182.

Романько В.С. К вопросу о рекреационном использовании прибрежных лесов Рузского водохранилища // *Охрана природы и рациональное использование природных ресурсов Московской области.* М., 1977. С. 88–91.

Романько В.С. Рекреационная дигрессия растительности прибрежных лесов Рузского водохранилища // *Изменения природной среды в связи с деятельностью человека.* М., 1978. С. 74–82.

Россомахин В.И. Изменение лесной среды под воздействием рекреационного использования // *Лесхоз. информ.* 1977. № 10.

Россомахин В.И., Кузнецов А.Н., Кондратович И.П. О посещаемости пригородных лесов Ленинграда // *Сб. науч. тр. ЛенНИИЛХ.* 1975. Вып. 22. С. 141–151.

Рудь А.Г. Состояние дубовых рекреационных лесов горного Крыма // *Тез. докл. Всесоюз. совещ. "Современные проблемы рекреационного лесопользования".* М., 1985. С. 42–43.

Рысин Л.П. Пригородные леса и проблема их рационального использования // *Лесн. хоз-во.* 1976. № 4. С. 65–67.

Рысин Л.П. Рекреационные леса и проблема оптимизации рекреационного лесопользования // *Рекреационное лесопользование в СССР.* М.: Наука, 1983а. С. 5–20.

Рысин Л.П. Проблема оптимизации рекреационного лесопользования // *Лесн. хоз-во.* 1983б. № 3. С. 59–62.

Рысин Л.П. Оптимизация состава и структуры лесов рекреационного назначения на типологической основе // *Вопросы рекреационного использования лесов.* Саласпилс, 1984. С. 18–21.

Савицкая С.Н. Применение дендрохронологического метода при изучении стадий дигрессии рекреационных лесов // *Лесоустройство, таксация и аэрометоды.* Л., 1978а. С. 161–163.

Савицкая С.Н. О рекреационной деградации пригородных лесов // *Ботан. журн.* 1978б. Т. 63. № 12. С. 1710–1720.

Савич Е.И. Основные принципы формирования рекреационных насаждений в Крыму // *Тез. докл. Всесоюз. совещ. "Современные проблемы рекреационного лесопользования".* М., 1985. С. 201–202.

Салихова Ф.В. Влияние рекреационной деятельности человека на природные условия пригородной зоны г.Казани // *Учен. зап. Казан. пед. ин-та.* 1977. Вып. 174. С. 34–40.

Сапожников А.П. Рекреационное лесопользование в восточной части зоны БАМ // *Рекреационное лесопользование в СССР.* М.: Наука, 1983. С. 112–124.

Сапожников А.П. Региональные особенности рекреационного использования лесов на Дальнем Востоке // *Вопросы рекреационного использования лесов.* Саласпилс, 1984. С. 46–49.

Селедец В.П. Рекреационная дигрессия травяного покрова чернопихтарников Южного Приморья // *Природная флора Дальнего Востока.* Владивосток, 1977. С. 62–80.

Селедец В.П. Антропогенная динамика травяного покрова дубняков лесопарка Владивостока // *Актуальные вопросы охраны природы на Дальнем Востоке.* Владивосток, 1978. С. 38–43.

Синкявичене З. Воздействие рекреации на видовой состав сосняка // *Формирование растительного покрова при оптимизации ландшафта.* Вильнюс, 1979. С. 132–133.

Смазлюк К.К., Середин В.И., Пиликин А.И., Парпан В.И. Исследование рекреационного лесопользования в Карпатах // *Рекреационное лесопользование в СССР.* М.: Наука, 1983. С. 81–94.

Солнцев Г.К., Король Л.Г., Коркешко А.А., Харитоненко Б.Я., Ширяева Н.В. Рекреационное использование лесов Черноморского побережья // *Тез. докл. Всесоюз. совещ. "Современные проблемы рекреационного лесопользования".* М., 1985. С. 50–51.

Сорокин А.С. Влияние рекреационного выпалтывания на травяно-кустарничковый покров сосняка чернично-брусничного // *Экология и физиология растений.* Калинин, 1978. С. 35–40.

Сорокин А.С. Возможности естественного возобновления сосны на туристских стоянках // *Комплексное изучение и рациональное использование природных ресурсов.* Калинин, 1980. С. 170–171.

Сорокин А.С. Рекреационная дигрессия бруснично-черничных сосняков Приселитерья: Автореф. дис... канд. биол. наук. М., 1981, 20 с.

Сорокин А.С. Возможность естественного возобновления сосны в зависимости от интенсивности и вида рекреационного воздействия // Взаимоотношения компонентов биогеоценозов в южно-таежных ландшафтах. Калинин: Калинин. ун-т, 1983. С. 46–50.

Спирidonов В.Н. Отношение сосны, березы и осины к уплотнению почвы // Изв. СО АН СССР. Сер. биол. наук. 1973. Вып. 2, № 10. С. 160–162.

Спирidonов В.Н. Влияние уплотнения почвы на прирост деревьев в лесопарках Новосибирского научного центра // Там же. 1975. Вып. 2, № 10. С. 3–8.

Стороженко В.Г. Грибные болезни в рекреационных лесах // Тез. докл. Всесоюз. совещ. "Современные проблемы рекреационного лесопользования". М., 1985. С. 133–134.

Суна Ж.Ю. Реставрация лесов отдыха, пострадавших от антропогенного воздействия // Охрана примечательных природных объектов в Латв ССР. Рига: Зинатне, 1975. С. 100–114.

Суховольский В.Г. Экспресс-индикация состояния древостоев в лесах рекреационного пользования // Тез. докл. Всесоюз. совещ. "Современные проблемы рекреационного лесопользования". М., 1985. С. 135–136.

Таран И.В., Спирidonов В.Н. Устойчивость рекреационных лесов. Новосибирск: Наука, 1977. 179 с.

Таран И.В., Спирidonов В.Н., Бакулин В.Т. Особенности роста корней сосны и березы на искусственно уплотненных почвах в лесопарках Новосибирского научного центра // Растительные богатства Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск: Наука, 1976. С. 113–122.

Таран И.В., Спирidonов В.Н., Кормачева Т.Н., Агапова А.М. Устойчивость рекреационных объектов Новосибирского научного центра // Интродукция растений в Сибири. Новосибирск: Наука, 1977. с. 128–148.

Туткенс Я.Э. Некоторые результаты восстановления рекреационных лесов у г. Юрмала // Тез. докл. Всесоюз. совещ. "Современные проблемы рекреационного лесопользования". М., 1985. С. 212–213.

Урушадзе Т.Ф., Махатадзе Л.Б., Берошвили В.Г., Хараишвили И.Г., Гицаури Д.Г. Влияние рекреационных нагрузок на леса зеленой зоны Тбилиси и Рустави // Рекреационное лесопользование в СССР. М.: Наука, 1983. С. 103–111.

Фальковский П.К. Исследования влияния пастбы скота на физические свойства дубравной почвы в Тростянецком опытном лесничестве // Тр. по лесн. опыт. делу Украины. 1928. Вып. 8. С. 155–177.

Фальковский П.К. Исследование влияния пастбы скота в дубравах Тростянецкого лесничества на рост и производительность леса // Там же. 1929. Вып. 12. С. 3–78.

Цареградская С.Ю. Динамика основных компонентов лесных биогеоценозов под влиянием рекреации // Лесн. хоз-во. 1982. № 2. С. 59–61.

Шугалей Л.С., Яшихин Г.И., Кузьмина Г.П. Влияние рекреационных нагрузок на лесные биогеоценозы КАТЭКа // Тез. докл. Всесоюз. совещ. "Современные проблемы рекреационного лесопользования". М., 1985. С. 140–141.

Эмис И.В. Экспериментальный подход к изучению толерантности травяно-мохового покрова к рекреационным нагрузкам // Растительный мир охраняемых территорий. Рига: Зинатне, 1978. С. 150–156.

Юркевич И.Д., Голод Д.С., Красовский Е.Д. Влияние рекреационного лесопользования на состояние и динамику некоторых компонентов бассейна оз. Нарочь // Тез. докл. Всесоюз. совещ. "Современные проблемы рекреационного лесопользования". М., 1985. С. 144–145.

Bogucki D.J., Malanchuk J.L., Schenk Th.E. Impact of shortterm camping on ground-level vegetation // J. Soil and Water Conserv. 1975. Vol. 30, N 5. P. 231–232.

Brush R.O. The attractiveness of woodlands: perceptions of forest landowners in Massachusetts // Forest Sci. 1979. Vol. 25, N 3. P. 495–506.

Douglass R.W. Forest recreation. N.Y. etc.: Pergamon press, 1982. 326 p.

Fischer W. Vegetationskundliche Aspekte der Ruderalisation von Waldstandorten im Berliner Gebiet // Arch. Naturschutz und Landschaftsforsch. 1975. Bd. 15, N 1. S. 21–32.

Frissell S.S. Judging recreation impacts on wilderness campsites // J. Forest. 1978. Vol. 76, N 6. P. 481–483.

Hickler M.G., Bratton S.P. Patterns of soil erosion and vegetation damage associated with trails and campsites in Great Smoky Mountains National Park // Proc. 1st Conf. Sci. Res. Nat. Parks, 1976. Wash. (D.C.), 1979. Vol. 2. P. 1261–1266.

Hill A.R. Ecosystem stability in relation to stresses caused by human activities // Canad. Geogr. 1975. Vol. 19, N 3. P. 206–220.

James T.D.W., Smith D.W., Mackintosh E.E., Hoffman M.K., Monti P. Effects of camping recreation on soil, jack pine and understory vegetation in a Northwestern Ontario park // Forest Sci. 1979. Vol. 25, N 2. P. 333–349.

Kellomäki S. Deterioration of forest ground cover during trampling // Silva fenn. 1977. Vol. 11, N 3. P. 153–161.

Knudson D.M., Curry E.B. Campers' perceptions of site deterioration and crowding // J. Forest. 1981. Vol. 79, N 2. P. 92–94.

Liddle M.J. A selective review of the ecological effects of human trampling on natural ecosystems // Biol. Conserv. 1975 a. Vol. 7, N 1. P. 17–36.

Liddle M.J. A theoretical relationship between the primary productivity of vegetation and its ability to tolerate trampling // Ibid. 1975b. Vol. 8, N 4. P. 251–255.

Nylund L., Nylund M., Kellomäki S., Haapanen A. Radial growth of Scots pine at some camping sites in Southern Finland // Silva fenn. 1980. Vol. 14, N 1. P. 1–13.

Somšák L., Kubiček F., Haberova I., Majzlánová E. The influence of tourism upon the vegetation of the Hight Tatras // Biológia (CSSR). 1979. Vol. 34, N 7. P. 571–582.

Young R.A. Camping intensity effects on vegetative ground cover in Illinois campgrounds // J. Soil and Water Conserv. 1978. Vol. 33, N 1. P. 36–39.

УДК 630*182.47

Г.П. Рысина, Л.П. Рысин

ОЦЕНКА АНТРОПОТОЛЕРАНТНОСТИ ЛЕСНЫХ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ

Изменение флористического состава и структуры лесных сообществ является неизбежным следствием рекреационного воздействия на лесные биогеоценозы. Одни виды растений исчезают сравнительно быстро даже при сравнительно небольших нагрузках, другие оказываются более выносливыми и дольше удерживаются в составе травяного покрова, для третьих происходящие изменения фитосреды оказываются до известных пределов благоприятными. К настоящему времени отечественная и зарубежная литература насчитывает немало публикаций, авторы которых визуальными и экспериментальными методами изучали влияние вытаптывания и прочих форм рекреационного воздействия на поведение и состояние растений разных видов (Таран, Спиридонов, 1977; и др.). Частичный обзор таких работ дан Г.А. Поляковой, Т.В. Малышевой, А.А. Флеровым (1981, 1983), которые, в свою очередь, в течение ряда лет проводили такого рода исследования в лесах Подмоскovie, применяя дозированные рекреационные нагрузки, позволяющие количественно оценить реакцию отдельных видов на вытаптывание. Одновременно определялась степень уплотнения почвы на разном расстоянии от ее поверхности. Исследования проводились в различных типах леса и в разных условиях местообитания. Этот метод применяется и зарубежными исследователями. Следует, однако, иметь в виду, что таким путем мы получаем интегральный итог, отражающий реакцию растений и на механические повреждения особей (вплоть до их полного уничтожения), и на уплотнение верхних горизонтов почвы, в пределах которых находится основная масса корневых систем растений. Нет сомнения в том, что наши представления о реакции растений на рекреационное воздействие будут более обстоятельными, если наблюдения над состоянием наземных органов дополнить детальным изучением морфоструктуры корневых систем и ее изменчивости в различных почвенных условиях, в том числе и на участках, испытывающих усиленное рекреационное воздействие, где более или менее существенно меняются и физические, и химические свойства почв (см. ниже статью В.А. Бганцовой и Л.А. Соколова). Эти наблюдения дают ответы на многие вопросы и позволяют оценивать рекреационную реакцию растений более дифференцированно. Располагая данными о морфоструктуре корневых систем примерно 300 видов растений, а также используя имеющуюся информацию о поведении растений в лесах, являющихся местами отдыха, мы сделали попытку составить сводную таблицу, в которой для большого числа видов, встречающихся в центральной части Русской равнины, приведены показатели их реакции на различные формы рекреационного воздействия: на уплотнение почвы, механические повреждения, обрывание побегов. В каждом случае выделяются четыре степени действия фактора, и мы полагаем, что такой уровень дифференциации пока можно считать достаточным. На основании приведенных показателей появляется возможность

построить шкалы рекреационной толерантности видов растений, пользуясь которыми можно прогнозировать повреждаемость растительности нижних ярусов в случае действия рекреационных нагрузок с учетом их предполагаемой или реальной интенсивности.

Мы давно уже располагаем рядом шкал, позволяющих по флористическому составу растительности оценивать условия среды: влажность почвы, ее реакцию, обеспеченность элементами питания и т.д. — и на этой основе определять экологические параметры конкретных местообитаний. Разработка шкалы антропо толерантности видов растений может стать важным дополнением шкал экологических.

В предыдущем разделе уже отмечалось, что уплотнение почвы действует в первую очередь через изменение условий жизнедеятельности корневых систем растений. Влияние этого фактора может иметь различные аспекты: изменение порозности и водопроницаемости почвенных горизонтов, увеличение плотности и т.д. Например, И.В. Таран и В.Н. Спиридонов (1977) подразделяют растения по их устойчивости к уплотнению на три группы: малоустойчивые, относительно устойчивые и устойчивые, имея в виду опять-таки интегральный (конечный) результат этого воздействия. Но мы далеко не всегда готовы ответить на вопрос, какая именно сторона рекреационного изменения почвенных условий имеет в том или ином случае первостепенное значение. К тому же для целого ряда видов растений, не являющихся собственно лесными, вытаптывание и связанное с ним уплотнение почвы могут быть в течение некоторого времени даже благоприятными, поскольку в изменяющихся условиях устраняются виды, резко отрицательно реагирующие на рекреационное воздействие; их место занимают лугово-лесные, луговые и сорные виды. Так, например, по данным В.Н. Спиридонова (1985), уплотнение верхнего 10-сантиметрового слоя дерново-подзолистой супесчаной почвы в березняке разнотравном до $1,2-1,3 \text{ г/см}^3$ (исходная величина — $0,75-0,95 \text{ г/см}^3$) вызывает выпадение из состава травяного яруса лесных и лесолуговых видов растений и их замену сорными видами, которые выдерживают уплотнение почвы до $1,5-1,76 \text{ г/см}^3$. Разумеется, "беспредельное" вытаптывание не выдерживается ни одним видом.

Аналогичное замечание можно сделать и относительно реакции разных видов растений на механическое воздействие; в целом это отрицательный фактор. Однако если под его влиянием многие типично лесные виды выпадают относительно быстро из состава травяного яруса, то лугово-лесные и сорные виды получают возможность внедрения под полог леса, занимая освобождающиеся, хотя и несколько трансформированные экологические ниши. В известном смысле можно говорить о растениях-антропофилах и антропофобах, находящихся на противоположных концах градиентного ряда, в котором каждый вид занимает определенное место по отношению к рекреационному действию.

Какие же виды растений попадают в категорию наиболее уязвимых и исчезающих из лесного травяного покрова в первую очередь при появлении в лесу "человека отдыхающего"? В приведенном выше списке (см. таблицу) таких видов около 20; они одновременно не выносят уплотнения почвы, легко повреждаются при вытаптывании и высоко декоративны, чем привлекают особое внимание. В эколого-фитоценоотическом отношении эта группа не является целостной хотя бы уже потому, что одни виды растут в сырых и влажных тенистых лесах, а другие — в сухих и разреженных. Весьма разнятся они и по своим биоморфологическим показателям.

В эту группу входят клубневые виды — хохлатки (*Corydalis cava*, *C. intermedia*, *C. marschalliana*, *C. solida*), растущие на рыхлых влажных почвах и обладающие слаборазвитыми приповерхностными корневыми системами и хрупкими наземными побегами; в средней полосе Русской равнины они относятся к числу "первоцветов", что до последнего времени способствовало их усиленному истреблению. Разумеется, клубни при обрыве генеративных побегов сохраняются, но частое отчуждение этих побегов отрицательно сказывается на семенном размножении и ведет к постепенному снижению общей численности ценопопуляций. По этим же причинам к категории максимально уязвимых видов растений относятся башмачки желтый и крапчатый (*Cypripedium calceolus*, *C. guttatum*), кукушкин цвет (*Dactylorhiza fuchsii*, *D. incarnata*, *D. maculata*), любка (*Platanthera*

Т а б л и ц а

Реакция лесных травянистых растений на рекреационное воздействие

Вид	I	II	III
<i>Achillea millefolium</i> L.	1	1	0
<i>Achyrophorus maculatus</i> (L.) Scop.	2	3	2
<i>Aconitum excelsum</i> Rchb.	3	3	3
<i>Actaea spicata</i> L.	3	3	0
<i>Adoxa moschatellina</i> L.	3	3	0
<i>Aegopodium podagraria</i> L.	3	3	0
<i>Agrimonia pilosa</i> Ldb.	3	2	0
<i>Agropyron repens</i> (L.) P.B.	1	1	0
<i>Agrostis canina</i> L.	1	1	0
<i>A. stolonifera</i> L.	2	2	0
<i>A. tenuis</i> Sibth.	2	2	0
<i>Anemone nemorosa</i> L.	3	2	2
<i>A. ranunculoides</i> L.	3	2	2
<i>Angelica sylvestris</i> L.	3	3	0
<i>Antennaria dioica</i> (L.) Gaertn.	2	3	0
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	1	1	0
<i>Anthriscus silvestris</i> (L.) Hoffm.	3	3	0
<i>Asarum europaeum</i> L.	3	3	0
<i>Asperula odorata</i> L.	3	3	0
<i>Athyrium filix-femina</i> (L.) Roth.	2	3	0
<i>Betonica officinalis</i> L.	2	2	0
<i>Brachypodium pinnatum</i> (L.) P.B.	2	2	0
<i>B. silvaticum</i> (Huds.) P.B.	3	3	0
<i>Briza media</i> L.	2	2	0
<i>Bromus benekenii</i> (Lge.) Trin.	3	3	0
<i>B. inermis</i> Leyss.	2	2	0
<i>Calamagrostis arundinacea</i> (L.) Roth.	2	2	0
<i>C. epigeios</i> (L.) Roth	2	2	0
<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull	2	2	2
<i>Caltha palustris</i> L.	3	3	0
<i>Campanula glomerata</i> L.	2	3	2
<i>C. latifolia</i> L.	3	3	3
<i>C. patula</i> L.	2	2	1
<i>C. persicifolia</i> L.	3	3	3
<i>C. rotundifolia</i> L.	2	2	0
<i>C. trachelium</i> L.	3	3	3
<i>Carex digitata</i> L.	3	2	0
<i>C. hirta</i> L.	2	2	0
<i>C. ericetorum</i> Poll.	2	2	0
<i>C. pallescens</i> L.	2	2	0
<i>C. pediformis</i> C.A.M.	2	2	0
<i>C. pilosa</i> Scop.	3	3	0
<i>C. silvatica</i> Huds.	3	3	0
<i>C. vaginata</i> Tausch.	3	2	0
<i>Carlina intermedia</i> Schur.	2	2	0
<i>Centaurea jacea</i> L.	2	2	0
<i>C. phrygia</i> L.	2	2	0
<i>C. pseudophrygia</i> C.A.M.	2	2	0
<i>Cerastium holsteoides</i> Fries	3	3	0
<i>Chaerophyllum aromaticum</i> (L.) Scop.	3	3	0
<i>Chamaenerion angustifolium</i> (L.) Scop.	3	3	0
<i>Cheilidonium majus</i> L.	3	3	0
<i>Chimaphila umbellata</i> (L.) Barton	3	2	0
<i>Chrysosplenium alternifolium</i> L.	3	3	0

Т а б л и ц а (продолжение)

Вид	I	II	III
<i>Cinna latifolia</i> (Trevir.) Griseb.	3	3	0
<i>Circaea alpina</i> L.	3	3	0
<i>C. lutetiana</i> L.	3	3	0
<i>Cirsium heterophyllum</i> (L.) Hill.	2	2	0
<i>C. oleraceum</i> (L.) Scop.	2	2	0
<i>Clinopodium vulgare</i> L.	2	2	0
<i>Conioselinum vaginatum</i> (Spreng.) Thell.	3	3	0
<i>Convallaria majalis</i> L.	3	2	2
<i>Corallorhiza trifida</i> Chatel.	3	3	0
<i>Cortusa matthioli</i> L.	3	3	3
<i>Corydalis cava</i> (L.) Schweig. et Koerte	3	3	3
<i>C. intermedia</i> (L.) Merat.	3	3	3
<i>C. marschalliana</i> (Pall.) Pers.	3	3	3
<i>C. solida</i> (L.) Swartz	3	3	3
<i>Crepis paludosa</i> (L.) Moench	3	3	0
<i>Cynanchum vincetoxicum</i> (L.) Pers.	3	2	0
<i>Cypripedium calceolus</i> L.	3	3	3
<i>C. guttatum</i> Sw.	3	3	3
<i>Cystopteris filix-fragilis</i> (L.) Borbas	3	3	0
<i>Dactylis glomerata</i> L.	2	2	0
<i>Dactylorhiza fuchsii</i> (Druce) Vermeul.	3	3	3
<i>D. incarnata</i> (L.) Vermeul.	3	3	3
<i>D. maculata</i> (L.) Vermeul.	3	3	3
<i>Delphinium elatum</i> L.	3	3	3
<i>Deschampsia caespitosa</i> (L.) Beauv.	1	1	0
<i>D. flexuosa</i> (L.) Trin.	2	2	0
<i>Dianthus arenarius</i> L.	2	2	2
<i>D. borbasii</i> Vand.	2	2	2
<i>D. deltoides</i> L.	2	2	2
<i>D. fischeri</i> Spreng.	2	2	2
<i>Dracocephalum ruyschiana</i> L.	2	2	2
<i>Dryopteris cristata</i> (L.) A. Gray	3	3	0
<i>D. dilatata</i> (Hoffm.) A. Gray	3	3	0
<i>D. filix-mas</i> (L.) Schott	3	3	0
<i>D. lanceolato-cristata</i> (Hoffm.) Alston	3	3	0
<i>D. linnaeana</i> C. Christ.	3	3	0
<i>D. phegopteris</i> (L.) C. Christ.	3	3	0
<i>D. thelypteris</i> (L.) A. Gray	3	3	0
<i>Epilobium hirsutum</i> L.	3	3	0
<i>E. montanum</i> L.	3	3	0
<i>E. palustre</i> L.	3	3	0
<i>Epipactis helleborine</i> (L.) Crantz	3	3	3
<i>E. palustris</i> (Mill.) Crantz	3	3	3
<i>Equisetum hiemale</i> L.	3	3	0
<i>E. palustre</i> L.	3	3	0
<i>E. pratense</i> Ehrh.	3	3	0
<i>E. scirpoides</i> Michx.	3	3	0
<i>E. sylvaticum</i> L.	3	3	0
<i>Festuca gigantea</i> (L.) Vill.	3	2	0
<i>F. ovina</i> L.	2	1	0
<i>F. pratensis</i> Huds.	2	2	0
<i>F. rubra</i> L.	2	2	0
<i>Ficaria verna</i> Huds.	3	3	0
<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.	3	2	1
<i>Fragaria moschata</i> Duch.	3	3	0

Т а б л и ц а (продолжение)

Вид	I	II	III
<i>F. vesca</i> L.	2	2	0
<i>Gagea lutea</i> (L.) Ker-Gawl.	2	2	0
<i>G. minima</i> (L.) Ker-Gawl.	2	2	0
<i>Galeobdolon luteum</i> Huds.	3	3	0
<i>Galium boreale</i> L.	2	2	0
<i>G. mollugo</i> L.	3	3	0
<i>G. schultesii</i> Vest	3	3	0
<i>G. verum</i> L.	2	2	0
<i>Gentiane pneumonanthe</i> L.	2	2	2
<i>Geranium palustre</i> L.	3	3	0
<i>G. sanguineum</i> L.	3	3	0
<i>G. sylvaticum</i> L.	3	3	0
<i>Geum rivale</i> L.	3	3	0
<i>G. urbanum</i> L.	3	3	0
<i>Gladiolus imbricatus</i> L.	3	3	3
<i>Gnaphalium sylvaticum</i> L.	2	2	0
<i>G. uliginosum</i> L.	2	2	0
<i>Goodyera repens</i> (L.) R. Br.	3	3	0
<i>Gymnadenia conopsea</i> (L.) R. Br.	3	3	3
<i>Helichrysum arenarium</i> (L.) Moench	2	2	2
<i>Helictotrichon pubescens</i> (Huds.) Pilger	2	2	0
<i>Hepatica nobilis</i> Mill.	3	3	2
<i>Heracleum sibiricum</i> L.	2	2	0
<i>Hieracium pilosella</i> L.	2	2	0
<i>H. pratense</i> Tausch.	2	2	0
<i>H. umbellatum</i> L.	2	3	0
<i>Hierochloë odorata</i> (L.) Wahlb.	2	2	1
<i>Huperzia selago</i> (L.) Bernh.	3	3	3
<i>Hypericum hirsutum</i> L.	2	2	1
<i>H. maculatum</i> Crantz	2	2	1
<i>H. perforatum</i> L.	2	2	1
<i>Impatiens noli-tangere</i> L.	3	3	0
<i>Jovibarba soboliferum</i> (Sims) Opiz	3	3	3
<i>Knautia arvensis</i> (L.) Coult.	2	2	0
<i>Lamium maculatum</i> L.	3	3	0
<i>Laserpitium prutenicum</i> L.	2	3	0
<i>Lathraea squamaria</i> L.	3	3	0
<i>Leontodon autumnalis</i> L.	1	2	0
<i>L. hispidus</i> L.	1	2	0
<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.	2	2	2
<i>Linnaea borealis</i> L.	3	2	0
<i>Listera ovata</i> (L.) R. Br.	3	3	3
<i>Lunaria rediviva</i> L.	3	3	2
<i>Luzula pilosa</i> (L.) Willd.	3	2	0
<i>Lycopodium annotinum</i> L.	3	3	3
<i>L. clavatum</i> L.	3	3	3
<i>L. complanatum</i> L.	3	3	3
<i>Lysimachia nummularia</i> L.	2	2	0
<i>L. vulgaris</i> L.	2	3	0
<i>Majanthemum bifolium</i> (L.) F.W. Schmidt	3	3	0
<i>Matteuccia struthiopteris</i> (L.) Todaro	3	3	0
<i>Melampyrum nemorosum</i> L.	3	3	0
<i>M. pratense</i> L.	3	3	0
<i>Melica nutans</i> L.	3	3	0
<i>Mercurialis perennis</i> L.	3	3	0

Т а б л и ц а (продолжение)

Вид	I	II	III
<i>Milium effusum</i> L.	3	3	0
<i>Moehringia trinervia</i> (L.) Clairv.	3	3	0
<i>Molinia coerulea</i> (L.) Moench.	2	2	0
<i>Moneses uniflora</i> (L.) A. Gray	3	3	0
<i>Monotropa hypopitys</i> L.	3	3	0
<i>Mycelis muralis</i> (L.) Dumort.	3	3	0
<i>Nardus stricta</i> L.	1	1	0
<i>Naumburgia thyrsiflora</i> (L.) Rchb.	2	3	0
<i>Neottia nidus-avis</i> (L.) Rich.	3	3	0
<i>Neottianthe cucullata</i> (L.) Schlecht.	3	3	0
<i>Orchis militaris</i> L.	3	3	3
<i>Origanum vulgare</i> L.	2	2	0
<i>Orobus vernus</i> L.	3	3	1
<i>Orthilia secunda</i> (L.) House	3	2	0
<i>Oxalis acetosella</i> L.	3	3	0
<i>Paris quadrifolia</i> L.	3	3	0
<i>Pimpinella saxifraga</i> L.	2	2	0
<i>Plantago lanceolata</i> L.	1	1	0
<i>P. major</i> L.	1	1	0
<i>P. media</i> L.	1	1	0
<i>Platanthera bifolia</i> (L.) Rich.	3	3	3
<i>Poa annua</i> L.	1	1	0
<i>P. angustifolia</i> L.	2	2	0
<i>P. nemoralis</i> L.	3	3	0
<i>P. pratensis</i> L.	2	2	0
<i>P. trivialis</i> L.	2	2	0
<i>Polemonium coeruleum</i> L.	2	3	1
<i>Polygala comosa</i> Schkuhr.	2	3	0
<i>Polygonatum multiflorum</i> (L.) All.	3	3	0
<i>P. odoratum</i> (Mill.) Druce	3	3	0
<i>Polygonum bistorta</i> L.	2	2	1
<i>Potentilla erecta</i> (L.) Rausch.	2	2	0
<i>Primula veris</i> L.	3	3	1
<i>Prunella vulgaris</i> L.	2	2	0
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	2	3	0
<i>Pulmonaria angustifolia</i> L.	3	3	2
<i>P. obscura</i> Dumort.	3	3	2
<i>Pulsatilla patens</i> (L.) Mill.	2	2	3
<i>Pyrola media</i> Sw.	2	2	0
<i>P. minor</i> L.	2	2	0
<i>P. rotundifolia</i> L.	2	2	0
<i>P. virescens</i> Schweigg.	2	2	0
<i>Ranunculus acris</i> L.	2	3	0
<i>R. auricomus</i> L.	3	3	0
<i>R. cassubicus</i> L.	3	3	0
<i>R. polyanthemus</i> L.	3	3	0
<i>R. repens</i> L.	2	2	0
<i>Roegneria canina</i> (L.) Nevski	2	2	0
<i>Rubus saxatilis</i> L.	3	3	0
<i>Rumex acetosa</i> L.	1	1	0
<i>R. acetosella</i> L.	1	1	0
<i>Salvia glutinosa</i> L.	3	3	0
<i>Sanicula europaea</i> L.	3	3	0
<i>Scabiosa ochroleuca</i> L.	2	2	0
<i>Scorzonera humilis</i> L.	2	2	0

Т а б л и ц а (окончание)

Вид	I	II	III
<i>Scrophularia nodosa</i> L.	3	3	0
<i>Scutellaria galericulata</i> L.	3	3	0
<i>Sedum acre</i> L.	3	3	1
<i>S. purpureum</i> (L.) Schult.	3	3	0
<i>S. telephium</i> L.	3	3	0
<i>Selinum carviflora</i> L.	3	3	0
<i>Senecio jacobaea</i> L.	2	2	0
<i>Silene dioica</i> (L.) Clairv.	3	3	0
<i>S. nutans</i> L.	2	2	0
<i>Solidago virgaurea</i> L.	2	2	0
<i>Stachys sylvatica</i> L.	3	3	0
<i>Stellaria graminea</i> L.	2	2	0
<i>S. holostea</i> L.	3	3	0
<i>S. nemorum</i> L.	3	3	0
<i>Succisa praemorsa</i> (Gilib.) Aschers	2	2	0
<i>Thalictrum aquilegifolium</i> L.	3	3	1
<i>Th. lucidum</i> L.	2	2	0
<i>Th. simplex</i> L.	2	2	0
<i>Trientalis europaea</i> L.	3	3	0
<i>Trifolium medium</i> L.	2	1	0
<i>Trollius europaeus</i> L.	2	2	3
<i>Urtica dioica</i> L.	3	3	0
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.	3	2	1
<i>V. oxycoccos</i> L.	3	2	2
<i>V. uliginosum</i> L.	3	2	1
<i>Valeriana exaltata</i> Mikan j.	3	3	1
<i>Veratrum nigrum</i> L.	3	3	0
<i>Verbascum nigrum</i> L.	2	2	1
<i>V. thapsus</i> L.	2	2	1
<i>Veronica chamaedrys</i> L.	2	2	0
<i>V. incana</i> L.	2	2	0
<i>V. officinalis</i> L.	2	2	0
<i>V. longifolia</i> L.	2	3	1
<i>V. spicata</i> L.	2	2	0
<i>V. teucrium</i> L.	2	2	0
<i>Vicia cracca</i> L.	2	2	0
<i>V. sepium</i> L.	2	2	0
<i>V. sylvatica</i> L.	3	2	0
<i>Viola arenaria</i> DC.	2	2	0
<i>V. canina</i> L.	2	2	0
<i>V. collina</i> Bess.	2	2	0
<i>V. epipsila</i> Ldb.	2	2	0
<i>V. hirta</i> L.	3	2	0
<i>V. mirabilis</i> L.	3	3	0
<i>V. riviniana</i> Rchb.	3	3	0
<i>Viscaria viscosa</i> (Scop.) Aschers.	3	3	1

П р и м е ч а н и е. I — уплотнение почвы; II — механическое повреждение наземных органов; III — обрывание; 0 — фактор не действует; 1 — влияние фактора слабо отрицательное; 2 — влияние средне отрицательное; 3 — влияние резко отрицательное.

bifolia), ятрышник (*Orchis militaris*) и некоторые другие виды; корневые системы этих растений также размещаются в самых верхних горизонтах почвы, вытаптывание действует на них весьма отрицательно; быстро уничтожаются наземные (особенно генеративные) побеги. Судя по гербарным сборам и публикациям московских ботаников еще несколько десятилетий назад эти виды были довольно обычными для окрестностей Москвы; теперь они встречаются крайне редко в малопосещаемых участках леса.

В разреженных сухих сосняках и на их опушках нечасто встречается молодило (*Jovibarba sobolifera*). Сочные наземные побеги этого суккулента не могут противостоять вытаптыванию, к тому же приповерхностной является корневая система. Растения нередко идут на продажу. Все это делает молодило весьма уязвимым видом, и оно довольно быстро исчезает там, где появляются отдыхающие в лесу. Также все более редкими становятся в пригородных лесах плауновые (*Lycopodium annotinum*, *L. clavatum*, *L. complanatum*, *Huperzia selago*). Несмотря на жесткость и упругость наземных побегов, стелющихся по поверхности почвы, они не могут в течение долгого времени сохраняться в составе травяного покрова; их корни тоже располагаются в самом верхнем слое почвы. Как и молодило, плауны собираются для продажи.

В меньшей степени (балл 2 в нашей таблице) от обрывания страдает около 35 видов. Среди них есть растения, резко отрицательно реагирующие на уплотнение почвы, но есть растения и более устойчивые. Приведем несколько примеров.

Нередко встречающиеся в лесах Подмоскovie два вида ветреницы (*Anemone ranunculoides*, *A. nemorosa*) зацветают рано и собираются как отдыхающими, так и на продажу. Однако они относительно успешно переносят и частичное уплотнение почвы, и обрыв цветущих побегов. Важным фактором этой устойчивости является специфика системы подземных органов, основу которой представляет корневище, залегающее на глубине 2–5 см. У ветреницы лютичной рост корневища начинается во второй половине апреля и продолжается до первой половины июня, величина годичного линейного прироста составляет 2–4 см. Корни, размещающиеся в верхних 10–20 см почвенной толщи, обладают контракильной способностью и постепенно втягивают корневище в глубь почвы. При этом корневище может разламываться на отдельные членики или их группы, в результате чего ранее целостное растение превращается в клон, состоящий из нескольких автономных особей. Аналогичное действие оказывает и умеренное вытаптывание, также способствующее расчленению корневища без ущерба для его жизнедеятельности; в результате общее число растений не только не уменьшается, но даже несколько увеличивается. Разумеется, по мере усиления посещаемости оба вида ветреницы будут исчезать из состава травяного покрова. В пригородных лесах Москвы ветреница лютичная еще сохраняется, но ветреница дубравная уже фактически полностью исчезла.

Совершенно иной тип системы подземных органов имеет сон-трава (*Pulsatilla patens*) — еще один весьма популярный первоцвет. Мощное многолетнее корневище с хорошо развитой системой придаточных корней глубоко сидит в почве и относительно устойчиво по отношению к вытаптыванию, которое на рыхлых песчаных почвах затрагивает только самый верхний почвенный слой. Но массовое уничтожение генеративных побегов с голубыми колокольчатыми цветками, издали заметных в разреженных сосновых лесах, где обитает сон-трава, привело к тому, что и этот вид практически полностью исчез из подмосковных лесов и сохранился только значительно южнее — на древних террасах р. Оки. Исключением является крайне немногочисленная популяция сон-травы, сохранившаяся на очень ограниченной площади в верхнем течении р. Москвы по ее левому берегу (Николина гора); сейчас этот участок территории взят под охрану.

Страдают от обрывания цветущих побегов некоторые виды колокольчика (*Campanula glomerata*, *C. latifolia*, *C. persicifolia*), лунник (*Lunaria rediviva*). Вдобавок они не переносят вытаптывания и уплотнения почвы. Более устойчивыми оказываются гвоздики (*Dianthus arenarius*, *D. borbasii*, *D. deltoides*, *D. fischeri*) благодаря наличию у растений этих видов прочных одревесневающих корневищ и хорошо развитых корней, уходящих вглубь на несколько десятков сантиметров. Вопреки упрочившемуся мнению относительно мало страдает от обрыва цветущих побегов ландыш (*Convallaria majalis*), имею-

щий хорошо защищенную и многократно ветвящуюся систему подземных побегов с большим числом придаточных корней, сохраняющуюся в течение многих лет. Ландыш способен к интенсивному вегетативному размножению и расселению – расходящиеся в стороны ветви плагиотропных побегов несут многочисленные почки, из которых формируются наземные побеги.

Особую группу видов составляют растения, не являющиеся декоративными, но имеющие лекарственное значение. В последние годы усиленно собирают зверобой (*Hypericum maculatum*, *H. perforatum*), бруснику (*Vaccinium vitis-idaea*), душицу (*Origanum vulgare*), чернику (*Vaccinium myrtillus*) и др. Там, где этот сбор сопровождается интенсивным вытаптыванием, растения очень скоро выпадают из состава травяного яруса.

Если попытаться проанализировать различия в устойчивости растений разных видов к наносимым им механическим повреждениям, то очевидно, что наименее устойчивыми являются виды с сочными и хрупкими наземными побегами, с плохо защищенными почками возобновления, не способные размножаться и расселяться по площади вегетативно, обладающие приповерхностными корневыми системами. Очень быстро вытаптываются нежные побеги адоксы (*Adoxa moschatellina*), седмичника (*Trientalis europaea*), кислицы (*Oxalis acetosella*), двулепестника (*Circaea alpina*, *C. lutetiana*), хохлаток, гудайеры (*Goodyera repens*). Неустойчивыми оказываются и многие более крупные по своим размерам растения: некоторые виды колокольчика, орхидные и др. Менее уязвимы растения, также обладающие сочными и легко повреждаемыми наземными побегами, но имеющие мощно развитые системы подземных побегов; в их числе сныть (*Aegopodium podagraria*), иван-чай (*Chamaenerion angustifolium*), хвощи (*Equisetum pratense*, *E. sylvaticum*), орляк (*Pteridium aquilinum*), пролесник (*Mercurialis perennis*) и многие другие виды.

Еще большую устойчивость обнаруживают виды, у которых сочетаются упругость наземных побегов и хорошо развитые корневые системы; таковы вейник наземный (*Calamagrostis epigeios*), молиния (*Molinia coerulea*), белоус (*Nardus stricta*), щучка дернистая (*Deschampsia caespitosa*), клевер средний (*Trifolium medium*) и др.

Успешно выдерживают вытаптывание растения с розеточным расположением листьев и упругими генеративными побегами (*Plantago major*, *P. media*, *P. lanceolata*). Их участие в составе покрова зачастую характерно для сообществ, вышедших на пятую стадию рекреационной дигрессии.

Что же касается различий в реакции растений на растущее уплотнение почвы, то здесь большое значение имеет тип корневой системы. Менее устойчивы виды, у которых корневища и корни расположены в приповерхностном слое почвы, и, напротив, более устойчивы растения, имеющие либо глубоко идущие стержневые корни, либо развивающие большое число прочных тонких корней, густо оплетающих почву. Разумеется, нарастающее увеличение плотности верхнего почвенного слоя не проходит бесследно и для этих видов – растения уменьшают свои размеры, снижают интенсивность цветения и плодоношения, но сохраняются в составе яруса. Следует заметить, что у подавляющего большинства видов, несмотря на существенное изменение почвенных условий, тип морфоструктуры системы подземных органов не меняется, хотя варьируют глубина проникновения корней и ширина их простирапия.

Мы провели расчет антропоустойчивости травяного покрова для четырех типов сосновых лесов: сосняка с дубом лещинового пролесниково-широколистного, сосняка с липой снытево-разнотравного, сосняка с дубом лещинового вейниково-разнотравного и сосняка разнотравно-злакового. Сообщества первого типа леса практически не испытывают рекреационной нагрузки, о чем свидетельствует хорошая сохранность травяного покрова вплоть до конца вегетационного периода. В сообществах двух следующих типов отдыхающие изредка появляются, но в небольшом количестве и к тому же перемещаясь главным образом по давно натоптаным тропинкам. Сосняк разнотравно-злаковый, окаймляющий лесной массив по периферии и являющийся местом отдыха большого числа людей, по степени своей рекреационной нарушенности уже может быть отнесен к 4-й стадии дигрессии.

В сосняке с дубом лещиновом пролесниково-широкоотравном средний балл видов травяного покрова по повреждаемости их от механического давления при вытаптывании составляет 2,84, а по реакции на уплотнение — 2,81. Эти показатели свидетельствуют, с одной стороны, о весьма низкой антропоустойчивости этого яруса, а с другой — о фактически полном рекреационном "покое" леса. Близкие показатели получены и для сосняка с липой снытево-разнотравного — 2,65 и 2,71. В сосняке с дубом лещиновом веяниково-разнотравном посещаемость леса, как уже отмечалось, тоже очень невысока, но покров здесь более устойчив, поскольку в его составе нет большого числа мезофильных видов, нуждающихся в более рыхлых и влажных почвах. В этом типе леса средний балл механической повреждаемости растений травяного покрова от вытаптывания составляет 2,38, а реакция на возможное уплотнение почвы — 2,49. Очевидно, что покров в сообществах этого типа потенциально более устойчив и будет дольше сохраняться, если посещаемость леса повысится. Во всех трех типах леса очень мало видов растений, которые страдают от обрывания цветущих побегов или плодов; величина этого показателя — 0,1–0,2. Таким образом, при прогнозировании ожидаемого влияния отдыхающих на лес этот фактор можно в расчет не принимать.

Сосняк разнотравно-злаковый сформировался в условиях длительного и интенсивного рекреационного воздействия, являя собой пример рекреационного типа леса, где подавляющее число типично лесных видов заменилось лугово-лесными видами, причем доминирующее положение заняли злаки, заняв место лесного разнотравия. Средний балл повреждаемости от вытаптывания составляет 1,80, а реакция на уплотнение почвы — 1,81. В итоге сложился ярус растительности, который более чем на порядок устойчивее исходного. Совершенно нет видов, имеющих "собирательскую" ценность — они уже давно истреблены. Состав и структура травяного покрова пришли в соответствие с реальными рекреационными нагрузками и будут сохраняться до тех пор, пока эти нагрузки не станут большими, чем в настоящее время. В этом случае трансформация яруса будет характеризоваться появлением видов с максимальной антропоустойчивостью, таких, как подорожник, щучка дернистая, мятлик однолетний, щавелек, клевер ползучий и т.д.

Изучение реакции травянистых растений на разные формы рекреационного воздействия должно быть продолжено, поскольку тот фактический материал, которым мы располагаем, еще далеко не всегда позволяет сделать достаточно обоснованные заключения. Исследования должны выполняться не только на видовом, но и внутривидовом уровне — важно знать реакцию не только растений определенного вида, но и особей этого вида, находящихся на разных возрастных стадиях онтогенеза. Несомненное индикаторное значение имеет и возрастной спектр ценопопуляций. Нуждается в дальнейшей разработке методика исследований, которая должна быть достаточно универсальной и применимой к различным видам; только в этом случае получаемая информация будет сопоставимой и пригодной для обобщений и анализа.

ЛИТЕРАТУРА

- Полякова Г.А., Малышева Т.В., Флеров А.А. Антропогенное влияние на сосновые леса Подмосковья. М.: Наука, 1981. 144 с.
- Полякова Г.А., Малышева Т.В., Флеров А.А. Антропогенные изменения широколиственных лесов Подмосковья. М.: Наука, 1983. 118 с.
- Спиридонов В.Н. Индикаторная роль травяного покрова в лесах рекреационного назначения // Современные проблемы рекреационного лесопользования: Тез. докл. Всесоюз. совещ. М., 1985. С. 129–130.
- Таран И.В., Спиридонов В.Н. Устойчивость рекреационных лесов. Новосибирск: Наука, 1977. 179 с.
- Ellenberg H. Zeigerwerte der Gefässpflanzung Mitteleuropas. Göttingen: Goltze, 1974.
- Landolt E. Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora // Veröff. Geobot. Inst. ETH Zürich. 1977. H. 64.
- Zólyomi B., Baráth Z., Fekete G., Jakucs P., Kárpáti I., Kárpáti V., Kovács M., Máté I. Einreihung von 1400 Arten der ungarischen Flora in ökologische Gruppen nach TWR-Zahlen // Fragm. bot. 1967. Bd. 3, N 1–4. S. 101–142.

Б.Л. Самойлов, Г.В. Морозова

ВЛИЯНИЕ РЕКРЕАЦИОННОГО ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ЖИВОТНЫХ

Рекреационное лесопользование оказывает существенное воздействие и на животных, многие из которых чрезвычайно остро реагируют на нарушение их местообитаний и могут служить надежными индикаторами состояния лесных экосистем (Berndt et al., 1975; Kimball, 1981; Кривоуццкий и др., 1983; Самойлов, Горкин, 1983).

Особую ценность в лесах рекреационного назначения приобретает эстетическая роль животных. Признано, что сохранение максимально возможного видового разнообразия животных является не только обязательным условием поддержания стабильности лесных экосистем, но и становится существенным фактором повышения привлекательности леса для отдыхающих (Cooper, Shaw, 1979; Bury et al., 1980; Hoekstra et al., 1981; Pudelkewicz, 1981; Schonelch, 1981; Luniak, 1982; Мальчевский, Пукинский, 1983; Самойлов, Горкин, 1983). Такой подход к оценке роли лесных животных объясняется и тем, что наряду с традиционными видами рекреационного использования леса — прогулочным, пикниковым и пляжно-бивуачным отдыхом, туризмом и собирательством — все большую популярность и развитие, особенно в странах Западной Европы и Северной Америки, получают экскурсии в лес с целью наблюдения за жизнью животных в местах их естественного обитания (Flitter, 1975; Herrero, 1976; Lime, 1976; Tuite et al., 1983; Volk, 1984).

Признание исключительно важной и разнообразной роли животных в рекреационных лесах обосновывает необходимость их всемерной охраны и улучшения условий обитания как обязательной составной части системы хозяйственных мероприятий, направленных на повышение устойчивости, рекреационной ценности и средоохранительной эффективности лесов, используемых для отдыха (Самойлов, 1981; Мальчевский, Пукинский, 1983). В этой связи представляется актуальным изучение структуры и механизма воздействия рекреации на лесных животных, выявление изменений, происходящих в их

Т а б л и ц а 1

Проявление рекреационного воздействия на лесных птиц при различных видах отдыха

Вид отдыха	Фактор прямого воздействия			
	беспокойство	умышленное преследование	вытаптывание	изъятие (отлов, отстрел)
Массовый повседневный	+	+	+	+
Бивуачный, пикниковый, рыбная ловля	+	—	+	—
Собирательство	+	—	+	—
Организованный туризм	+	—	—	+
Спортивная охота	+	+	—	+
Наблюдения за жизнью животных, фотоохота	+	—	—	—

видовом составе, численности и пространственном размещении в результате рекреационного использования лесных местообитаний.

Анализ многочисленных литературных данных (Божко, 1972; Королькова, 1978; Кривоуцкий, 1978; Koch, 1978; Мальчевский, Пукинский, 1981; Rakušan, 1981; Ежова, 1982; Müller, 1982; Witkowski, 1984; и др.) и собственные материалы (Самойлов, 1978а, г, 1982, 1983б; Морозова, 1983) позволили установить основные факторы прямого и опосредованного воздействия рекреационного лесопользования на животных. В табл. 1 отражена связь этих факторов (при активном проявлении их воздействия) с конкретными видами отдыха, установленная на примере птиц. Нельзя, однако, не учитывать, что многие из указанных в табл. 1 факторов активно проявляются в процессе или в результате проведения в рекреационных лесах различных хозяйственных мероприятий (Основные положения..., 1979). Негативное воздействие лесного хозяйства на животных проявляется при выполнении рубок ухода и санитарных рубок, сжигании порубочных остатков и заезде автотранспорта в лес, особенно в период вегетации растений и размножения животных (фактор беспокойства, деградация местообитаний); вырубке подлеска, обрубке нижних ветвей у хвойных, уборке лесной захламленности, полном удалении сухостойных и фаутных деревьев, вырубке при уходе за лесом так называемых малоценных мелколиственных пород, в первую очередь осины (деградация местообитаний, уничтожение экологических ниш многих полезных для леса животных) (Самойлов, 1978а; Флеров, Быков, 1979; Winter, 1982; Быков, 1985).

Степень проявления конкретных факторов отрицательного воздействия рекреации на животных и их роль в формировании лесных зооценозов в первую очередь зависит от характера и интенсивности рекреационного лесопользования и преимущественного развития того или иного вида отдыха, что, в свою очередь, во многом определяется доступностью леса для отдыхающих, его привлекательностью, обилием грибов, ягод и т.д.

В малообжитых районах, где рекреационное использование леса ограничивается его эпизодическим посещением в период сбора ягод и грибов, туризмом и бивучным отдыхом в узкой полосе насаждений по берегам водоемов, ведущим фактором негатив-

Фактор опосредованного воздействия

Деградация местообитаний		Увеличение численности синантропных видов		
снижение защитно-гнездовых качеств	ухудшение кормовых качеств	ухудшение условий гнездования разорение гнезд	усиление конкуренции (удуплогнезников)	улучшение кормовой базы для хищных птиц-орнитофагов
+	+	+	+	+
+	+	+	-	-
-	+	-	-	-
-	-	-	-	-
-	+	-	-	-
-	-	-	-	-

ного воздействия на животных оказывается беспокойство, лишь для некоторых видов, кроме того, ухудшение кормовых и защитных качеств местообитаний.

В сильно урбанизированных районах, где леса в течение всего бесснежного периода активно используются для массового отдыха, наряду с постоянным действием фактора беспокойства на значительных площадях происходит снижение защитно-гнездовых и кормовых качеств лесных насаждений в результате их деградации под воздействием чрезмерных рекреационных нагрузок. Как правило, это приводит к перестройке всего зооценоза на деградирующих участках, причем изменения затрагивают практически всех представителей животного мира.

Что касается беспозвоночных, то сильное рекреационное воздействие в первую очередь приводит к снижению видового разнообразия и обилия почвенных животных (Криволицкий, 1978; Юрѳева, 1978; Шугалей, Дмитриенко, 1982; Кашеваров, 1984). При этом наибольшие изменения происходят в составе, численности и распределении поверхностно-подстилочных их форм (Руденская, Плешаков, 1984; Ярмашевич, 1984; Peatse, 1984). Отмечено, что общая численность и биомасса почвенных беспозвоночных достоверно снижаются по мере усиления рекреационной нарушенности лесных экосистем (Дмитриенко, 1981; Соболев, 1982; Юрѳева, 1983; Лавров, 1984).

Весьма неустойчивыми к воздействию рекреации оказываются рыжие лесные муравьи (Коропѳкова, 1974; Казаринов и др., 1977; Седов, 1979); указывается, что одной из главных причин снижения их численности и исчезновения в местах массового отдыха является прямое разрушение гнезд людьми (Захаров и др., 1982).

На представителей таких отрядов беспозвоночных животных, как чешуекрылые, жестѳокрылые, прямокрылые и стрекозы, помимо деградации и загрязнения их местообитаний, существенное воздействие оказало и продолжает оказывать их бесцельный отлов отдыхающими и уничтожение как вредителей, а для видов, отличающихся крупными размерами и особой декоративностью, — коллекционирование, до сих пор распространенное среди отдыхающих как в пригородных лесах, так и в самых отдаленных районах (Медведев и др., 1976; Крицкая, 1982; Красная книга РСФСР, 1983; Dąbrowski, 1983; Witkowski, 1984).

Однако наиболее заметно влияние рекреации проявляется на наземных позвоночных животных. Если проследить за изменениями, происходящими в их видовом составе, численности, территориальном размещении, поведении и образе жизни по мере рекреационного освоения и роста посещаемости лесов, то выявляется ряд закономерностей, во многом характеризующих основные этапы воздействия рекреации на лесных животных и раскрывающих его механизм. Анализ этого процесса на основе литературных данных и собственных наблюдений показывает, насколько может быть велико отрицательное воздействие рекреации на животный мир, если она развивается стихийно, и вместе с тем в какой незначительной степени используются имеющиеся возможности и реализуются многочисленные рекомендации для нейтрализации ее негативных проявлений (Holbrook, 1974; Douglas, 1975; Siderits, 1975; Blab, 1976; Рысин, 1976; Рахманов, 1978; Leeson, 1979; Самойлов, 1981; Ehnström, 1982; Mill, Mikalson, 1982; Winter, 1982; Berkel et al., 1983). Ниже характеризуются основные изменения в населении наземных позвоночных животных, сопровождающие определенные этапы развития рекреационного лесопользования.

До тех пор пока рекреационное лесопользование носит экстенсивный характер, т.е. лес посещается эпизодически, лишь в отдельные периоды года с целью собирательства, бивуачного отдыха и спортивной охоты, здесь в основном сохраняется тот состав животного населения, который соответствует конкретным местообитаниям, а представительность его определяется главным образом степенью хозяйственной освоенности района. Еще задолго до начала активного рекреационного использования лесов во многих областях исчезли животные, которым необходимы значительные площади малоизмененных лесных ландшафтов или подвергшиеся активному преследованию со стороны человека (Птушенко, Иноземцев, 1968; Леонович, Николаевский, 1981; Мальчевский, Пукинский, 1983; Мартынов, 1984). Хотя список зверей и птиц, кото-

рые исчезли или стали редкими в лесах средней полосы России в тот период сравнительно невелик, в него вошли одни из наиболее ценных и интересных представителей нашей фауны: из млекопитающих — медведь, рысь, волк, косуля; из птиц — тетерев, глухарь, беркут, большой подорлик, змеяед, филин. К этой же группе относится ряд видов, связанных с лесными водоемами и болотами: выхухоль, европейская норка, выдра, орлан-белохвост, скопа, белая куропатка, серый журавль, черный аист, лебедь-кликун, серый гусь, чернозобая гагара. Почти все эти звери и птицы длительное время подвергались активному преследованию и в связи с этим стали особенно чувствительными к фактору беспокойства. Проникновение и сколько-нибудь продолжительное пребывание отдыхающих там, где эти животные еще сохранились, обычно заканчиваются для птиц гибелью кладки или птенцов (Галушин, 1980; Андреев, Френкина, 1981; Brown, 1976; Rakušan, 1981; Müller, 1982), а млекопитающие нередко вынуждены перемещаться в другие, менее благоприятные для жизни места. Однако в крупных лесных массивах, занимающих десятки тысяч га, практически все животные, даже такие, как медведь, рысь, беркут, филин, если их специально не преследуют, способны мириться с временным присутствием людей, характерным для экстенсивного рекреационного лесопользования: благодаря значительной площади лесов им удается на период размножения найти непосещаемые человеком участки. Большинство видов животных на этом этапе развития лесной рекреации почти не подвергаются отрицательному ее воздействию даже в пригородных лесах (Залетаев, 1974а).

Следующий этап в развитии рекреационного лесопользования, обусловленный интенсивным хозяйственным освоением многих районов, характеризуется дальнейшим распространением на лесных территориях собирательства и бивуачного туризма, которые дополняются кратковременным пикниковым отдыхом, как правило проводимым у костра. При этом происходит более равномерное рекреационное использование лесов, чему способствует всевозрастающее их дробление разного рода коммуникациями, в первую очередь дорогами, увеличивающими транспортную доступность глубинных частей лесных массивов. Пикниковый отдых нередко принимает массовый характер, особенно в весенне-летний период, наиболее ответственный в жизни животных, и наряду с берегами лесных водоемов он бывает приурочен к внешним и внутренним опушкам. Хотя для пикникового и бивуачного отдыха используется сравнительно небольшая часть лесного массива, зона их влияния на животных распространяется на значительные площади и, если лесной массив невелик, охватывает его целиком. В этой зоне не только усиливается проявление таких факторов, как частое непреднамеренное (случайное) вспугивание животных, шумовой эффект, задымленность от костров, присутствие собак, но и происходит деградация отдельных участков леса. На бивуачных и пикниковых площадках и вокруг них изреживается или полностью уничтожается подлесочный ярус, выталпывается напочвенный покров, вырубаются необходимые многим животным фаунные и сухостойные деревья. Из леса выносятся значительная часть урожая ягод, грибов, орехов. Таким образом, на этом этапе развития рекреационного лесопользования все большее воздействие на животных оказывают не только прямые, но и опосредованные факторы, выраженные в ухудшении защитно-гнездовых и кормовых качеств их местообитаний. И хотя общая площадь деградирующих насаждений при этом пока еще сравнительно невелика, для многих животных этот фактор имеет серьезные негативные последствия.

Как уже отмечалось, пикниковый и бивуачный отдых приурочен к берегам водоемов и опушкам, представляющим в лесах особую ценность как элемент местообитаний (Schretzenmayr, 1976; Altenkirch, 1982; Wolff-Straub, 1984). Концентрация и стационарное нахождение здесь отдыхающих практически сводят на нет действие "опушечного эффекта", делают непригодными условия для существования большей группы околотовных животных. Если же учесть, что развитие пикникового отдыха сопровождается увеличением общей посещаемости леса и интенсивности собирательства, то в целом рекреационная нагрузка для многих видов животных в этих условиях становится предельной.

В лесных массивах, где по берегам водоемов и опушкам сформировалась непрерывная цепь бивуаков и пикниковых точек, где интенсивно используются все ягодники и грибные места, происходят вполне определенные изменения в животном населении. Из-за продолжающегося прямого преследования, усилившегося действия фактора беспокойства, истощения кормовой базы, разрушения самых ценных местообитаний значительно пополняется список видов исчезающих и редких животных. Причем если отсутствие в таких лесах крупных хищных млекопитающих, представляющих определенную опасность для человека, во многих отношениях оправданно, то сокращение численности и исчезновение любых других видов — явление, безусловно недопустимое. Хотя в литературе и приводится немало примеров успешного существования многих представителей животного мира, ставших редкими и исчезающими в рекреационных лесах, даже в городских парках, сохранение их в условиях наших пригородных лесов часто представляет значительную сложность и требует специальных мер по охране.

Из млекопитающих на этом этапе развития рекреационного лесопользования под угрозой исчезновения оказываются прежде всего представители семейства куньих: барсук, лесная куница, выдра, европейская норка, горностай. Среди птиц в этих условиях из списка гнездящихся окончательно исчезают, если до этого где-нибудь и уцелели отдельные пары, все крупные, ставшие редкими еще при экстенсивном рекреационном лесопользовании виды. Значительно сокращается численность и при этом уменьшается занятая площадь у таких видов, как рябчик, вальдшнеп, черныш, перевозчик, серая цапля, черный коршун, канюк, осоед, зимородок, береговая ласточка. Вместе с тем в периферийных частях лесных массивов начинает проявляться тенденция к увеличению плотности гнездования серой вороны и сороки (Бабенко, 1980). В итоге происходит так называемая тривиализация фауны лесных наземных позвоночных. В составе животного населения остаются почти исключительно те виды, на которых пикниково-бивуачный отдых не оказывает существенного воздействия или для обитания которых достаточно отдельных незатронутых рекреацией участков лесных территорий.

Современное развитие рекреационного лесопользования тесно связано с ростом урбанизации, получившей особый размах в последние 20–25 лет. Именно в эти годы возникла необходимость выделения в широких масштабах "собственно рекреационных лесов" (Рысин, 1983). Кроме бивуачного и пикникового отдыха, большое распространение и популярность приобрела такая форма рекреационного использования, как массовый повседневный отдых (прогулки, тихий отдых, занятия спортом и др.), характерный прежде всего для городских и пригородных лесов. При этом в периферийных частях лесных массивов и по берегам водоемов возникают значительные по площади участки деградирующих или находящихся на IV–V стадиях рекреационной дигрессии (Казанская, Ланина, 1975) насаждений. В процессе активного рекреационного освоения пригородных лесов в них формируются явно выраженные на местности зоны массового повседневного отдыха, разветвленная сеть прогулочных маршрутов, пересекающих лесные массивы во многих направлениях. Почти на всей их площади развивается массовое регулярное собирательство, продолжающееся с апреля по октябрь; при этом объектами сбора являются весенние первоцветы, сморчки, красиво цветущие и лекарственные растения, ягоды, грибы, орехи. Иными словами, практически все пригородные леса в той или иной мере оказываются вовлеченными в рекреационное использование, при котором определенные части лесных массивов испытывают настолько значительные нагрузки, что теряют многие свойственные естественным лесным местообитаниям качества, а оставшиеся территории подвергаются такому тщательному и опустошительному собирательству, что оно не только подрывает кормовую базу некоторых видов зверей и птиц, но и доводит фактор беспокойства до уровня, сказывающегося на благополучии многих из них.

Естественно, что самые значительные изменения в животном населении рекреационного леса происходят непосредственно в зоне деградирующих насаждений, где существ-

Таблица 2

Число видов наземных позвоночных животных в лесах ближнего Подмосквья с различным уровнем рекреационного воздействия

Уровень рекреационного воздействия	Млекопитающие		Птицы		Пресмыкающиеся		Земноводные	
	число видов	%	число видов	%	число видов	%	число видов	%
Слабое	19	100	74	100	5	100	5	100
Среднее	15	78	56	76	3	60	5	100
Сильное	9	47	31	42	1	20	3	60

венно уменьшается число видов во всех классах наземных позвоночных животных (табл. 2).

В общей сложности число стационарно обитающих в пределах этой зоны видов сокращается более чем вдвое, а у многих из тех, что продолжают здесь размножаться, резко падает численность. Целый ряд видов сохраняется лишь в наименее посещаемых глубинных частях леса, где насаждения еще не утратили своих защитно-гнездовых свойств.

Если даже в самых общих чертах оценить изменения в численности, пространственном размещении и реакцию отдельных видов и групп видов наземных позвоночных животных на различные проявления рекреации, то становится видно, что ее воздействие, так же как и воздействие других антропогенных факторов, во многом определяется особенностями биологии видов и спецификой их требований к лесным местообитаниям. Ниже рассматриваются те виды наземных позвоночных животных, для которых авторами отмечены определенные изменения в пространственном размещении, численности, особенностях гнездования, отношении к фактору беспокойства в условиях активного рекреационного лесопользования.

ВЛИЯНИЕ ЛЕСНОЙ РЕКРЕАЦИИ НА МЛЕКОПИТАЮЩИХ

Отряд Насекомоядные (еж, крот, обыкновенная бурозубка, малая бурозубка, кутора). У всех перечисленных представителей этого отряда на участках леса, где развит массовый повседневный отдых, отмечается снижение численности, а если рекреационная дигрессия насаждений достигла V стадии, они, как правило, исчезают почти полностью. Это вызвано прежде всего сильным нарушением напочвенного покрова, в котором насекомоядные находят свою основную пищу — различных беспозвоночных, и полной очисткой леса от захлапленности, что лишает их надежных укрытий.

Более других насекомоядных от высоких рекреационных нагрузок страдает еж, который из-за относительно крупных размеров первым остается без укрытий: выворотней, упавших старых деревьев, куч хвороста и др.; нередко он отлавливается отдыхающими или становится жертвой собак. Крот благодаря подземному образу жизни в меньшей степени, чем еж и бурозубки, зависит от состояния напочвенного покрова и лесной подстилки, но и он в зоне деградирующих под воздействием рекреации насаждений обитает лишь на тех участках, где уплотнение верхних горизонтов почвы, в которых крот прокладывает свои кормовые ходы, не достигло определенного предела. Кутора не может мириться с загрязнением водоемов, что лишает ее кормовой базы — водных беспозвоночных, и избегает тех участков береговой линии, которые активно используются при пляжном отдыхе и рыбной ловле. Бурозубки легко переносят все виды лесной рекреации до тех пор, пока в насаждениях сохраняются относительно крупные (не менее 1000 м²) участки с ненарушенными лесной подстилкой и травянистым покровом, а также некоторые элементы захлапленности. Их численность заметно снижается лишь там, где насаждения приблизились к IV стадии рекреационной

дигрессии; преобладание задернованной и выбитой поверхности делает участок леса малоприспособленным для существования бурозубок. Эти наблюдения подтверждаются и другими авторами (Королькова, 1974; Корнеева, Шпиякин, 1978б; Королькова, Корнеева, 1982; Быков, 1985).

Все названные представители отряда Насекомоядные, несмотря на большую чувствительность к рекреационной нарушенности их местообитаний, найдены даже в городских лесопарках и зонах массового отдыха, но во всех случаях только там, где под защитой густого подлеска, на крутых склонах, в окружении сырых ложбин, за искусственным ограждением сохранились участки леса с ненарушенным покровом и элементами лесной захламленности. Меньше всего таких участков остается по берегам водоемов, поэтому трудно рассчитывать на сохранение здесь насекомоядных, и в первую очередь куторы.

Отряд Рукокрылые (рыжая вечерница, ушан, ночницы, двухцветный кожан, нетопыри). Прямое воздействие рекреационного лесопользования на летучих мышах проявляется значительно меньше, чем на других млекопитающих. Из-за скрытного ночного образа жизни они почти не привлекают к себе внимания отдыхающих, недоступны они и для собак, от которых в рекреационных лесах гибнут многие животные. Однако массовая неупорядоченная рекреация является достаточно серьезным лимитирующим фактором и для летучих мышей, которые обычно занимают дупла, щели и укрытия, находящиеся вблизи опушек или по берегам лесных водоемов, где чаще всего и полукают развитие самые агрессивные для леса формы рекреации. При этом главной причиной ухудшения условий обитания для летучих мышей оказывается стихийная вырубка отдыхающими или удаление при санитарных рубках дуплистых и фаутных деревьев. В деградирующих под воздействием рекреации насаждениях, кроме того, существенно ухудшается кормовая база летучих мышей: из-за эрозии берегов и загрязнения водоемов, вытаптывания напочвенного покрова, изреживания подлесочного яруса и древоостоя заметно снижается обилие летающих ночных насекомых. Когда такие насаждения занимают значительные площади, это всегда сопровождается исчезновением крупных колоний рукокрылых и обеднением их видового состава. В то же время, если рекреация развивается не сплошной полосой по всей береговой линии и вдоль опушек и здесь сохраняются участки ненарушенных насаждений, этого оказывается вполне достаточно для сохранения в зоне активного рекреационного использования различных видов рукокрылых.

Отряд Грызуны (белка, орешниковая соня, лесная мышь, полевая мышь, мышь-малютка, рыжая полевка). Представители этого отряда в зависимости от особенностей их биологии и образа жизни по-разному воспринимают проявления рекреации. Белка в отличие от большинства других млекопитающих не только легко переносит массовое посещение леса отдыхающими, но и с некоторых пор получает от этого прямую выгоду. В последние 10–15 лет повсюду в местах массового отдыха в лесу широкое распространение получила подкормка белок, которые превратились здесь по существу в синантропных животных и большую часть года практически перестали использовать свои естественные корма. Благодаря постоянной подкормке они заселили не только не свойственные им ранее лесные биотопы, но и городские парки. Во многих рекреационных лесах теперь складывается ситуация, когда основная масса белок сосредоточивается в периферийных частях лесных массивов независимо от степени рекреационной нарушенности насаждений, а в глубинных кварталах, где зверьков нередко еще преследуют, напротив, численность этого вида оказывается незначительной. В отдельных случаях неумеренная подкормка белок приводит к чрезмерной их концентрации на маленьких площадях, что отрицательно сказывается как на них самих, так и на мелких воробьиных птицах, чьи яйца и птенцов белки охотно поедают. Поэтому наряду с охраной и привлечением белок в рекреационные леса, в ряде мест, главным образом в лесопарках, появляется необходимость в регулировании их численности.

Орешниковая соня, очень скрытный и обычно малочисленный вид, чутко реагирует даже на незначительные изменения ее местообитаний. Уже слабое изреживание под воз-

действием рекреации подлесочного яруса может привести к полному исчезновению орешниковой сони на таком участке. Этот вид ни разу не был отмечен в деградирующих насаждениях.

Мышевидные грызуны, населяющие лесные местообитания, заметно сокращают численность в сильно нарушенных рекреацией насаждениях. Вместо рыжей полевки, лесной и полевой мыши там, где повседневный отдых получил массовое развитие и насаждения во многом утратили свойства естественного леса, иногда появляются синантропные виды: домовая мышь и серая крыса; при этом в отдельных случаях показатели их численности могут достигать достаточно высоких значений, чему в немалой степени способствует замусоренность мест массового отдыха и скопление там пищевых остатков (Корнеева, Шпиякин, 1978б; Доценко, Сулова, 1981). Для такого малочисленного в лесах вида, как мышь-малютка, которая обычно заселяет опушки, поймы лесных ручьев и речек и подобные им биотопы, рекреация может оказаться серьезным негативным фактором, поскольку именно эти участки леса наиболее привлекательны для отдыха и в первую очередь подвергаются деградации.

Для поддержания в рекреационных лесах нормальной численности грызунов важно избежать распространения деградации насаждений на значительные площади и сохранить здесь благоприятные условия для обитания их естественных врагов: лисицы, горностая, ласки, неясыти, ушастой совы, канюка.

Отряд Зайцеобразные (заяц-беляк). Заяц-беляк более многих других видов животных подвержен воздействию фактора беспокойства при развитии лесной рекреации. На резкое падение его численности из-за непрерывного беспокойства и снижения защитных и кормовых качеств местообитаний указывают многие авторы. Частое вспугивание зайцев отдыхающими и их собаками вынуждает этих сравнительно крупных и привлекающих внимание людей животных покидать даже кормные участки леса, если вблизи нет участков с густым подлеском, куда они могут спокойно уйти на дневную лежку. В местах массового повседневного отдыха главную опасность для зайцев представляют бродячие собаки, которые активно преследуют их и в небольших лесных массивах могут полностью уничтожить, хотя в основном от собак гибнут зайчата. Однако в тех активно используемых для массового повседневного отдыха лесах, где сохраняются значительные по площади участки с густым подлеском или заболоченные понижения с куртинами ивняка, зайцы постепенно привыкают к присутствию людей и иногда устраиваются на дневку всего в нескольких метрах от прогулочной или проезжей дороги. Таким образом, заяц-беляк вполне может существовать и успешно размножаться даже в крупных городских лесопарках, но для этого ему необходимы загущенные участки подлеска и отсутствие бродячих собак.

Отряд Хищные (лисица, барсук, лесная куница, европейская норка, горностай, черный хорек, ласка). Хищные млекопитающие, если человек специально не преследует их и для них имеется достаточно стабильная кормовая база, сравнительно легко приспособляются к рекреационному использованию лесных территорий. На это указывают и другие авторы (Залетаев, 1974а). Вблизи стационарных объектов отдыха лисица, горностай, ласка нередко переходят на питание синантропными животными и в определенной мере утрачивают связь с естественными природными местообитаниями. Известны также многочисленные примеры, когда эти хищники успешно выводили потомство под строениями расположенных среди леса санаториев, домов и баз отдыха и др., а барсучьи поселения многие годы и даже десятилетия существовали в непосредственной близости от пионерских лагерей и баз отдыха.

Однако в большинстве случаев хищные млекопитающие в рекреационных лесах подвергаются прямому преследованию, в том числе и ради праздного любопытства; в осенне-зимний период на них охотятся, а в летние месяцы их норы и укрытия нередко раскапываются и разрушаются. Имеются сведения, что в связи с этим барсуки в пригородных лесах избегают селиться в старых норах, а каждый год устраивают новые в малодоступных местах (Бородин, 1978). В период размножения даже простое посещение и осмотр нор может вынудить животных покинуть занятый ими участок леса.

Кроме того, в активно посещаемых лесах ухудшаются общие защитные свойства насаждений, одновременно снижается численность мышевидных грызунов, наземногнездящихся птиц, земноводных, крупных насекомых, которыми они питаются. Что же касается деградирующих лесных насаждений, то хищные млекопитающие посещают их лишь от случая к случаю.

Первыми из перечисленных видов хищных млекопитающих при развитии массовой неупорядоченной рекреации и отсутствии надлежащей охраны в пределах всего лесного массива исчезают барсук, куница и норка (Самойлов, 1978 г.; Королькова, Корнеева, 1982). В небольшом числе сохраняются лисица, горностаи, черный хорь, которые размножаются в наименее посещаемых местах. Ласка может довольствоваться небольшими по площади малонарушенными участками леса, сохраняющимися среди деградирующих насаждений, поэтому в отличие от других кунных встречается даже в городских парках.

Сохранение и поддержание стабильной численности хищных млекопитающих в лесных массивах, где развит массовый повседневный отдых, возможны лишь при эффективной охране этих животных от браконьеров, при выделении в местах их размножения заповедных участков и локализации массового отдыха на специально отведенных территориях. В тех случаях, когда численность лисицы превышает одну размножающуюся пару на 1000 га лесных территорий, необходимо принимать меры по ее сокращению.

Отряд Парнокопытные (лось, косуля, благородный олень, пятнистый олень, кабан) являются ценными объектами охоты, в настоящее время во многих лесных районах налажена их охрана, проводятся подкормка и регулирование численности. В большинстве случаев копытные оказались очень отзывчивыми на заботу человека, численность их значительно возросла, в первую очередь это относится к лосю и кабану. Экстенсивное рекреационное лесопользование не оказывает на копытных сколько-нибудь существенного отрицательного воздействия, так как собирательство практически не отражается на их кормовой базе, а бивуачный отдых хотя и ухудшает защитные и кормовые свойства насаждений, но сосредоточен на очень ограниченной части лесных массивов. При развитии пикникового и повседневного отдыха отрицательное влияние рекреации становится более ощутимым и для копытных: активнее проявляется фактор беспокойства, учащаются случаи нападения собак на молодняк всех видов копытных и взрослых косуль и оленей, на деградирующих участках сокращаются запасы кормов. Однако эти факторы способны лимитировать рост численности или даже возможность существования копытных лишь в небольших лесных массивах площадью менее 1–1,5 тыс. га. В крупных лесных массивах копытные относительно легко мирятся со всеми формами рекреации, если она не сопровождается браконьерством. Однако имеются сведения о значительных потерях копытных в густонаселенных странах Западной Европы из-за массового автотуризма (Vincent et al., 1979; Kováč, 1983; Radúch, Karč, 1983), который в последние годы начинает активно развиваться и в нашей стране.

Как правило, при хорошо организованной охране и подкормке в зимние месяцы все копытные быстро увеличивают численность и могут нанести серьезный ущерб лесным насаждениям. Для лесов, где развит повседневный отдых, это особенно опасно, так как из-за высоких рекреационных нагрузок восстановление подроста и подлеска, являющихся объектом питания копытных, здесь затруднено, а именно ярус подроста и подлеска выполняет ведущую почвозащитную функцию в насаждениях, активно используемых для отдыха. Кроме того, при высокой численности лося и кабана учащаются их встречи с отдыхающими, представляющие для людей в определенные периоды некоторую опасность. Олени и косули во многих отношениях более привлекательны для рекреационных лесов, чем лось и кабан; кроме того, они охотно используют зимнюю подкормку и меньше повреждают древесную растительность. В этой связи допустимая численность их в рекреационных лесах может быть значительно выше, чем у лося и кабана. Если присутствие последних оказывается безболезненным для насаждений при плотности не более 1–1,5 голов на 1000 га, то у оленя она может быть доведена до 5–7, а у косули до 10 и более на ту же площадь. В зимние месяцы олени и ко-

сули, концентрируясь в местах подкормки, довольно быстро привыкают к людям, и можно с успехом использовать этих животных для непосредственного контакта с отдыхающими. Это всегда имеет большое воспитательное значение и, несомненно, повышает активность населения в деле охраны животного мира.

ПТИЦЫ В УСЛОВИЯХ РЕКРЕАЦИОННОГО ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ

Изучение населения птиц в лесах, традиционно используемых для массового отдыха и по существу превратившихся в городские лесопарки, началось еще до развития и проведения в широких масштабах самостоятельных исследований по оценке воздействия рекреации на лесные экосистемы (Беляев, 1937, 1938; Божко, 1957, 1972; Флинт, Кривошеев, 1962а, б; Тейхман, Флинт, 1967; Владышевский, 1975). В последнее десятилетие в связи с резким усилением урбанизации природных ландшафтов и как следствие увеличением антропогенного пресса на них, в том числе активизацией рекреационного лесопользования, орнитологические исследования в рекреационных лесах получают все большее распространение и проводятся во многих районах нашей страны (Лиховид, 1978; Быков, 1979; Миловидов, Миловидов, 1981; Чернобай, Шведов, 1982; Френкина, 1983б; Добрушин, 1984; Самойлов, 1984 б; и др.). Все чаще они выполняются в составе комплексных биогеоценологических работ в лесах рекреационного назначения (Корнеева, 1979; Королькова, Корнеева, 1982; Дыренков, 1983). Такие исследования представляют большую ценность, поскольку птицы, чувствительные к любому рода нарушениям мест их обитания, что отражается в легкодоступных для изучения изменениях видового состава, численности, пространственного размещения и т. д., являются лучшими индикаторами состояния леса и степени его деградации под воздействием антропогенных факторов (Rappe, 1974; Bezzel, 1976; Blondel, 1981; Schumacher, 1982; Szaro, Balda, 1982; Лихацкий, 1983б; Schwarzenbach, Pfister-Jannet, 1984).

Выявлены четкие закономерности в изменении населения птиц под воздействием рекреационного лесопользования, отмечено значительное снижение в этих условиях успешности гнездования птиц, особенно открыто гнездящихся (Нанкинов, 1976; Калинин, 1979; Ежова, 1982).

Установлено, что увеличение интенсивности использования территории для отдыха приводит к снижению видового разнообразия и плотности гнездящихся лесных птиц (Королькова, 1978; Самойлов, 1982; Ежова, 1982; Jost, 1983; Kramel-Kruck, 1984; Ordam, Helmrich, 1984), однако в деградирующих насаждениях последний показатель может не только сохраниться на прежнем уровне, но и значительно увеличиться за счет активного проникновения сюда синантропных видов (Ежова, Френкина, 1981; Бабенко, Константинов, 1983; Морозова, 1984а).

Влияние рекреации на птиц в насаждениях различного породного состава и структуры проявляется неодинаково. В табл. 3 приводятся данные, характеризующие изменения в населении гнездящихся лесных птиц в зависимости от уровня рекреационного воздействия на различные леса ближнего Подмосковья (Самойлов, 1982). Как указывают и другие авторы, снижение видового разнообразия птиц в первую очередь происходит за счет видов, гнездящихся на земле и в нижних ярусах леса, а в насаждениях с очень высокой посещаемостью они исчезают вовсе (Строков, 1967; Залетаев, 1974б; Флинт, Тейхман, 1976; Корнеева, Шпиякин, 1978а). Интересные данные о птицах, реагирующих на увеличение рекреационных нагрузок, приводят А. ван дер Занде и П. Вос (van der Zande, Vos, 1984): при плотности отдыхающих от 8 до 37 чел./га численность того или иного вида снижается примерно на 25%.

Особо отмечается, что к негативным изменениям в видовом составе и численности гнездящихся лесных птиц, кроме причин, указанных нами выше (см. табл. 1), нередко приводит и "приспособление" лесных насаждений для отдыха, если оно выполняется без учета требований птиц к своим местообитаниям (Ильинский, Мальчевский, 1984).

Помимо изучения различных аспектов населения птиц, проводятся наблюдения за

Т а б л и ц а 3

Число видов и плотность гнездящихся птиц в рекреационных лесах ближнего Подмосквья

Уровень рекреационного воздействия	Сосняк с дубом волосистоосоково-зеленчуковый		Ельник с липой лещиновый кислочно-зеленчуковый		Липняк снытево-волосистоосоковый		Березняк волосистоосоково-зеленчуковый	
	число видов	плотность, пар/га	число видов	плотность, пар/га	число видов	плотность, пар/га	число видов	плотность, пар/га
Слабое	18	5,1	19	4,7	13	3,1	14	2,9
Среднее	13	3,6	16	3,0	11	2,6	14	2,5
Сильное	6	2,2	9	2,7	10	2,2	12	2,3

изменениями в их поведении в условиях активного использования лесных местообитаний для массового отдыха (Королькова, 1977); выявляются особенности питания птиц в рекреационных зонах (Лихацкий, 1983а; Френкина, 1983а, б). Однако такие исследования до настоящего времени не получили должного развития.

Изучение влияния рекреационного лесопользования на птиц, проводимое авторами в течение длительного времени, и анализ литературных источников позволяют сделать вполне определенные выводы. Видовой состав, численность и пространственное размещение птиц в пределах лесного массива и конкретных биотопов, особенности их гнездования, питания, поведения и отношения к человеку во многом зависят от того, какой вид отдыха имеет преимущественное развитие, насколько он является массовым, в какой мере и на какой площади подверглись деградации лесные насаждения. Наиболее отчетливо влияние рекреации на птиц проявляется в тех лесных массивах, где в результате длительного и активного рекреационного лесопользования, с одной стороны, сформировались зоны массового повседневного отдыха, где распространены деградирующие под воздействием рекреации насаждения, а с другой — выделены наименее привлекательные для отдыха и поэтому малопосещаемые участки леса, нередко занимающие значительные площади. На примере именно таких массивов, несмотря на отсутствие в них многих редких и малочисленных видов, исчезнувших еще на первых этапах развития рекреационного лесопользования, приводятся данные, характеризующие влияние рекреации на лесных птиц.

Отряд Соколообразные (обыкновенный осоед, черный коршун, тетеревиный, перепелятник, канюк, чеглок, обыкновенная пустельга). Хищные птицы, стоящие на высших трофических уровнях, особенно чувствительны ко всяким изменениям условий их обитания (Brown, 1976; Галушин, 1980; Самойлов, 1983а). Как уже отмечалось, даже экстенсивные формы рекреации оказываются фактором, лимитирующим возможность гнездования в лесных массивах всех крупных видов хищных птиц. В условиях же собственно рекреационных лесов ее воздействию в значительной мере подвергаются все представители этого отряда, под угрозой исчезновения оказываются многие виды, положение которых, например, в масштабах европейской части СССР В.М. Галушин (1980) оценивает как благополучное. Сплошное освоение под массовый повседневный и пикниковый отдых опушек и берегов лесных водоемов не только исключает возможность использования большинством видов хищных птиц этих потенциально высокопродуктивных кормовых биотопов, но является причиной резкого увеличения действия на них фактора беспокойства и прямого преследования практически на всей площади лесного массива. Такие относительно крупные хищные птицы, как коршун, канюк, осоед, вынуждены устраивать свои гнезда в самых отдаленных лесных кварталах, куда отдыхающие заходят только в период сбора ягод и грибов. При этом в сильно урбанизированных районах указанные виды продолжают гнездиться, как правило, лишь в относительно крупных лесных массивах, занимающих не менее 1,5–2 тыс. га и где имеют-

ся достаточно большие не используемые для повседневного отдыха площади (Самойлов, 1983б).

Важное значение для гнездящихся в рекреационных лесах хищных птиц приобретает и структура насаждений. Даже очень пластичные к воздействию рекреации мелкие соколы — чеглок и пустельга, гнездясь непосредственно в пределах зоны массового повседневного отдыха, все же по возможности выбирают насаждения со вторым ярусом древостоя или развитым подлеском, препятствующим свободному хождению людей под гнездом. В малопосещаемых частях лесных массивов структура насаждений не имеет для хищных птиц существенного значения, здесь их гнезда часто располагаются в одноярусных, лишенных подроста и подлеска насаждениях.

Постоянное присутствие в зонах массового повседневного отдыха большого числа людей делает невозможным благополучное гнездование здесь тех видов хищных птиц, которые строят большие, хорошо заметные гнезда: коршуна, канюка, осоеда. Их гнезда всегда привлекают к себе внимание отдыхающих, которые ради любопытства постоянно вспугивают птиц, а иногда и разоряют гнездо (Самойлов, 1978б). Особую опасность для гнездящихся в рекреационных лесах хищных, как, впрочем, и многих других птиц, представляют массовые наплывы отдыхающих в лес в первой половине мая, когда в воскресные и праздничные дни при хорошей погоде создаются пиковые нагрузки, распространяющиеся на значительную часть площади лесного массива. Если учесть, что в это время года деревья остаются еще без листьев и гнезда хищных птиц хорошо заметны, то вполне понятно, почему более половины из всех ежегодно разоряемых и брошенных в пригородных лесах гнезд хищных птиц приходится именно на первую половину мая.

Активное рекреационное лесопользование обуславливает проявление фактора беспокойства не только у гнезд хищных птиц, но и в местах их охоты. В нерабочие дни, когда на опушках, лесных полянах, лугах сосредоточивается большое число отдыхающих, в трудном положении оказываются все охотящиеся на открытых местах виды хищных птиц. Так, при плотности отдыхающих более 1 человека на 10 га луга здесь, как правило, перестают охотиться канюк, коршун, луни, а при увеличении ее до 5–6 человек — даже пустельга.

В рекреационных лесах отрицательное воздействие на хищных птиц оказывает серая ворона, численность которой в зонах массового повседневного отдыха бывает исключительно велика и достигает 1 гнездящейся пары на 1,5 га. Здесь вороны преследуют, мешают охотиться и препятствуют гнездованию практически всех видов хищных птиц. Особенно агрессивны они по отношению к тем хищникам, которые не в состоянии оказать им серьезного сопротивления: канюку, осоеду, коршуну. Отмечены случаи, когда большие группы ворон вынуждали этих птиц опускаться на землю, где и забивали их насмерть. Типичные орнигофаги — чеглок и тетеревиатник легче переносят присутствие большого числа ворон, так как последние не всегда решаются подлетать к их гнездам на близкое расстояние (Морозова, 1983; Самойлов, 1984а). Можно с полным основанием сказать, что вороны в условиях активного рекреационного лесопользования являются дополнительным фактором, препятствующим успешному гнездованию здесь большинства видов хищных птиц.

Следует отметить, что в последние годы прослеживается тенденция адаптации некоторых видов хищных птиц к определенным факторам антропогенного воздействия (Галушин, 1982), в том числе к присутствию в лесу отдыхающих. Прежде всего это относится к мелким хищникам: чеглоку, пустельге, перепелятнику, а также к тетеревиатнику и в определенной мере осоеду. Интересно, что тетеревиатник начинает заселять и городские лесопарки; при этом во всех известных нам случаях его успешного гнездования птицы в период насиживания кладки и выкармливания птенцов не реагировали на присутствие большого числа отдыхающих, если те не проявляли к ним повышенного интереса. Однако это наблюдалось только на участках, где развит прогулочный отдых. Пикниковый отдых даже небольшого числа людей, но сопровождаемый разведением костра и сильным шумом, как правило, приводит к гибели кладки.

Коршун и канюк пока крайне настороженно относятся к людям и избегают не только гнездиться, но и появляться в местах сосредоточения отдыхающих.

Отряд Курообразные (рябчик). Как известно, тетеревиные отличаются наибольшей чувствительностью к посещению леса человеком (Птушенко, Иноземцев, 1968; Андреев, Френкина, 1981; Rakušan, 1981; Ruwet, 1982; Мальчевский, Пукинский, 1983). Так, глухарь и тетерев обычно исчезают в лесных массивах еще при экстенсивных формах рекреации, до развития повседневного отдыха (Самойлов, 1978 г.). Рябчик дольше других тетеревиных сохраняется в рекреационных лесах, так как меньше привлекает к себе внимание отдыхающих и в течение всего года обитает на ограниченных по площади и, как правило, малопригодных для отдыха участках леса. Большая привязанность рябчика к своей территории увеличивает, с одной стороны, шансы на сохранение его в рекреационных лесах, а с другой — при увеличении посещаемости или проведении на этих участках лесохозяйственных мероприятий делает этот вид чрезвычайно уязвимым перед рекреационным лесопользованием. Нами отмечены случаи, когда рябчики в течение нескольких лет успешно размножались в непосредственной близости от зон массового повседневного отдыха; при этом у них были полные выводки, насчитывающие по 8—9 птенцов. Во всех случаях такие выводки сохранялись, если насаждения гнездового участка отличались высокими защитными свойствами, прежде всего хорошим развитием хвойного подроста и подлесочного яруса, а его размеры позволяли птицам не приближаться к площадкам отдыха или прогулочным маршрутам ближе чем на 200—250 м. В то же время выводки рябчиков, державшиеся в малинниках и черничниках, где проводился активный сбор ягод, из-за постоянного вспугивания почти всегда имели неполный состав. Обычно в них было по 3—4 птенца, а в наиболее часто посещаемых ягодниках отмечены выводки, в которых оставалось всего по 1—2 птенца. Эти данные показывают, насколько существенным для благополучия рябчика является фактор беспокойства. Не случайно этот вид при развитии повседневного отдыха и массовом собирательстве сохраняется лишь в относительно крупных лесных массивах площадью 1,5—2 тыс. га, где имеются малопривлекательные для отдыха участки с элементами лесной захламленности. Среди лесных птиц рябчик является одним из лучших индикаторов рационального рекреационного лесопользования, и его сохранение следует расценивать как свидетельство правильного, экологически обоснованного подхода к организации территории и ведению хозяйства в рекреационных лесах.

Отряд Ржанкообразные (черныш, вальдшнеп). Из большого числа видов куликов, встречающихся в лесной зоне, по настоящему лесными можно назвать лишь вальдшнепа и черныша, причем последний селится в лесных массивах только вдоль берегов водоемов и лесных болот. Вальдшнеп и черныш, как и другие лесные выводковые птицы, значительно больше подвержены отрицательному воздействию рекреации, чем птенцовые. Прежде всего они чрезвычайно сильно зависят от состояния напочвенного покрова и нижнего яруса древесной растительности и из-за специфики питания избегают насаждений, хотя бы в незначительной степени деградирующих под воздействием рекреации.

В рекреационных лесах гнездование вальдшнепа всегда приурочено к малопосещаемым и отличающимся обилием почвенной фауны увлажненным участкам. Достаточно очистки такого участка от лесной захламленности или прокладки через него прогулочного маршрута, чтобы вальдшнеп перестал там гнездиться. Выводки черныша всегда придерживаются узкой береговой полосы лесных водоемов и болот. В рекреационных лесах черныш избегает гнездиться вблизи сколько-нибудь крупных речек и других водоемов, где постоянно бывают отдыхающие, и обычно селится по ручьям и осушительным канавам с сырыми, заросшими околородной растительностью берегами.

По сравнению с рябчиком кулики легче переносят влияние рекреации, так как в отличие от него связаны с гнездовым участком только в течение относительно короткого периода размножения; кроме того, они не нуждаются в ягодниках, где особенно сильно действует фактор беспокойства. Однако и для них рекреационное лесопользование при активных формах его проявления оказывается фактором, лимитирующим возможность успешного гнездования. Так же как и рябчик, вальдшнеп и в меньшей мере черныш

среди населяющих рекреационные леса птиц являются самыми чувствительными индикаторами степени рекреационной нарушенности лесных насаждений.

Отряд Голубеобразные (вахирь, клинтух, обыкновенная горлица). Воздействие рекреации на все виды лесных голубей сравнительно невелико и заметно сказывается лишь непосредственно в зоне массового повседневного отдыха. Клинтух гнездится в дуплах больших деревьев, чаще на значительной высоте, поэтому его гнезда крайне редко разоряются людьми, а вахирь и горлица, хотя они гнездятся сравнительно высоко и открыто, строят настолько маленькие и рыхлые гнезда, что если отдыхающие и замечают их, то не принимают за жилище. Гораздо существеннее опосредованное влияние рекреационного лесопользования на голубей. Активные санитарные рубки в рекреационных лесах ведут к резкому сокращению количества дуплистых деревьев, пригодных для гнездования клинтуха. В результате его численность в таких лесах снижается, а в зонах массового повседневного отдыха, где уход за лесом ведется особенно активно, клинтух становится редкой гнездящейся птицей.

Вахирь и горлица обычно предпочитают гнездиться в периферийных частях лесных массивов, а в рекреационных лесах это наиболее посещаемые места. Как уже отмечалось, именно в зонах массового отдыха высока численность серой вороны и сороки, которые легко находят и разоряют гнезда этих голубей. Как и многим другим открыто гнездящимся птицам, им неоднократно приходится делать повторные кладки главным образом из-за хищничества ворон и сорок. Лишь со второй половины июня, когда вороны и отчасти сороки покидают свои гнездовые участки, вахирю и горлице удается выкормить один выводок. Чаще это бывает в культурах ели или сосны II—III классов возраста, обеспечивающих наилучшие защитные условия для гнездования этих голубей.

Таким образом, для обеспечения возможности успешного гнездования лесных голубей в условиях рекреационного лесопользования необходимы сохранение крупных дуплистых деревьев и наличие высокополнотных участков хвойных культур.

Отряд Кукушкообразные (обыкновенная кукушка). Несмотря на то что во многих случаях массовый повседневный отдых способствует проникновению на лесные территории одних из наиболее частых "хозяев" кукушки — белой трясогузки и обыкновенной горихвостки, встречаемость этой птицы в зоне деградирующих насаждений снижается. С одной стороны, это происходит из-за ухудшения здесь условий гнездования для других видов, на гнездах которых обычно паразитирует кукушка: зарянки и лесного конька, а с другой — из-за повышенной плотности ворон. Отмечено, что вороны легче находят и в первую очередь уничтожают именно те гнезда мелких левчих птиц, которыми воспользовалась кукушка. Лишь в редких случаях в местах массового отдыха птицам удается благополучно выкормить кукушонка, чаще это бывает поздний повторный выводок, когда основная часть ворон уже покинула лесные местообитания. Интересно, что при этом некоторые молодые кукушки в условиях высокой посещаемости ведут себя по отношению к людям очень доверчиво; собирая корм на земле, главным образом на выбитых участках, подпускают отдыхающих на близкое расстояние — менее 1 м.

Отряд Совообразные (серая неясыть, ушастая сова, мохноногий сыч, воробьиный сыч). Неясыть и ушастая сова благодаря скрытному ночному образу жизни и пластичности в выборе объектов питания относительно легко мирятся с проявлениями рекреационного лесопользования. Они могут гнездиться даже в деградирующих насаждениях, если в них имеются недоступные для человека и ворон надежные укрытия, а поблизости — участки леса или луга с достаточно высокой численностью мышевидных грызунов. В зонах массового повседневного отдыха неясыть и ушастая сова начинают активно использовать в питании не только синантропных грызунов, но и птиц, прежде всего полевого и домового воробьев, которых они успешно извлекают даже из гнезд; нередко их добычей становятся и сизые голуби.

Однако в целом условия обитания сов в рекреационных лесах по мере усиления их использования ухудшаются. В деградирующих насаждениях обычно снижается обилие мышевидных грызунов и, что самое главное, нарушается стабильность кормовой

базы сов, меньше становится укрытий. Нередко отдыхающие отлавливают не умеющих еще летать совят (Самойлов, 1978в). Для сов, как и многих видов дневных хищных птиц, все более серьезным лимитирующим фактором становятся многочисленные в рекреационных лесах вороны, которые преследуют их с наибольшей агрессивностью. В результате всего этого численность сов в зонах массового повседневного отдыха снижается или они исчезают вовсе. Дольше всего неясить сохраняется здесь на гнездовании в изобилующих большими дуплами старых липняках, где основой ее питания обычно являются рыжая полевка и лесная мышь. Ушастая сова в отличие от неясити чаще охотится на сопредельных с лесом лугах и суходолах, а гнездиться предпочитает в гнездах сорок и ворон, поэтому оптимальными для гнездования этого вида являются высокополнотные хвойные молодняки, расположенные в периферийных частях лесных массивов. Сочетание таких насаждений с открытыми пространствами делает возможным благополучное гнездование ушастой совы даже в больших городах.

Мохноногий и воробьиный сычи — это виды, собственные хвойным лесам таежного типа, и на гнездовании они найдены в тех частях рекреационных лесных массивов, которые используются лишь в целях собирательства и не подвергаются деградации. Произвольное увеличение сети прогулочных маршрутов и повсеместное проведение санитарных рубок, сопровождающихся уборкой лесной захламленности, нередко являются причиной исчезновения сычей даже в характерных для них местообитаниях. Эти мелкие совы продолжают гнездиться в тех рекреационных лесах, где имеются крупные выделы хвойных насаждений с элементом лесной захламленности, не используемых для повседневного отдыха.

Отряд Козодоеобразные (обыкновенный козодой). Основными местами гнездования козодоя являются опушки и редины, т. е. самые привлекательные для повседневного и пикникового отдыха участки леса. Нахождение здесь людей, частое присутствие собак отрицательно сказываются на условиях существования козодоя, несмотря на его большую скрытность и сумеречный образ жизни. Случайное вспугивание находящейся на гнезде или затаившейся на день птицы, изреживание подлесочного яруса и вытаптывание напочвенного покрова, ухудшающие защитные и гнездовые качества насаждений, являются причиной, из-за которой козодой, и без того малочисленный вид, становится особенно редким в рекреационных лесах. В тех массивах, где рекреационная дигрессия насаждений распространяется на значительную площадь, козодой часто не только не может найти подходящих ему укрытий, но и испытывает недостаток в своем основном корме — летающих ночных насекомых. Особенно неблагоприятная обстановка складывается для этого вида в пригородных лесах, где он, как правило, перестает гнездиться.

Отряд Дятлообразные (желна, пестрый дятел, малый дятел, зеленый дятел, вертешейка). Для дятлов, как и большинства дуплогнездников, фактор беспокойства не имеет существенного значения. Даже самый крупный из наших дятлов — желна — успешно гнездится в активно посещаемых городских лесопарках, если в них есть пригодные для устройства его большого дупла дерева и хорошая кормовая база. Однако в этих условиях, особенно если вблизи проходят оживленные пешеходные дороги, дупло выдалбливается по возможности на большой высоте, а в период выкармливания птенцов родители ведут себя достаточно скрытно, особенно у гнезда. Самый обычный из дятлов — пестрый — может поселиться даже в городском парке, если он занимает не менее 10 га и в нем сохранилось много старых деревьев. Такое безбоязненное по отношению к человеку поведение дятлов объясняется, с одной стороны, недоступностью их гнезд, к тому же располагаемых в зонах массового повседневного отдыха, как правило, на большей высоте, чем обычно, с другой — традиционно покровительственным отношением к ним человека. Даже когда дятлы устраивают дупла рядом с прогулочным маршрутом, и громкий крик птенцов слышен всем проходящим за несколько десятков метров, им почти всегда удается благополучно завершить гнездовой период. И тем не менее рекреационное лесопользование все же отрицательно влияет на условия обитания дятлов. Так, уже при развитии бивуачно-пикникового отдыха в зоне его распространения сжигаются в кострах все усохшие и трухлявые деревья, которые необходимы для

устройства гнезда малому дятлу и где кормятся другие виды дятлов. Регулярный уход за насаждениями в зонах массового повседневного отдыха всегда сопровождается практически полной вырубкой усыхающих и фауных деревьев, что постепенно ухудшает кормовые и гнездовые качества местообитаний дятлов. Наименее благоприятные условия складываются при этом для желны, которой нужны особенно крупные перестойные деревья, причем на значительной площади.

Зеленый дятел по размерам уступает только желне, и ему также необходимо участие в насаждениях старых перестойных деревьев. Однако в отличие от желны он предпочитает гнездиться в лиственных лесах, где санитарные рубки, как правило, ведутся не столь регулярно и интенсивно, как в сосняках и ельниках, поэтому лесохозяйственные мероприятия в рекреационных лесах не оказывают заметного отрицательного воздействия на этот вид. Кроме того, следует иметь в виду, что зеленый дятел особенно сильно повреждает муравейники, которые в рекреационных лесах и без того страдают от массовой посещаемости, поэтому его присутствие в тех лесных массивах, где еще сохранились колонии рыжих лесных муравьев, крайне нежелательно.

Самым пластичным как в выборе мест гнездования, так и в питании является пестрый дятел. Он находит пригодные для устройства дупла деревья и гнездится в насаждениях, длительное время используемых для массового повседневного отдыха. Именно пестрый дятел регулярно посещает подкормочные столики и кормится на них даже в летние месяцы. Отмечено, что в лесопарках у этих дятлов чаще проявляется хищничество по отношению к мелким воробьиным птицам, у которых они разоряют гнезда и уничтожают птенцов. А в тех насаждениях, где полностью удалены все ослабленные и усыхающие деревья, пестрые дятлы особенно активно повреждают искусственные гнездовья.

Вертишейка, основу питания которой составляют муравьи, в зонах массового повседневного отдыха, как правило, не имеет возможности гнездиться не только из-за плохой кормовой базы, но и недостатка пригодных для гнездования дупел или искусственных гнездовий.

Все дятлы очень тесно связаны с древесным ярусом, который, как известно, является наиболее устойчивым к рекреационному воздействию компонентом леса. Возможность гнездования их во многом зависит от состава, возраста и санитарного состояния древостоя, поэтому перспективы сохранения в рекреационных лесах всех представителей этого отряда в значительной мере определяются тем, насколько экологически грамотно ведется в них хозяйство.

Отряд Воробьинообразные, самый многочисленный как по числу видов, так и по плотности населения, включает в себя виды птиц, которые настолько отличаются друг от друга по биологии и образу жизни, что при рассмотрении его целесообразно остановиться на отдельных семействах. Это тем более обоснованно, что воробьиные благодаря массовости и чрезвычайному разнообразию в рекреационных лесах (до 70% видового состава) позволяют проследить и оценить воздействие на лес всего комплекса факторов, обусловленных рекреационным лесопользованием.

Сем. Вороновые (сойка, сорока, серая ворона, ворон). Практически все представители этого семейства оказались чрезвычайно пластичными ко всяким антропогенным воздействиям, включая и рекреационное. В своем большинстве вороновые не только не избегают мест массового отдыха, а, напротив, тяготеют к ним, и численность, например серой вороны и сороки, здесь значительно выше, чем в малопосещаемых лесных массивах. Этот факт отмечается многими авторами (Королькова, 1978; Чернобай, Шведов, 1982; Бабенко, Константинов, 1983; Nievergelt, Hess, 1984; и др.). Даже ворон, самый крупный и осторожный из вороновых, численность которого в последние 10–15 лет повсеместно увеличивается, активно заселяет не только отдаленные рекреационные леса, но и начинает гнездиться в городских лесопарках площадью не менее 200–250 га. Устраивая гнезда в кронах старых высокоствольных деревьев, ворон находит вполне терпимую обстановку даже непосредственно в зонах массового повседневного отдыха и приспособливается к почти постоянному присутствию людей на его гнездовом участке. На более спокойное отношение воронов к присутствию человека в таких условиях по

сравнению с малопосещаемыми лесами указывает и Р. Найт (Knight, 1984). Постоянное изобилие здесь или на сопредельных территориях всевозможных пищевых остатков обеспечивают ему в течение всего года более надежную кормовую базу, чем в естественных природных ландшафтах.

Особенно благоприятные условия складываются в рекреационных лесах для серой вороны, которая, как правило, становится здесь фоновым видом, и ее численность в местах массового отдыха увеличивается в десятки раз, достигая в отдельных случаях, например в небольших городских лесопарках, 5–6 пар на 10 га (Морозова, 1984б). При этом для многих открыто гнездящихся птиц именно ворона превращается в фактор, лимитирующий возможность их успешного гнездования в зонах массового повседневного отдыха. В первую очередь это относится к таким ранее гнездящимся видам, как зяблик, зеленушка, певчий и черный дрозды, белобровик, длиннохвостая синица.

Сорока во многих случаях не заселяет зоны повседневного отдыха так равномерно, как ворона, однако на тех участках, где преобладают молодые насаждения, прежде всего хвойные, численность этого вида может составлять 2–3 пары на 10 га, а в отдельных случаях и больше. В хвойных молодняках она нередко устраивает гнезда на небольшой высоте недалеко от прогулочных маршрутов. Сорока в течение всего гнездового периода активно разоряет гнезда мелких воробьиных птиц и значительно увеличивает тот отрицательный пресс, который оказывает на орнитокомплексы рекреационных лесов серая ворона.

Сойка в отличие от вороны и сороки, как правило, избегает мест массового отдыха и чаще появляется здесь в осенне-зимний период, когда ее можно видеть и у кормушек. Однако и для этого вида рекреационное лесопользование имеет положительную сторону, что выражается в повышении стабильности кормовой базы. Есть все основания считать, что в перспективе сойка станет самой обычной птицей не только в загородных рекреационных лесах, но и в городских лесопарках.

В настоящее время из-за исключительно высокой концентрации в рекреационных лесах серой вороны и сороки и большого ущерба, наносимого ими лесным животным, здесь необходимо применение специальных мер по сокращению и контролю за численностью этих видов.

Сем. Синицевые (буроголовая гаичка, московка, хохлатая синица, большая синица, лазоревка). Представители этого семейства по их отношению к рекреации делятся на две группы.

Большая синица и лазоревка, предпочитающие светлые лиственные и смешанные леса, не только легко переносят массовое посещение леса отдыхающими, но и нередко значительно увеличивают свою численность в зонах повседневного отдыха. Во многом этому способствуют регулярная зимняя подкормка и развеска искусственных гнездовий. В первую очередь эти мероприятия положительно сказываются на большой синице, плотность гнездования которой в деградирующих насаждениях может увеличиться до 2 пар/га, а зимой в местах стационарной подкормки их собирается по несколько десятков особей. Лазоревка всегда встречается в меньшем количестве, чем большая синица, но и ее численность заметно увеличивается при развеске в рекреационных лесах искусственных гнездовий и организации зимней подкормки. Однако в тех случаях, когда рекреационное воздействие приводит к изреживанию лесообразующего яруса до полноты 0,3–0,4 и в таких насаждениях исчезают практически все дуплистые деревья, а искусственные гнездовья не вывешиваются, то и эти виды синиц могут здесь отсутствовать.

Московка, хохлатая синица и буроголовая гаичка в отличие от большой синицы и лазоревки в зонах массового повседневного отдыха становятся очень редкими и перестают гнездиться. Их численность сокращается в рекреационных лесах уже при развитии бивуачно-пикникового отдыха. Это объясняется спецификой требований этих синиц к месту для устройства гнезда: гаичка и хохлатая синица предпочитают гнездиться в дуплах, самостоятельно выдолбленных в тонкомерных трухлявых стволах или высоких пнях осины, березы, ольхи, которые в первую очередь сжигаются отдыхающими в

кострах или регулярно удаляются при проведении санитарных рубок и рубок ухода. В рекреационных лесах ухудшение по этим причинам гнездовых качеств хвойных насаждений, являющихся основными местообитаниями московки, хохлатой синицы и гаички, нередко происходит на всей их площади, и синицы в этих условиях вынуждены использовать малопригодные и легкодоступные различным хищникам укрытия или покидать эти леса.

Принимая во внимание, что московка, хохлатая синица и гаичка являются типичными видами хвойного леса, их численность резко сокращается не только из-за недостатка в рекреационных лесах мест для устройства гнезда, но и в результате общей деградации их местообитаний. Прежде всего это происходит в зоне массового повседневного отдыха, где хвойные насаждения, особенно еловые, самые неустойчивые к рекреационному воздействию, довольно быстро переходят в состояние, соответствующее IV—V стадиям рекреационной дигрессии. В таких насаждениях эти синицы встречаются на гнездовании чрезвычайно редко. Таким образом, московка, хохлатая синица и гаичка, достаточно чувствительные к рекреационному воздействию, могут служить индикаторами при оценке состояния еловых и сосновых насаждений.

Сем. Поползневые (обыкновенный поползень). Как и другие птицы-древотазы, поползень в течение всего года придерживается спелых и перестойных насаждений. В отсутствие естественных дупел он чаще всего использует дупла пестрого дятла и, гнездясь в зонах массового повседневного отдыха, легко противостоит конкуренции со стороны таких синантропных видов, как полевой воробей и скворец. Способность поползня уменьшать диаметр лотка, замазывая его края глиной, спасает гнездо и от нападения ставших многочисленными в лесопарках белок. Все это обуславливает возможность гнездования поползня даже в деградирующих насаждениях, чаще в старых липняках и сосняках. При этом поползень изредка поселяется и в искусственных гнездовьях, если они сделаны из толстых досок и не имеют щелей. В осенне-зимний период поползень охотно посещает кормушки и в это время года чаще встречается в местах массового отдыха, где численность его заметно увеличивается.

Сем. Пищуховые (обыкновенная пищуха). Эта своеобразная, исключительно лесная птица предпочитает спелые и перестойные насаждения, в которых имеются усохшие и фаутовые деревья с отставшей корой, различными щелями и другими пригодными для устройства гнезда пищухи укрытиями. Естественно, что регулярное проведение на всей площади лесного массива санитарных рубок резко ухудшает условия обитания этого вида: снижаются гнездовые и кормовые качества насаждений. Прежде всего это, конечно, относится к зонам массового повседневного отдыха, где санитарные рубки ведутся с наибольшей интенсивностью. Кроме того, здесь из-за популярной среди отдыхающих и ставшей регулярной подкормки белок значительно увеличивается их численность, поэтому если пищухе и удастся найти в таких "ухоженных" насаждениях подходящее укрытие для гнезда, оно, как правило, оказывается разоренным. Нередко повинен в этом бывает и пестрый дятел. Практически бесполезной для пищухи в наших рекреационных лесах оказывается развеска таких искусственных гнездовий, как синичники и скворечники, которые она занимает в исключительных случаях.

Сем. Крапивниковые (крапивник). Важным элементом местообитания крапивника является лесная захламленность: выворотни, бурелом, кучи хвороста. Особенно охотно поселяется он в лесных оврагах с обнаженными корнями деревьев. Уборка лесной захламленности, которая в лесном хозяйстве считается совершенно несовместимой с рекреационным лесопользованием, изреживание подлеска уменьшают площади пригодных для гнездования крапивника насаждений. В зонах массового повседневного отдыха этот вид из-за практически полного отсутствия подходящих укрытий, как правило, не гнездится. В крупных городских лесопарках крапивника иногда можно встретить на гнездовании на склонах оврагов, куда реже всего заходят отдыхающие, или на некоторых других малодоступных им участках.

Сем. Дроздовые (рябинник, белобровик, певчий дрозд, черный дрозд, деряба, зарянка, обыкновенная горихвостка, обыкновенный соловей). Очень четко различия во влия-

янии рекреационного лесопользования на птиц, обусловленные особенностями их гнездования и образа жизни, прослеживаются на примере настоящих дроздов: рябинника, белобровика, певчего, черного, дерябы.

Рябинник, самый распространенный у нас дрозд, спокойно гнездится в зонах массового повседневного отдыха, причем нередко с большей плотностью, чем в мало-посещаемых насаждениях. Частичная нарушенность напочвенного покрова облегчает ему добывание основного корма для себя и птенцов — дождевых червей, а расположение гнезд в этих условиях на большей высоте, чем обычно, делает их недоступными для отдыхающих. Следует отметить, что рябинники, гнездящиеся на участках рекреационного леса с высокой посещаемостью, почти не реагируют на присутствие людей; в отличие от гнездящихся в естественных лесах они не слетают с гнезда даже при длительном наблюдении за ним с близкого расстояния, при сборе корма подпускают человека на несколько шагов. Практически единственными врагами рябинника в рекреационных лесах являются серая ворона, сорока и белка, но колониальное гнездование этого вида и его повышенная агрессивность позволяют рябинникам успешно защищать свои гнезда. Даже при очень высокой численности ворон и белок эти дрозды гнездятся в наиболее посещаемых участках леса, если напочвенный покров не выбит там полностью; при этом под защитой чрезвычайно агрессивных по отношению к своим врагам рябинников в пределах занятой колонией территории обычно концентрируются на гнездовании такие открыто гнездящиеся виды, как зяблик, зеленушка, белобровик, пересмешка и др. Во многих случаях колонии рябинников в рекреационных лесах являются единственным местом, где многие лесные птицы могут успешно вывести первый выводок. Все чаще рябинники поселяются и в городских парках, где отмечено их раннее гнездование отдельными парами.

Белобровик в естественных условиях гнездится в нижних ярусах леса или на земле. В рекреационных лесах, особенно в зонах массового повседневного отдыха, этот вид страдает не только от ухудшения защитных свойств лесных местообитаний: изреживания подлеска, деградации елового подроста, уборки захламленности, а главным образом от хищничества ворон. Однако белобровик все же приспосабливается к активному рекреационному лесопользованию, если в насаждениях имеются недоступные воронам сильно загущенные куртины колючих кустарников или елового подроста. Пары, гнездящиеся в местах массового отдыха в густых живых изгородях по несколько лет подряд, настолько привыкают к постоянному присутствию человека, что самка не покидает гнездо, даже если наблюдатель подходит к нему вплотную. Чаще же белобровики, как и многие другие открыто гнездящиеся птицы, в зонах массового повседневного отдыха строят гнезда непосредственно в колониях рябинников, размещая их, как правило, на необычной для этого вида высоте, до 7—8 м над землей, на что указывают и другие авторы (Ежова, 1980; Мальчевский, Пукинский, 1983). Нами отмечено несколько случаев гнездования белобровиков в городских лесопарках на высоте 12—18 м, но обязательно вблизи рябинников, защищающих подступы к своим гнездам со значительного расстояния. В лесопарках белобровику удается благополучно выкормить первый выводок в отсутствие рябинников только в насаждениях, отличающихся исключительно высокими защитными свойствами.

Певчий и черны́й дрозды оказались малоустойчивыми к воздействию рекреации и в зонах массового повседневного отдыха, как правило, не гнездятся. В тех редких случаях гнездования этих дроздов в условиях активного рекреационного лесопользования, что были отмечены нами, они устраивали гнезда в наименее доступных человеку и хищникам полудуплах на высоте до 7 м. Высокая чувствительность певчего и черного дроздов к рекреационному использованию их местообитаний позволяет использовать эти виды в качестве надежных и эффективных индикаторов уровня рекреационного воздействия на лес. Картирование гнездящихся пар певчего и черного дроздов в некоторых рекреационных лесных массивах подтвердило их высокие индикационные возможности.

Случаи гнездования дерябы в зонах массового повседневного отдыха нам не извест-

ны. Немногочисленные регистрации гнездящихся пар в рекреационных лесах всегда были приурочены к наименее посещаемым старым соснякам, в которых лесохозяйственные мероприятия проводились с наименьшей интенсивностью.

Зарянка может использовать для устройства гнезда различные укрытия и в зонах массового повседневного отдыха, как правило, превращается в типичного дуплогнездника, предпочитая, кроме того, занимать участки с развитым подлесочным ярусом. Все это снижает возможность разорения гнезд зарянок многочисленными в этих условиях воронами. Однако подходящих для нее укрытий здесь оказывается немного, а при расчистке подлеска, среди которого зарянка и кормится, насаждения, активно используемые в рекреационных целях, становятся малопригодными для ее гнездования.

Горихвостка, напротив, предпочитает гнездиться в простых по структуре насаждениях, даже если они нарушены до IV–V стадий рекреационной дигрессии. В зонах массового повседневного отдыха численность этого вида нередко бывает несколько выше, чем в естественных биотопах.

Типичными местообитаниями соловья являются сырые, заросшие густым кустарником участки с сохранившейся лесной подстилкой. Равномерное изреживание подлеска и повсеместное осушение переувлажненных участков, проводимые при подготовке лесных территорий для массового отдыха, делают насаждения непригодными для гнездования этого вида. При увеличении посещаемости, в условиях свободного, нерегулируемого передвижения отдыхающих по лесу, на соловья, как и на всех других гнездящихся на земле и в нижнем ярусе леса птиц, заметное воздействие оказывает фактор беспокойства. Однако при прокладке прогулочных дорог и сохранении необходимых для соловья элементов его местообитаний он может успешно гнездиться даже в непосредственной близости от оживленных прогулочных маршрутов.

Сем. Толстоклювые синицы (длиннохвостая синица). Длиннохвостая синица чаще гнездится в малопригодных для отдыха сырых березняках и ольшаниках, обычно придерживаясь участков с хорошо развитым подлесочным ярусом. Если все же ее гнездовой биотоп оказывается в зоне развития массового повседневного отдыха или находится в полосе бивуачно-пикникового отдыха, то по мере изреживания подлесочного яруса и вырубки оставших в росте деревьев условия обитания этого вида заметно ухудшаются. Ранний цикл размножения длиннохвостой синицы делает ее особенно уязвимой перед воронами и сороками, поэтому в рекреационных лесах построенные до распускания листьев гнезда почти всегда оказываются разоренными еще до завершения кладки. Как и другие рано гнездящиеся виды, длиннохвостая синица также использует защитные функции рябников, устраивая свои гнезда в их колониях, причем иногда на высоте до 15–18 м. Размножение длиннохвостых синиц в лесопарках, в том числе и в городских, завершается успешно преимущественно в малопосещаемых, сложных по структуре насаждениях, и сам факт благополучного гнездования этого вида следует расценивать как показатель слабой рекреационной нарушенности данного участка леса.

Сем. Славковые (зеленая пересмешка, садовая славка, черноголовая славка, весничка, теньковка, пеночка-трещотка, зеленая пеночка). Все славковые в значительной мере подвержены влиянию активных форм рекреационного лесопользования. Изреживание в местах массового отдыха подлесочного яруса и вытаптывание напочвенного покрова намного ухудшают условия их обитания.

Пересмешка меньше других представителей этого семейства зависит от рекреационной нарушенности своего биотопа, так как в активно используемых для отдыха насаждениях размещает гнезда не в подлесочном ярусе, как обычно, а в кронах деревьев, на высоте до 5–7 м, а иногда и выше. По этой же причине фактор беспокойства оказывается для нее малозначительным. Как и многие открыто гнездящиеся виды, пересмешка в зонах массового повседневного отдыха часто гнездится под защитой колоний и отдельных пар рябников. Это позволяет ей гнездиться в городских лесопарках и крупных парках.

Славки больше других лесных птиц зависят от состояния подлеска и подроста, в котором они гнездятся и кормятся, хотя в отдельных редких случаях они могут устраи-

вать гнезда на деревьях на высоте до 7 м. В зонах массового повседневного отдыха изреживание подлесочного яруса в результате рекреационного воздействия или при благоустройстве территории в первую очередь отрицательно сказывается именно на этих видах. Хотя славки могут гнездиться и в небольших куртинах кустарников, в насаждениях, используемых для массового отдыха, особенно его активных форм, они нередко исчезают из-за механических повреждений подлеска и фактора беспокойства. Однако нередко случаи обнаружения гнезд черноголовой славки в непосредственной близости от прогулочных маршрутов, даже с интенсивным движением, причем располагались они на небольшой высоте, до 1,5 м. Вообще черноголовая славка, занимая самые разнообразные лесные местообитания, легче приспосабливается к высокой посещаемости и встречается на гнездовании даже в городских парках. Садовая славка предпочитает более осветленные участки леса, которые, как правило, в рекреационных лесах особенно активно используются для массового отдыха. Деградиация насаждений и фактор беспокойства, к которому садовая славка более чувствительна, чем черноголовая, приводят к тому, что она перестает гнездиться даже в оптимальных для нее биотопах.

Расположенные на земле гнезда пеночек в дни пиковых нагрузок в зонах массового повседневного отдыха нередко гибнут под ногами отдыхающих. Так, при абсолютном учете гнезд, проведенном на участке пригородного леса до и после пребывания здесь большого числа людей, установлено, что из 7 гнезд пеночек (весничка — 4, пеночка-трещотка — 2, теньковка — 1) на площади 10 га сохранилось только 1 гнездо, принадлежащее пеночке-трещотке. Несмотря на то что часть гнезд, находящаяся под защитой кустарников и другой растительности, сохраняется даже в сильно деградирующих под воздействием неупорядоченной рекреации насаждениях, общая численность гнездящихся пеночек здесь заметно ниже, чем в соответствующих ненарушенных местообитаниях. Более чувствительна к рекреационному воздействию теньковка. Как характерный представитель орнитокомплекса малоустойчивых к рекреации хвойных насаждений, она реже других пеночек гнездится в зонах массового повседневного отдыха. Весничка гнездится в деградирующих насаждениях до тех пор, пока в них сохраняется подлесок, а трещотка способна гнездиться даже в одновозрастных деградированных березняках с уцелевшими куртинками невытопанной травянистой растительности. Зеленая пеночка в зонах массового повседневного отдыха гнездится, как правило, по крутым склонам оврагов и в других местах с неровным рельефом, куда редко заходят отдыхающие.

Что касается воздействия многочисленных в зонах повседневного отдыха ворон на успешность гнездования славковых, то представители этого семейства обычно менее других птиц подвергаются ему, так как приступают к гнездованию после распускания листьев, когда защитные свойства насаждений значительно повышаются.

Благоустройство активно посещаемых лесов, и в первую очередь прокладка здесь прогулочных дорог, что упорядочивает передвижение отдыхающих, и сохранение при этом подлеска не просто обеспечивают возможность гнездования славков в этих условиях, но и способствуют поддержанию их численности на достаточно высоком уровне.

Сем. Корольковые (желтоголовый королек). Королек, один из самых характерных представителей орнитокомплекса хвойного леса, экологически тесно связанный с елью, легко мирится с рекреационной нарушенностью своих местообитаний до тех пор, пока не произойдет значительного ослабления елового древостоя. В результате изреживания крон деревьев и снижения полноты насаждения резко ухудшаются защитные свойства ельника, и в зонах массового повседневного отдыха в пригородных лесах, так же как и в городских лесопарках, гнезда королек чаще обычного разоряются воронами. По этой же причине корольки в зонах массового повседневного отдыха избегают гнездиться в сосновых насаждениях, если в них отсутствуют крупные ели с хорошо развитыми кронами.

Сем. Мухоловковые (серая мухоловка, мухоловка-пеструшка, малая мухоловка). Мухоловки, как и другие мелкие воробьиные птицы, гнездящиеся в дуплах и прочих укрытиях, подвергаются опосредованному воздействию рекреационного лесопользования. Оно выражается главным образом в сокращении или даже полном исчезнове-

нии тех элементов естественного леса, которые обеспечивают этим видам нормальные условия гнездования. Для мухоловок это фаутные и сломанные деревья, подлежащие удалению при санитарных рубках, которые в рекреационных лесах, и в первую очередь в зонах массового повседневного отдыха, ведутся особенно активно. В меньшей мере санитарные рубки сказываются на серой мухоловке, которая в благоустроенных участках леса часто гнездится на различных постройках, где она подвергается меньшей опасности со стороны ворон, сорок и белок. В беседках, верандах и некоторых других элементах благоустройства серая мухоловка благополучно выкармливает птенцов несмотря на присутствие большого числа отдыхающих. При сооружении удобных для размещения ее гнезд строений плотность серой мухоловки в местах массового отдыха увеличивается и значительно превышает показатели, свойственные ненарушенным лесным местообитаниям.

Среди всех птиц-дуплогнездников мухоловка-пеструшка может заселять лесные местообитания с исключительно высокой плотностью. Однако в рекреационных лесах, где душистых деревьев, как правило, остается не так много и, кроме того, серьезную конкуренцию составляют полевые воробьи и большие синицы, численность пеструшки сравнительно невелика. Обычным и даже очень многочисленным в зонах массового повседневного отдыха этот вид становится при развеске здесь синичников. Плотность пеструшки в этом случае может превышать 5 пар/га. Однако постоянно такая численность сохраняется лишь при ежегодной чистке, ремонте и замене вышедших из строя синичников. Благодаря массовому использованию пеструшкой искусственных гнездовий этот вид наряду с полевым воробьем, большой синицей и лазоревкой является самым перспективным для активно посещаемых лесов видом.

Малая мухоловка в отличие от серой мухоловки и мухоловки-пеструшки более чувствительна к рекреационной трансформации лесных местообитаний. В период гнездования она предпочитает старые хвойно-широколиственные и хвойные леса, где имеется достаточное количество мест, пригодных для размещения ее гнезда: полудупел, различных ниш и других укрытий. При освоении таких насаждений под активный повседневный отдых в них, помимо уменьшения количества таких мест, увеличивается численность ворон и белок, которые разоряют легкодоступные гнезда малой мухоловки. В результате в местах массового отдыха условия для гнездования малой мухоловки становятся непригодными. Вместе с другими видами — представителями орнитокомплекса хвойного леса эта мухоловка также может учитываться как индикатор состояния хвойных насаждений в условиях рекреационного лесопользования.

Сем. Завирушковые (лесная завирушка). Лесная завирушка, тяготеющая к еловым лесам, ведет чрезвычайно скрытный образ жизни. К своим местообитаниям она предъявляет вполне определенные требования — присутствие под пологом леса подроста ели или элементов лесной захламленности: ветровала, бурелома, куч хвороста и др. Поскольку в зонах массового повседневного отдыха сохранение захламленности невозможно, единственным местом гнездования лесной завирушки здесь остается еловый подрост, обладающий высокими защитными свойствами. В условиях активного неупорядоченного посещения леса людьми завирушка гнездится в плотных куртинах хорошо развитого подроста ели. При изреживании его за счет удаления отставших в росте экземпляров или после обрубки нижних сухих ветвей она, как правило, перестает гнездиться на таких участках леса. Гнездование завирушки, как и крапивника, является показателем сохранности малонарушенной лесной среды в зонах массового повседневного отдыха, но поскольку эта птица редко подает голос, отметить ее удастся лишь случайно.

Сем. Трясогузковые (белая трясогузка, лесной конек). Белая трясогузка, хотя и не относится к лесным видам, поселяется в насаждениях, используемых для отдыха, если там имеются какие-либо строения или они находятся на IV—V стадиях рекреационной дигрессии. Такая приверженность белой трясогузки к деградирующим насаждениям объясняется тем, что она предпочитает ловить и собирать насекомых на дорогах и других лишенных растительности участках. Кроме того, для мест массового отдыха в рекреационных лесах, как отмечают и другие авторы (Френкина, Резанов, 1984),

характерна высокая численность мух, являющихся одним из основных кормов белой трясогузки. В зонах массового повседневного отдыха она, как и серая мухоловка, нередко гнездится в различных строениях — элементах паркового благоустройства. Нами отмечен случай устройства ею открытого гнезда в городском лесопарке среди густых ветвей туи на высоте 4 м. Такие же примеры приводит С.И. Божко (1972).

Лесной конек обитает в самых различных по составу и структуре насаждениях, предпочитая, однако, светлые участки леса; гнезда, расположенные на земле, нередко устраивает в непосредственной близости от тропинок. Именно поэтому успешность его гнездования в рекреационных лесах во многом зависит от посещаемости отдыхающими занятого им участка и вида отдыха. По периферии тех лесных массивов, где развит массовый повседневный отдых, лесной конек перестает гнездиться или остается единичными парами на участках с развитым подлесочным ярусом, предохраняющим напочвенный покров от вытаптывания. В активно посещаемых городских лесопарках площадью до 150–200 га, особенно если в них недостаточно развита сеть прогулочных дорог, этот вид, как правило, отсутствует. В крупных лесопарках он продолжает гнездиться в наименее посещаемых частях, но с меньшей плотностью, чем обычно. Таким образом, снижение численности и исчезновение в лесных насаждениях лесного конька связаны с усилением их посещаемости и могут служить показателем значительной рекреационной нагрузки на нижние ярусы леса.

Сем. Скворцовые (обыкновенный скворец). Скворец лишь условно может рассматриваться как лесной вид, однако для оценки влияния рекреации на лес он представляет определенный интерес, так как часто места его гнездования приурочены к деградирующим насаждениям в зонах массового повседневного отдыха. Упрощение структуры таких насаждений, изреживание древостоя, нарушенность напочвенного покрова улучшают условия обитания этого вида в лесу, поскольку приближают естественный лесной ландшафт к парковому. Особенно способствует увеличению численности скворца в зонах массового повседневного отдыха такое часто проводимое в рекреационных лесах биотехническое мероприятие, как развеска искусственных гнездовий.

Сем. Иволговые (иволга). Иволга, типичный обитатель верхнего яруса леса, редко попадает на глаза отдыхающим. Начальные стадии рекреационной нарушенности леса, затрагивающие напочвенный покров и подлесочный ярус, практически не влияют на этот вид. Однако длительное активное рекреационное лесопользование в конечном итоге отрицательно сказывается на гнездовании иволги: при деградации насаждений происходит изреживание крон деревьев, снижается полнота древостоя, что ведет к ухудшению их защитно-гнездовых свойств. Вместе с тем в лесу увеличивается численность серой вороны, которая легко находит и разоряет гнезда иволги. В результате она перестает гнездиться в местах постоянной концентрации отдыхающих в лесу; если же в зонах массового повседневного отдыха сохраняются участки малонарушенных насаждений, этот вид может успешно гнездиться здесь.

Сем. Ткачиковые (домовый воробей, полевой воробей). Домовый и полевой воробьи — типичные синантропные виды, чье пребывание в лесных местообитаниях всегда связано с той или иной их антропогенной трансформацией. Домовый воробей обычно селится на расположенных в лесу различных строениях или в непосредственной близости от них, избегая ненарушенных лесных насаждений. Полевой воробей, напротив, нередко гнездится в насаждениях, где рекреационное воздействие почти не прослеживается. Однако размещение гнездящихся пар полевых воробьев в пределах лесного массива, активно используемого в целях рекреации, носит вполне определенный характер. Полевые воробьи редко проникают в лес дальше 1–1,5 км от его границ, основная их масса сосредоточена именно в зоне деградирующих под воздействием рекреации насаждений с участками выбитого или сильно нарушенного напочвенного покрова и густой сетью прогулочных дорог, где полевые воробьи собирают корм. Развеска искусственных гнездовий, если она проводится на большой площади, значительно увеличивает в рекреационных лесах общую численность и расширяет заселяемую полевым воробьем территорию, однако и в этом случае воробьи все же предпочитают гнездиться

вблизи основных прогулочных маршрутов и площадок отдыха. Несмотря на то что полевой воробей составляет серьезную конкуренцию насекомоядным птицам-дуплогнездящим, проникновение и широкое расселение этого вида в рекреационных лесах следует рассматривать, видимо, как положительное явление. Заселяя главным образом деградирующие насаждения, полевой воробей образует здесь многочисленные колонии, чем восполняет исчезновение на таких участках леса многих лесных птиц и способствует предупреждению массового размножения насекомых-вредителей.

Сем. Овсянковые (обыкновенная овсянка). Обыкновенная овсянка, как и другие гнездящиеся на земле среди травянистой растительности птицы, при массовом посещении леса отдыхающими оказывается в крайне неблагоприятной обстановке. Однако ее положение осложняется еще и тем, что овсянка не проникает глубоко в лес, а предпочитает гнездиться на внешних опушках, где насаждения в первую очередь подвергаются рекреационному воздействию. И не случайно в городских лесопарках, вся опушечная полоса которых активно используется для массового повседневного отдыха, овсянка становится очень редким видом, а чаще исчезает вовсе. Такая большая зависимость обыкновенной овсянки от интенсивности рекреационного использования лесных территорий и состояния напочвенного покрова позволяет ориентироваться на этот вид как на индикатор рекреационной нарушенности насаждений опушечной полосы.

Сем. Вьюрковые (зяблик, зеленушка, щегол, чиж, клест-еловик, снегирь, дубонос). В зависимости от характера питания и особенностей гнездования вьюрковые по-разному реагируют на последствия активного рекреационного лесопользования. При этом для ряда видов рекреация имеет не только отрицательные стороны, но и некоторые положительные моменты. Так, зяблик и зеленушка охотно гнездятся в насаждениях, где под воздействием рекреации сомкнутость древостоя уменьшилась до 0,4–0,6, а вместо сплошного подлесочного яруса образовались отдельные куртины из хвойного подроста и лесных кустарников. Зяблик, как и некоторые другие вьюрковые, предпочитает собирать корм на участках с выбитым напочвенным покровом. В определенной мере начальные стадии рекреационной дигрессии насаждений улучшают условия обитания для щегла и дубоноса, избегающих сплошных лесов. В то же время увеличение численности серой вороны и сороки в зонах массового повседневного отдыха отрицательно сказывается на успешности гнездования всех вьюрковых. Например, зяблику и зеленушке в городских лесопарках, особенно небольших по площади, из-за хищнической деятельности вороновых приходится неоднократно делать повторные кладки, за сезон им редко удается выкормить в этих условиях более одного выводка. Здесь успешность размножения вьюрковых во многом зависит от присутствия колоний рябинников, которые, активно защищая свои гнезда, спасают от разорения и оказавшиеся в пределах колонии гнезда других видов птиц. Интересно отметить, что плотность гнездования зяблика в колониях рябинника нередко превышает естественную и может достигать 3 пар/га и более; при этом в отдельных случаях расстояние между соседними гнездами составляет всего 15–20 м. Что касается влияния фактора беспокойства, то гнездящиеся в активно посещаемых насаждениях зяблики и зеленушки становятся доверчивыми к людям.

Чиж и **клест-еловик** — птицы темнохвойных лесов, гнездящиеся в насаждениях с преобладанием ели, которая, как известно, является наиболее чувствительной к вытаптыванию и механическим повреждениям древесной породой. Поэтому на участках леса, где под воздействием рекреации происходят ослабление и активный распад хвойных древостоев, для чижа и клеста резко ухудшаются как кормовые, так и защитно-гнездовые качества местообитаний. Следует отметить, что в зонах массового повседневного отдыха, где высока численность серой вороны, чиж избегает гнездиться в сосновых насаждениях из-за их более низких защитных свойств.

Отрицательные последствия рекреационное использование леса имеет и для снегиря, который при изреживании елового подроста, где он предпочитает устраивать гнезда, лишается пригодных для гнездования условий.

Таким образом, в насаждениях, активно используемых для массового повседневного

отдыха, на гнездовании обычно встречаются только два вида: зяблик и зеленушка; при этом они, как правило, строят гнезда в кронах деревьев. Если в зонах массового повседневного отдыха продолжают гнездиться чиж, клест-еловик, снегирь, то это свидетельствует об относительном благополучии еловых насаждений.

ВЛИЯНИЕ ЛЕСНОЙ РЕКРЕАЦИИ НА ПРЕСМЫКАЮЩИХСЯ

Обитающие в средних широтах пресмыкающиеся (обыкновенный уж, обыкновенная гадюка, веретеница, прыткая ящерица, живородящая ящерица), несмотря на скрытный образ жизни и сравнительно короткий период летней активности, оказались очень чувствительными к рекреационному лесопользованию. Прежде всего это относится к змеям. Гадюка и уж повсеместно подвергаются активному преследованию со стороны отдыхающих; во многих местах гадюка полностью истребляется уже при таких формах рекреации, как собирательство, бивуачный отдых, туризм, охота. Понятно, что присутствие этой змеи в зонах массового повседневного отдыха нежелательно, но полное ее исчезновение на всей площади крупных лесных массивов, вовлеченных в рекреационное лесопользование, ничем не оправданно. Уж, как и гадюка, часто становится жертвой невежества отдыхающих и быстро исчезает в исконных местах своего обитания при использовании их под активные формы рекреации. Причем если гадюка населяет сырые, малопривлекательные для отдыха леса, то уж чаще держится по берегам водоемов, где главным образом и концентрируются отдыхающие. Кроме того, в последние годы широкое распространение получил браконьерский отлов этих видов рептилий в период их выхода после зимовки. Такое активное преследование гадюки и ужа привело к тому, что они стали редкими в масштабах целых районов. В немалой степени этому способствовало и разрушение их местообитаний в результате осушения лесных территорий, рекреационной дигрессии берегов водоемов и их загрязнения.

Веретеница, внешне схожая со змеями, значительно реже, чем гадюка и уж, попадает на глаза человеку и поэтому меньше подвергается его прямому преследованию. Чаще о присутствии этой ящерицы приходится узнавать по раздавленным на лесных проезжих дорогах экземплярам. Как и все пресмыкающиеся, веретеница тесно связана с напочвенным покровом, от степени его рекреационной нарушенности целиком зависит возможность ее обитания на данном участке леса.

Прыткая и живородящая ящерицы не вызывают у людей такой реакции, как змеи и веретеница, поэтому сокращение их численности в местах с высокой посещаемостью вызвано главным образом ухудшением условий обитания этих видов из-за вытаптывания напочвенного покрова и исчезновения необходимых им укрытий. Дольше других пресмыкающихся в активно посещаемых лесах сохраняется живородящая ящерица, которая придерживается менее привлекательных для отдыха сырых участков. Прыткая ящерица, напротив, встречается в сухих, хорошо прогреваемых солнцем насаждениях, рекреационное освоение которых приводит к быстрой и равномерной деградации ее местообитаний в зонах массового повседневного отдыха.

Для сохранения в рекреационных лесах всего видового разнообразия пресмыкающихся необходимо выделять участки с максимальной их численностью в зоны покоя. Специальной охраны требуют места регулярной зимовки гадюк и ужей. И безусловно, необходима широкая пропаганда знаний о роли и ценности этих животных.

ВЛИЯНИЕ РЕКРЕАЦИИ НА ЗЕМНОВОДНЫХ

Несмотря на то что возможность обитания земноводных (гребенчатого тритона, обыкновенного тритона, серой жабы, травяной лягушки, остромордой лягушки) в лесных массивах прежде всего определяется наличием здесь пригодных для их размножения непересыхающих и хорошо прогреваемых водоемов, характер и интенсивность рекреационного использования лесных территорий имеют для них существенное значе-

ние. Часто массовый отдых на берегах лесных водоемов значительно ухудшает условия обитания и результативность размножения всех видов земноводных, что ведет к постепенному сокращению их численности. Прежде всего это относится к тритонам, которые более тесно, чем бесхвостые амфибии, связаны с водоемами и их берегами. Широкая полоса деградирующих насаждений вдоль берега нередко оказывается для тритонов непреодолимым препятствием при возвращении их весной в водоемы и при выходе на сушу после завершения цикла размножения. Главное требование, которое тритоны предъявляют к своим местообитаниям, — близость к водоему лесных участков с ненарушенным напочвенным покровом и элементами лесной захламленности. Нередко тритоны, особенно гребенчатый, отлавливаются отдыхающими, что также способствует сокращению их численности и исчезновению в зонах массового отдыха.

Серая жаба, травяная и остромордая лягушки значительно подвижнее тритонов; они способны перемещаться на значительные расстояния и меньше времени проводят в водоемах. Эти земноводные довольно равномерно и на обширной площади заселяют лесные местообитания, нередко удаляясь от водоемов на многие километры. Естественно, что серая жаба и бурые лягушки легче, чем тритоны, переносят воздействие рекреации. Если в лесном массиве имеются непересыхающие в летние месяцы водоемы и деградация насаждений распространилась не по всей береговой полосе, то их численность по-прежнему остается достаточно высокой. В наибольшей мере эти земноводные страдают при прокладке в рекреационных лесах проезжих дорог, на которых под колесами автомашин гибнет огромное их количество. Особенно велик ущерб ранней весной, когда бурые лягушки в массе перемещаются к нерестилищам, и летом — во время расселения молодняка. Не случайно в городских лесопарках с густой сетью проезжих дорог и сплошным рекреационным освоением всех берегов водоемов численность бурых лягушек и серой жабы всегда оказывается подорванной, а тритоны, как правило, здесь отсутствуют.

Стабильное состояние популяций земноводных наблюдается в тех рекреационных лесах, где наряду с благоустроенными зонами массового отдыха имеются пригодные для размножения амфибий водоемы, берега которых из-за низкой привлекательности для отдыха сохраняются в ненарушенном состоянии.

* * *

Таким образом, произвольное рекреационное освоение и использование лесных территорий для большинства населяющих их животных сопровождаются ухудшением условий существования. С наибольшей силой это проявляется в зонах повседневного отдыха, не подготовленных для массового посещения: здесь сохраняется лишь незначительная часть лесных видов млекопитающих и птиц, наименее чувствительных к рекреационной трансформации их местообитаний. Принимая во внимание современные масштабы рекреационного лесопользования, представляется чрезвычайно важным вовремя предупредить или нейтрализовать негативные проявления рекреационного воздействия на лесных животных.

Если оценить экологическую обстановку в тех рекреационных лесах, где животное население отличается максимальной представительностью и высокой численностью, то выявляются вполне определенные закономерности. Исключительное значение имеют площадь и компактность лесного массива: чем большую площадь занимает лесной массив, чем меньше автомобильных дорог и различных элементов урбанизации вторгается в его пределы, тем более полно представлена здесь местная фауна, тем больше в ее составе малочисленных и редких видов животных. В крупных лесных массивах, площадь которых достигает 10 тыс. га и более, даже при самых активных формах рекреации возможно существование практически всех местных видов животных, за исключением крупных хищников. В таких лесах зоны массового повседневного отдыха лишь в исключительных случаях занимают более 10% их общей площади, и рекреационное лесопользование при правильной организации территории и экологически обосно-

ваном ведении хозяйства не оказывает существенного отрицательного воздействия на природные комплексы лесных массивов.

Естественно, что число видов животных, населяющих конкретный лесной массив, находится в прямой зависимости от разнообразия представленных здесь биотопов, и если лесная территория организована так, что массовый повседневный отдых локализован на специально подготовленных участках и не распространяется на те типы местообитаний, которые имеют небольшую площадь, то отрицательное влияние рекреации на животный мир оказывается минимальным. Особенно важно выделить и сохранить от рекреационной нарушенности те участки леса, где представлено максимально возможное видовое разнообразие животных, свойственных данному местообитанию: различным типам сосновых и еловых лесов, дубравам и липнякам, березнякам и осинникам, ольшаникам и ивнякам, верховым болотам, пойменным лугам и суходолам. Большое значение имеет сохранение тех элементов местообитаний, которые обеспечивают возможность существования и размножения конкретных видов и групп видов животных: водоемы для размножения земноводных, береговые обрывы для гнездования береговых ласточек и зимородка, лесная захламленность, служащая укрытием для многих видов животных, и др. Требования животных к лесным местообитаниям необходимо учитывать при функциональном зонировании и организации территории рекреационных лесов, при назначении и выполнении хозяйственных мероприятий, особенно санитарных рубок и рубок ухода.

Система мероприятий по улучшению условий обитания животных в рекреационных лесах должна включать комплекс мер, объединяемых по следующим направлениям:

I — повышение защитных и кормовых качеств насаждений (защитно-декоративные посадки, групповые посадки ели, посадки плодово-ягодных кустарников; формирование защитных участков, разрубка окон, загущение опушек, уход за отдельными деревьями);

II — обеспечение животных искусственными гнездовьями, кормами, водопоями (развеска синичников, скворечников, крупномерных дуплянок и других видов искусственных гнездовий; сохранение естественных дупел и укрытий; устройство подкормочных площадок, переносных кормушек, подкормочных точек; оборудование водоемов и нерестилищ земноводных);

III — поддержание оптимального состава животного населения (регулирование состава и численности животных — ограничение численности отдельных видов, борьба с вредными животными, охрана редких видов; обогащение фауны — реакклиматизация и акклиматизация);

IV — содействие повышению уровня экологических знаний у работников лесного хозяйства и отдыхающих (оборудование тематических стендов, аншлагов и фотовитрин, устройство учебно-познавательных маршрутов, организация экспозиционных участков; проведение лекций, семинаров и др.).

Эти работы должны выполняться в процессе всей хозяйственной деятельности, направленной на обеспечение рекреационного лесопользования. Следует отметить, что механическая активизация в рекреационных лесах мероприятий по уходу за насаждениями, если при этом не учитываются требования животных, приводит к резкому ухудшению защитно-гнездовых свойств местообитаний и усилению отрицательного воздействия рекреации на лесных животных. Проведение рубок ухода в выводково-гнездовой период, повсеместная уборка лесной захламленности, обрубка нижних ветвей у хвойного подроста, интенсивные санитарные рубки на всей площади лесного массива способны свести на нет все усилия по охране животного мира.

Сохранение в рекреационных лесах разнообразного и многочисленного животного населения может быть достигнуто только при таком подходе к ведению хозяйства, когда функциональное зонирование и благоустройство территории, лесохозяйственные и биотехнические мероприятия, пропаганда и информация направлены на повышение устойчивости лесных экосистем к рекреационному воздействию и обеспечение тем самым благоприятных условий для обитания всех представителей местной фауны.

СПИСОК НАЗЕМНЫХ ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ

Млекопитающие

Барсук	<i>Meles meles</i> L.
Белка	<i>Sciurus vulgaris</i> L.
Бурузубка малая	<i>Sorex minutus</i> L.
Бурузубка обыкновенная	<i>Sorex araneus</i> L.
Вечерница рыжая	<i>Nyctalus noctula</i> Schr.
Волк	<i>Canis lupus</i> L.
Выдра	<i>Lutra lutra</i> L.
Выхухоль	<i>Desmana moschata</i> L.
Горностай	<i>Mustela erminea</i> L.
Еж	<i>Erinaceus europaeus</i> L.
Заяц-беляк	<i>Lepus timidus</i> L.
Кабан	<i>Sus scrofa</i> L.
Кожан двуцветный	<i>Vespertilio murinus</i> L.
Косуля	<i>Capreolus capreolus</i> L.
Крот	<i>Talpa europaea</i> L.
Крыса серая	<i>Rattus norvegicus</i> Berk.
Куница лесная	<i>Martes martes</i> L.
Кутора обыкновенная	<i>Neomys fodiens</i> Penn.
Ласка	<i>Mustela nivalis</i> L.
Лисица	<i>Vulpes vulpes</i> L.
Лось	<i>Alces alces</i> L.
Медведь бурый	<i>Ursus arctos</i> L.
Мышь домовая	<i>Mus musculus</i> L.
Мышь лесная	<i>Apodemus sylvaticus</i> L.
Мышь-малютка	<i>Micromys minutus</i> L.
Мышь полевая	<i>Apodemus agrarius</i> L.
Нетопыри	<i>Pipistrellus</i> Kaup.
Норка европейская	<i>Mustela lutreola</i> L.
Ночница	<i>Myotis</i> Kaup.
Олень благородный	<i>Cervus elaphus</i> L.
Олень пятнистый	<i>Cervus nippon</i> Temm.
Полевка рыжая	<i>Clethrionomys glareolus</i> Schr.
Рысь	<i>Felis lynx</i> L.
Соня орешниковая	<i>Muscardinus avellanarius</i> L.
Ушан бурый	<i>Plecotus auritus</i> L.
Хорек черный	<i>Mustela putorius</i> L.

Птицы

Аист черный	<i>Ciconia nigra</i> L.
Белобровик	<i>Turdus iliacus</i> L.
Беркут	<i>Aquila chrysaetos</i> L.
Вальдшнеп	<i>Scolopax rusticola</i> L.
Вертишейка	<i>Jynx torquilla</i> L.
Весничка	<i>Phylloscopus trochilus</i> L.
Воробей домовый	<i>Passer domesticus</i> L.
Воробей полевой	<i>Passer montanus</i> L.
Ворон	<i>Corvus corax</i> L.
Ворона серая	<i>Corvus cornix</i> L.
Вяхирь	<i>Columba palumbus</i> L.
Гагара чернозобая	<i>Gavia arctica</i> L.

Гаичка буроголовая
Глухарь
Горихвостка обыкновенная
Горлица обыкновенная
Гусь серый
Деряба
Дрозд певчий
Дрозд черный
Дубонос
Дятел зеленый
Дятел малый
Дятел пестрый
Желна
Журавль серый
Завирушка лесная
Зарянка
Зеленушка
Зимородок
Змеяяд
Зяблик
Иволга
Канюк
Клест-еловик
Клинтух
Козодой обыкновенный
Конек лесной
Королек желтоголовый
Коршун черный
Крапивник
Кукушка обыкновенная
Куропатка белая
Лазоревка
Ласточка береговая
Лебедь-кликун
Московка
Мухоловка-пеструшка
Мухоловка малая
Мухоловка серая
Неясыть серая
Овсянка обыкновенная
Орлан-белохвост
Осоед обыкновенный
Пеночка зеленая
Пеночка-трещотка
Перевозчик
Перепелятник
Пересмешка
Пищуха обыкновенная
Подорлик большой
Поползень
Пустельга
Рябинник
Рябчик
Синица большая

Parus montanus Bald.
Tetrao urogallus L.
Phoenicurus phoenicurus L.
Streptopelia turtur L.
Anser anser L.
Turdus viscivorus L.
Turdus philomelos Brehm.
Turdus merula L.
Coccothraustes coccothraustes L.
Picus viridis L.
Dendrocopos minor L.
Dendrocopos major L.
Dryocopus martius L.
Grus grus L.
Prunella modularis L.
Erithacus rubecula L.
Chloris chloris L.
Alcedo atthis L.
Circetus ferox Gm.
Fringilla coelebs L.
Oriolus oriolus L.
Buteo buteo L.
Loxia curvirostra L.
Columba oenas L.
Caprimulgus europaeus L.
Anthus trivialis L.
Regulus regulus L.
Milvus korschun Gm.
Troglodytes troglodytes L.
Cuculus canoris L.
Lagopus lagopus L.
Parus caeruleus L.
Riparia riparia L.
Cygnus cygnus L.
Parus ater L.
Muscicapa hypoleuca Pall.
Muscicapa parva Bechst.
Muscicapa striata Pall.
Strix aluco L.
Emberiza citrinella L.
Haliaeetus albicilla L.
Pernis apivorus L.
Phylloscopus trochiloides Sund.
Phylloscopus sibilatrix Bechst.
Acitis hypoleucos L.
Accipiter nisus L.
Hippolais icterina Vieill
Certhia familiaris L.
Aquila clanga Pall.
Sitta europaea L.
Falco tinnunculus L.
Turdus pilaris L.
Tetrastes bonasia L.
Parus major L.

Синица длиннохвостая
Синица хохлатая
Скворец
Скопа
Славка садовая
Славка черноголовая
Снегирь
Сова ушастая
Сойка
Соловей обыкновенный
Сорока
Сыч воробьиный
Сыч мохноногий
Теньковка
Тетерев
Тетеревятник
Трясогузка белая
Филин
Цапля серая
Чеглок
Черныш
Чиж
Щегол

Aegithalos caudatus L.
Parus cristatus L.
Sturnus vulgaris L.
Pandion haliaetus L.
Sylvia borin Bodd.
Sylvia articapilla L.
Purrrhula purrrhula L.
Asio otus L.
Garrulus glandarius L.
Luscinia luscinia L.
Pica pica L.
Glaucidium passerinum L.
Aegolius funereus L.
Phylloscopus collybita Vieill.
Lyrurus tetrrix L.
Accipiter gentilis L.
Motacilla alba L.
Bubo bubo L.
Ardea cinerea L.
Falco subbuteo L.
Tringa ochropus L.
Spinus spinus L.
Carduelis carduelis L.

Пресмыкающиеся

Веретеница
Гадюка обыкновенная
Уж обыкновенный
Ящерица живородящая
Ящерица прыткая

Anguis fragilis L.
Vipera berus L.
Natrix natrix L.
Lacerta vivipara Jacq.
Lacerta agilis L.

Земноводные

Жаба серая
Лягушка остромордая
Лягушка травяная
Тритон гребенчатый
Тритон обыкновенный

Bufo bufo L.
Rana terrestris Andrz.
Rana temporaria L.
Triturus cristatus Lour.
Triturus vulgaris L.

ЛИТЕРАТУРА

Андреев К.И., Френкина Г.И. Тетеревиные птицы в разных условиях антропогенного воздействия // Фауна и экология наземных позвоночных животных. М.: МГПИ им. В.И. Ленина, 1981. С. 13–22.

Бабенко В.Г. Фауна и население птиц антропогенных ландшафтов центра европейской части СССР: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1980. 21 с.

Бабенко В.Г., Константинов В.М. Фауна и население птиц антропогенных ландшафтов Центрального района европейской части СССР // Распространение и систематика птиц. М.: Изд-во МГУ, 1983. С. 160–185.

Беляев М.М. Пятнадцатилетние наблюдения над орнитофауной Сокольниковской роши // Природа. 1937. № 7. С. 110–112.

Беляев М.М. Об изменениях в авиафауне Сокольниковской роши за период 1922–1937 гг. // Учен. зап. МОПИ. 1938.

Божко С.И. Орнитофауна парков Ленинграда и его окраин // Вестн. ЛГУ. Сер. биол. 1957. № 15, вып. 3. С. 38–52.

Божко С.И. Анализ орнитофауны парков лесной зоны Восточной Европы: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л., 1972.

Бородин П.Л. К экологии барсука и лисицы в Подмосковье // Растительность и животное население Москвы и Подмосковья. М.: Изд-во МГУ, 1978. С. 92–93.

Быков А.В. О населении птиц рекреационных лесов Подмосковья // Тез. докл. VII Всесоюз. зоогеогр. конф. М.: Наука, 1979. С. 188–189.

Быков А.В. Особенности населения мелких млекопитающих рекреационных лесов Южного Подмосковья // Лесоведение. 1985. № 4. С. 47–52.

Владышевский Д.В. Птицы в антропогенном ландшафте. Новосибирск: Наука, 1975. 200 с.

Галушин В.М. Современное состояние численности и численности дневных хищных птиц в европейской части СССР // Экология, география и охрана птиц. Л., 1980. С. 156–167.

Галушин В.М. Адаптации хищных птиц к современным антропогенным воздействиям // Зоол. журн. 1982. Т. 61, № 7. С. 1088–1096.

Дмитриенко В.К. Влияние рекреационных нагрузок на почвенных беспозвоночных соснового бора // Почвы зоны КАТЭКа. Красноярск, 1981. С. 155–163.

Добрушин Ю.В. О влиянии высокой рекреационной нагрузки на фауну и население птиц о-ва Валаам // Средоулучшающая роль леса: (Экологические проблемы): Тез. докл. Всесоюз. науч.-практ. конф. (14–16 авг. 1984 г.). Новосибирск, 1984. С. 45–47.

Доценко Л.В., Сулова Т.Т. Влияние техногенных и рекреационных факторов на мышевидных грызунов в долгопоемных лесных биогеоценозах верховья Запорожского водохранилища // Сборник научных трудов комплексной экспедиции. Днепропетровск: Днепропетров. ун-т, 1981. № 12. С. 157–160.

Дыренков С.А. Изменения лесных биогеоценозов под влиянием рекреационных нагрузок и возможности их регулирования // Рекреационное лесопользование в СССР. М.: Наука, 1983. С. 20–34.

Ежова С.А. Особенности размещения птичьих гнезд в лесу рекреационного назначения г. Москвы // Фауна Нечерноземья, ее охрана, воспроизведение и использование. Калинин: КГУ, 1980. С. 8–15.

Ежова С.А. Влияние уровня антропогенного воздействия и структуры местообитания на размещение гнезд и эффективность размножения птиц: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1982. 16 с.

Ежова С.А., Френкина Г.И. Население птиц и размещение их гнезд в лесах с разным антропогенным воздействием // Фауна Верхневолжья, ее охрана и использование. Калинин: КГУ, 1981, С. 72–90.

Залетаев В.С. Об особенностях животного населения Серебряного бора в связи с его пригородным положением // Природа Серебряноборского лесничества в биогеоценотическом освещении. М.: Наука, 1974а. С. 341–343.

Залетаев В.С. Состав фауны позвоночных животных Серебряного бора // Природа Серебряноборского лесничества в биогеоценотическом освещении. М.: Наука, 1974б. С. 304–310.

Захаров А.А., Бызова Ю.Б., Друк А.Я. и др. Почвенные беспозвоночные – индикаторы состояния рекреационных ельников Подмосковья // Биоиндикация состояния окружающей среды Москвы и Подмосковья. М.: Наука, 1982. С. 40–53.

Ильинский И.В., Мальчевский А.С. Летняя орнитофауна Павловского парка: история, современное состояние // Птицы и урбанизированный ландшафт: (Сб. крат. сообщ.). Каунас, 1984. С. 59–61.

Казанская Н.С., Ланина В.В. Методика изучения влияния рекреационных нагрузок на древесные насаждения лесопаркового пояса г. Москвы в связи с вопросами организации территорий массового отдыха и туризма. М., 1975. 95 с.

Казаринов В.А., Гафарова Д.Ф., Зайнуллина Р.Т. и др. Рыжие лесные муравьи в лесопарковой зоне Академгородка // Этологические проблемы экологии насекомых Сибири. Новосибирск: Наука, 1977. С. 60–71.

Калинин М.В. Методика определения степени рекреационных нагрузок на орнитокомплексы пригородных лесов и лесопарков // Сб. докл. Всесоюз. совещ. семинара "Экология гнездования птиц и методы ее изучения". Самарканд: СГУ, 1979. С. 38–39.

Кашеваров Б.Н. Воздействие пешеходных троп на почвенную мезофауну // Проблемы почвенной зоологии: Тез. докл. 8-го Всесоюз. совещ. Ашхабад, 1984. Кн. 1. С. 129–131.

Корнеева Т.М. Анализ населения птиц северо-восточной части лесопаркового пояса Москвы // Леса Восточного Подмосковья. М.: Наука, 1979. С. 126–145.

Корнеева Т.М., Шнякин А.З. Влияние рекреации на население птиц лиственных лесов лесопаркового пояса // Растительность и животное население Москвы и Подмосковья. М.: Изд-во МГУ, 1978а. С. 56–57.

Корнеева Т.М., Шнякин А.З. Распределение мелких млекопитающих в зависимости от посещения леса человеком // Растительность и животное население Москвы и Подмосковья. М.: Изд-во МГУ, 1978б, с. 57–58.

Королькова Г.Е. Численность гнездящихся птиц Серебряного бора // Природа Серебряноборского лесничества в биогеоценотическом освещении. М.: Наука, 1974. С. 310–313.

Королькова Г.Е. Некоторые особенности поведения животных в лесопарках г. Москвы // Управление поведением животных. М., 1977.

Королькова Г.Е. Изменения населения птиц лесопарковой зоны // Растительность и животное население Москвы и Подмосквья. М.: Изд-во МГУ, 1978. С. 55–56.

Королькова Г.Е., Корнеева Т.М. Птицы и млекопитающие // Леса Западного Подмосквья. М.: Наука, 1982. С. 192–211.

Красная книга РСФСР: Животные. М.: Россельхозиздат, 1983. 454 с.

Криволицкий Д.А. Изменение животного населения почв в рекреационных зонах Москвы // Растительность и животное население Москвы и Подмосквья. М.: Изд-во МГУ, 1978. С. 48–49.

Криволицкий Д.А., Новакова Э., Кузнецова Л.В. Животный мир суши как объект биоиндикации состояния окружающей среды // Прикладные аспекты программы "Человек и биосфера": Тр. 3-го совещ. по координац. деятельности нац. комитета соц. стран по программе ЮНЕСКО "Человек и биосфера" (МАБ), Секешфехервар – Будапешт, 21–25 апр. 1981. М., 1983. С. 27–36.

Крицкая И.Г. Изменения в группировках саранчовых в рекреационной зоне Подмосквья // Биоиндикация состояния окружающей среды Москвы и Подмосквья. М.: 1982. С. 57–60.

Лавров М.Т. Почвенно-зоологические индикаторы рекреационных деградаций в основных биогеоценозах // Проблемы почвенной зоологии: Тез. докл. 8-го Всесоюз. совещ. Ашхабад, 1984. Кн. 1. С. 172–173.

Леонovich В.В., Николаевский Л.А. Изменения в численности птиц Дмитровского района Московской области за 30 лет // Орнитология. М.: Изд-во МГУ, 1981. № 16, С. 93–99.

Лихацкий Ю.П. Биогеоценологическая характеристика воробьиных птиц нагорных дубрав южной лесостепи // Экология и защита леса: Патология леса и охрана природы. Л., 1983а. С. 59–65.

Лихацкий Ю.П. Об организации биомониторинга природных экосистем // Охрана живой природы: Тез. докл. Всесоюз. конф. молодых ученых, нояб. 1983. М., 1983б. С. 128–130.

Лиховид А.И. Изменение структуры населения гнездящихся птиц в пригородном лесу г. Ставрополя под воздействием антропогенных факторов // География и экология наземных позвоночных животных. Владимир, 1978. № 3. С. 69–74.

Мальчевский А.С., Пукинский Ю.Б. Об охране птиц в Ленинградской области // Вопросы экологии и охраны природы. Л., 1981. Вып. 1. С. 105–117.

Мальчевский А.С., Пукинский Ю.Б. Птицы Ленинградской области и сопредельных территорий: История, биология, охрана. Л.: Изд-во ЛГУ, 1983. Т. 1. 480 с.; Т. 2. 504 с.

Мартынов Е.Н. Лесохозяйственная регуляция фауны птиц и млекопитающих в европейской части таежной зоны: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Л.; 1984. 40 с.

Медведев С.И., Солодовникова В.С., Грамма В.Н. и др. О необходимости охраны полезных, редких и реликтовых жуков Харьковской области // Вестн. Харьк. ун-та. 1976. № 135. С. 122–125.

Миловидов С.П., Миловидов Ю.П. Птицы парков г. Томска // Эколого-фаунистические исследования Сибири. Томск, 1981. С. 128–139.

Морозова Г.В. О гнездовании чеглока в Москве // Охрана хищных птиц: (Материалы 1-го совещ. по экологии и охране хищных птиц, Москва, 16–18 февр. 1983 г.) М.: Наука, 1983. С. 62–63.

Морозова Г.В. Возможности гнездования лесных птиц в зоне влияния городской среды // Вид и его продуктивность в ареале: Материалы 4-го Всесоюз. совещ., 3–7 апр. 1984 г. Свердловск, 1984 а. Ч. II: Млекопитающие. Птицы. С. 71–72.

Морозова Г.В. Особенности гнездования птиц в лесных насаждениях с высокой численностью ворон // Экология, биоценологическое и хозяйственное значение врановых птиц: Материалы I совещ., Москва, 24–27 янв. 1984 г. М.: Наука, 1984б. С. 158–161.

Нанкинов Д.Н. Биоценологические и антропогенные факторы успеха размножения птиц в условиях густонаселенной местности // Тр. Петергоф. биол. ин-та ЛГУ. 1976. № 24. С. 177–187.

Основные положения по организации и ведению хозяйства в лесах лесопаркового защитного пояса г. Москвы. М.: Союзгипролесхоз, 1979. 76 с.

Птушенко Е.С., Иноземцев А.А. Биология и хозяйственное значение птиц Московской области и сопредельных территорий. М.: Изд-во МГУ, 1968. 461 с.

Рахманов А.И. Биотехнические мероприятия в лесопарковых насаждениях Москвы М.: ЦБНТИ Минжилкомхоза РСФСР, 1978. 32 с. (Экспресс-информ. Сер. "Озеленение населенных мест"; № 3, вып. 2).

Руденская Л.В., Плешаков А.А. Рекреационное воздействие на комплекс напочвенно-подстилочных ногохвосток в широколиственном лесу Подмосквья // Фауна и экология ногохвосток (Collembola). М.: Наука, 1984. с. 166–171.

Рысин Л.П. Пригородные леса и проблема их рационального использования // Лесн. хоз-во. 1976. № 4. С. 65–67.

Рысин Л.П. Рекреационные леса и проблема оптимизации рекреационного лесопользования // Рекреационное лесопользование в СССР. М.: Наука, 1983. С. 5–20.

Самойлов Б.Л. Влияние рубок ухода на птиц лесопаркового пояса // Растительность и животное население Москвы и Подмосквья. М.: Изд-во МГУ, 1978 а. С. 54–55.

Самойлов Б.Л. Многолетние изменения населения хищных птиц Измайловского лесопарка // Растительность и животное население Москвы и Подмосквья. М.: Изд-во МГУ, 1978 б. С. 59–60.

Самойлов Б.Л. Совы Измайловского лесопарка // Растительность и животное население Москвы и Подмосквья. М.: Изд-во МГУ, 1978 в. С. 60–62.

Самойлов Б.Л. Фауна лесопаркового пояса г. Москвы // Научно-технический прогресс в проекти-

ровании и пути повышения эффективности лесохозяйственного производства и защитного лесоразведения в десятой пятилетке. М.; 1978 г. С. 206–210.

Самойлов Б.Л. Биотехнические мероприятия в лесопарках // Лесн. хоз-во. 1981. № 5. С. 45–50.

Самойлов Б.Л. Влияние рекреации на животный мир лесопарков // Лесн. хоз-во. 1982. № 2. С. 54–57.

Самойлов Б.Л. Гнездование хищных птиц в ближнем Подмоскowie и факторы, его лимитирующие // Охрана хищных птиц: (Материалы I совещ. по экологии и охране хищных птиц, Москва, 16–18 февр. 1983 г. М.: Наука, 1983 а. С. 67–74.

Самойлов Б.Л. Хищные птицы в условиях рекреационных лесов Московской городской агломерации: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1983 б. 23 с.

Самойлов Б.Л. Влияние тетеревятника на численность ворон в пригородных лесах Москвы // Экология, биоэкологическое и хозяйственное значение врановых птиц: Материалы I совещ. Москва, 24–27 янв. 1984 г. М.: Наука, 1984 а. С. 192–194.

Самойлов Б.Л. Изменения в составе лесной орнитофауны под воздействием города // Птицы и урбанизированный ландшафт: (Сб. крат. сообщ.). Каунас, 1984 б. С. 119–120.

Самойлов Б.Л., Горкин С.Г. О роли животных в лесопарках // Проектирование и научное обоснование повышения продуктивности и качества лесов, природоохранного и социального их значения. М., 1983. С. 198–201.

Седов А.М. Условия существования рыжих лесных муравьев в рекреационных лесах // Муравьи и защита леса. Тарту, 1979. С. 45–47.

Соболев Н.А. Значение деятельности человека в создании условий для поселения некоторых членистоногих // Животный мир центра лесной зоны европейской части СССР. Калинин: КГУ, 1982. С. 156–158.

Строков В.В. Особенности распределения птиц в лиственных лесах у юго-западных границ Москвы // Животное население Москвы и Подмоскowie, его изучение, охрана и направленное преобразование. М., 1967. С. 26–27.

Тейхман А.Л., Флинт В.Е. Новые данные по орнитофауне Измайловского лесопарка // Животное население Москвы и Подмоскowie, его изучение, охрана и направленное преобразование. М., 1967. С. 89–91.

Флеров А.А., Быков А.В. Изменение населения животных после вырубки подлеска в лесопарках Москвы // Тез. докл. VII Всесоюз. зоогеогр. конф. М.: Наука, 1979. С. 227–228.

Флинт В.Е., Кривошеев В.Г. Изменение орнитофауны Измайловского лесопарка за 25 лет // Орнитология. М.: Изд-во МГУ, 1962 а, Вып. 5. С. 10–20.

Флинт В.Е., Кривошеев В.Г. Сравнительный анализ фауны птиц Измайловского лесопарка // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1962 б. Т. 67, № 3. С. 10–26.

Флинт В.Е., Тейхман А.Д. Закономерности формирования орнитофауны городских лесопарков // Орнитология. М.: Изд-во МГУ, 1976, Вып. 12. С. 10–25.

Френкина Г.И. О трофических связях насекомоядных птиц в разных антропогенных условиях // Влияние антропогенных факторов на структуру и функционирование экосистем. Калинин: КГУ, 1983 а. С. 114–124.

Френкина Г.И. Фауна и население лесных птиц в условиях интенсивной рекреации // Влияние антропогенных факторов на структуру и функционирование биоценозов. М.: МГПИ им. В.И. Ленина, 1983 б. С. 57–68.

Френкина Г.И., Резанов А.Г. К вопросу об изменении экологии и поведения птиц в условиях большого города // Вид и его продуктивность в ареале: Материалы 4-го Всесоюз. совещ., 3–7 апр. 1984 г. Свердловск, 1984. Ч. 2: Млекопитающие. Птицы. С. 87.

Чернобай В.Ф., Шведов В.Г. Многолетняя динамика орнитофауны лесопаркового района Волгограда и адаптация птиц к антропогенным изменениям условий их обитания // Антропогенные воздействия на экосистемы и их компоненты. Волгоград, 1982. С. 120–135.

Шугалей Л.С., Дмитриенко В.К. Влияние рекреационных нагрузок на биологическую активность почв сосняков // Экология, 1982. № 4. С. 32–37.

Юрьева Н.Д. Изменения комплекса подстильно-почвенных микроартропод при вытаптывании // Растительность и животное население Москвы и Подмоскowie. М.: Изд-во МГУ, 1978. С. 46–48.

Юрьева Н.Д. Действие расщепоточенных и массивных рекреационных нагрузок на комплекс микроартропод в ельниках и березняках Подмоскowie // Фауна и экология почвенных беспозвоночных Московского области. М.: Наука, 1983. С. 205–209.

Ярмашевич Г.Ф. Изменение карабинофауны в сосняках в связи с рекреацией в БССР // 9-й съезд Всесоюз. энтомол. о-ва, Киев, окт. 1984: Тез. докл. Киев, 1984. Ч. 2. С. 271–272.

Altenkirch W. Waldrand als Lebensraum // Allg. Forstzeitschrift. 1982. Bd. 37, N 48. S. 1468–1470.

Berkel C.J.M.van, Opdam P.F.M., Stortenbeker C.W. Natuurlijk bos als biotoop voor Vogels: Suggesties voor beheer // Vogeljaar. 1983. Bd. 31, N 2. S. 104–115.

Berndt R., Heckenroth H., Winkel W. Vorschlag zur Einstufung regional wertvoller Vögelbrutgebiete // Vögelwelt 1975. Bd. 96, N 6. S. 224–226.

Bezzel E. Vögel als Bewertungskriterien für Schutzgebiete – einige einfache Beispiele aus der Planungspraxis // Natur und Landschaft. 1976. Bd. 51, N 3. S. 73–78.

Blab J. Erfordernisse eines zeitgemässen Tierartenschutzes // Ibid. N 2. S. 31–33.

Blondel J. Ecologie et gestion de l'espace naturel, l'apport du "modele-oiseaux" // *Connaissance scientifique ecologique et développement et gestion ressource et espace. Journées sci.*, 19–20 sept., 1979. P., 1981. P. 135–146.

Brown L. Saving birds of prey // *Wildlife*. 1976. N 18. P. 414–419.

Bury R. et al. Role and importance of nongame wildlife // *Trans. Forty-Fifth North. Amer. wildlife conf.* 1980. N 45. P. 197–207.

Cooper T., Shaw W. Wildlands management for wildlife viewing // *Conf. Appl. Techn. Anal. Manag. Visual Res.* 1979. Vol. 35. P. 700–705.

Dabrowski J.S. Uwagi o stanie zagrożenia lepidopterofauny w parkach narodowych. Cz. IV: Puszcza Białowieska i Białowieski Park Narodowy // *Parki nar. i rezerw. przyr.* 1983. Vol. 4, N 2. S. 5–28.

Douglas J. Harvesting the wild // *Sci. News*. 1975. Vol. 107, N 16. P. 259–261.

Ehnström B. Principer för vard av den lärge faunan i skogen // *Rep. Dep. Wildlife Ecol. Swed. Univ. Agr. Sci.* 1982. N 9. P. 43–46.

Flitter M.J. The life trip for resource specialists // *Land use: food and living. Ankeny (Iowa)*, 1975. P. 218–221.

Herrero S. Getting to know the Rocky Mountain animals // *Canad. Geogr. J.* 1976. Vol. 93, N 1, P. 56–61.

Hoekstra T. et al. Managing of federal lands for production and use of wildlife and fish // *North. Amer. wildlife natur. res. conf. Trans.* 1981. Vol. 46. P. 336–344.

Holbrook H.L. A system for wildlife habitat management on Southern National Forests // *Wildlife Soc. Bull.* 1974. Vol. 2, N 3. P. 119–123.

Jost O. Vorkommen und Häufigkeit der Brutvögel des Fuldaer Landes. T. II: Passeres (Sperlingsvögel) // *Beitr. Naturk. Osthessen*. 1983. N 19. S. 147–182.

Kimball T. Wildlife: the real test of environmental quality // *Albright Conservat. Lectureship*. 1981. N 21. P. 1–26.

Knigh R.L. Responses of nesting ravens to people in areas of different human densities // *Condor*. 1984. Vol. 86, N 3. P. 345–346.

Koch N. Hasel- und Auerhuhn an der Hohen Rone (Kanton Zug, Schweiz.) // *Schweiz. Ztschr. Forstw.* 1978. Bd. 129, N 11. S. 897–933.

Kováč Z. Analýza úhynu jelenej zveri v Tatranskom národnom parku // *Zb. pr. Tatransk. nar. parky*. 1983. Bd. 24. S. 83–94.

Kramel-Kruck B. Die Situation der Vögel heute // *Natur und Mensch*. 1984. Bd. 26, N 3. S. 149–154.

Leeson B.F. Low-intensity recreational uses for wildland environments // *Planning uses and management land, Madison (Wis.)*, 1979. P. 445–464.

Lime D. Wildlife is for nonhunters, too // *J. Forest*. 1976. Vol. 74, N 9. P. 600–604.

Luniak M. Aims and possibilities of managing the avifauna of urban green areas in Poland // *Anim. urban environ. proc. symp. occas. 60th anniv. Inst. Zool. pol. Acad. sci., Warszawa, Jablonna, 22–24 oct. 1979. Wrocław etc.*, 1982. P. 43–51.

Mill T., Mikalson K. Kanaskis Country: A recreation development program // *Alternatives*. 1982. Vol. 11, N 1. P. 31–35.

Müller F. Rauhfusshühner-Forschung // *Alg. Forstzeitschrift*. 1982. Bd. 37, N 51/52. S. 1575–1577.

Nievergelt B., Hess R. Changes in the fauna // *Transformation Swisssland Mountain Reserach. Bern; Stuttgart*, 1984. P. 229–241.

Opdam P., Helmrich V.P. Vogelgemeenschappen van heide en hoogveen: een typologische beschrijving // *Limosa*. 1984. Bd. 57, N 2. Blz. 47–63.

Pearce T.G. Earthworm populations in soils disturbed by trampling // *Biol. Conserv.* 1984. Vol. 29, N 3. P. 241–252.

Pudelkewicz P. Visual response to urban wildlife habitat // *North Amer. wildlife natur. res. conf. trans.* 1981. Vol. 46. P. 381–389.

Radúch Z., Karč P. Súčasny stav a perspektivy kamzičej populácie v Národnom parku Nízke Tatry // *Zb. pr. Tatransk. nar. parku*. 1983. Roč. 24. S. 61–81.

Rakušan C. Přímé vyrušování tetřevů člověkem jako jeden z rozhodujících činitelů jejich ústupu // *Pol'ovn. zb.* 1981. N 10/11. S. 251–257.

Rappe A. Ornithologie, protection des oiseaux et de l'environnement // *Aves*. 1974. Vol. 11, N 1. P. 2–7.

Ruwet J.-C. Statut et evolution dans le contexte européen des populations de Tétrax lyre *Tetrao tetrix* L. dans les Ardennes belges // *Cah. éthol. appl.* 1982. Vol. 2, N 1. P. 81–104.

Schoneich R. Die Bewertung des Erholungspotentials von Landschaften in seiner Beziehung zum Natur- und Landschaftsschutz – dargestellt an Beispielen aus Kreis Hagenow // *Naturschutzarb. Mecklenburg*, 1981. Bd. 24, N 2. S. 58–63.

Schretzenmayr M. Landschaftselement Waldrand – Struktur, Funktion, Pflege und Gestaltung mit waldbaulichen Mitteln // *Wiss. Ztschr. Techn. Univ. Dresden*. 1976. Bd. 25, N 1/2. S. 309–312.

Schumacher H.-U. Die Vogelwelt des Sachsenvaldes // *Allg. Forstzeitschrift*. 1982. Bd. 37, N 46. 1404–1408.

Schwarzenbach F.H., Pfister-Janett H.P. Ornithologische Erfahrungen als Argumente für eine zeitgemäße Naturschutzpolitik // *Natur und Mensch*. 1984. Bd. 26, N 3. S. 160–168.

Siderits K. Forest diversity: An approach to forest wildlife management // *Forest Chron.* 1975. Vol. 51, N 3. P. 99–103.

Szaro R., Balda R. Selection and monitoring of avian indicator species: An example from a ponderosa pine forest in the Southwest rocky mountain forest range // *Exp. Stat.* 1982. P. 1–10.

Tuite C.H., Owen M., Paynter D. Interaction between wildlife and recreation at Lilangorse Lake and Talybont Reservoir, South Wales // *Wildfowl.* 1983. Vol. 34. P. 48–63.

Vincent J. et al. Note sur la répartition et le rythme d'activité du chevreuil (*Capreolus capreolus*) en forêt ouverte // *Ann. zool. Ecol. anim.* 1979. Vol. 11, N 2. P. 145–157.

Volk V.H. Biotopschutz und Freizeitnutzung der Wälder: Auswirkungen des Skilanglaufs und andere Erholungsformen auf Wald und Landschaft // *Forst- und Holzwirt.* 1984. Bd. 39, N 17. S. 414, 416–418.

Winter K. Tiergemeinschaften der Waldtypen, insbesondere des Flachlandes und Möglichkeiten ihrer Förderung // *Ibid.* 1982. Bd. 37, N 6. S. 165–169.

Witkowski Z. Zagrożenie i ochrona niepylaga apollo w Europie // *Chron. przyz. ojez.* 1984. Vol. 40, N 5/6. S. 86–92.

Wolff-Straub R. Saumbiotope: Charakteristik, Bedeutung, Gefährdung, Schutz // *LÖLF-Mitt.* 1984. Bd. 9, N 1. S. 33–36.

Zande A.N., van der, Vos P. Impact of a semi – experimental increase in recreation intensity on the densities of birds in groves and hedges on a lake shore in the Netherlands // *Biol. Conserv.* 1984. Vol. 30, N 3. P. 237–259.

УДК 630*182:47/48

В.А. Бганцова, В.Н. Бганцов, Л.А. Соколов

ВЛИЯНИЕ РЕКРЕАЦИОННОГО ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ПОЧВУ

Обязательной составной частью исследования рекреационного воздействия на лес и ответной реакции лесных биогеоценозов является изучение состояния почвы. Как уже отмечалось (см. статью Л.П. Рысина и Г.А. Поляковой), на биогенное изменение почвы впервые обратил внимание П.К. Фальковский (1928, 1929), который исследовал влияние выпаса на физические свойства почв в дубравах. Начиная с 60-х годов разветвляется изучение изменчивости почв в связи с антропогенным воздействием на них, в том числе рекреационным, особенно интенсивно проявляющимся в местах массового отдыха. Все большие площади стал захватывать процесс, получивший название "рекреационной дигрессии", в связи с чем началось изучение состояния почв и растительности в лесопарках и парках, где влияние рекреации особенно значительно. Первые исследования в этой области были выполнены в Подмоскowie (Зеликов, Пшоннова, 1961; Зеликов, 1964; Ишин, 1965; Шумаков, Аршинова, 1966; Карписонова, 1967).

В настоящее время количество опубликованных работ, посвященных этой теме, исчисляется многими десятками. Чрезвычайно широка и география исследований – они проводятся в различных регионах нашей страны, а также во многих других странах, где проблема рекреационного лесопользования становится все более острой и требует определенных и своевременных решений. При подготовке лесных территорий для отдыха очень важно учитывать специфику почвенных условий, поскольку почва, как и растительность, очень чувствительна к вытаптыванию.

Первоочередным следствием вытаптывания является нарушение, а затем и уничтожение подстилки, играющей весьма важную роль в жизни лесных биогеоценозов, и уплотнение верхних почвенных горизонтов.

Уплотнение почвы нарушает ее структуру, уменьшает водопроницаемость и аэрированность, в результате чего в корнеобитаемом слое создаются анаэробные или близкие к ним условия; нарушаются сложившиеся окислительно-восстановительные процессы, снижается биологическая активность, затрудняется рост корней. Происходящие изменения, в свою очередь, вызывают все более существенную трансформацию водного и температурного режимов, условий минерального питания и т.д. К настоящему времени опубликован большой фактический материал, который позволяет сде-

лать ряд обобщающих выводов, но несомненно, что исследования в этих направлениях должны продолжаться и впредь, причем все большее значение приобретает организация стационарных наблюдений за внутритропочными процессами.

Разные почвы неодинаково реагируют на одну и ту же рекреационную нагрузку; в частности, очень важное значение имеет механический состав почвы: реакция песчаных, супесчаных и суглинистых субстратов зачастую весьма различна.

В предлагаемой главе рассмотрены основные подходы и результаты изучения изменения почв и почвенного покрова лесных территорий под влиянием рекреации. Наряду с анализом обширного литературного материала приведены данные, полученные авторами при исследовании городских и пригородных лесов Москвы, а также некоторых лесных территорий в зонах отдыха Московской области (районы Рузского и Истринского водохранилищ и др.).

ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ЛЕСНОЙ ПОДСТИЛКИ

Лесная подстилка, являясь одним из элементов лесных биогеоценозов, наиболее подвержена рекреационному воздействию. Изменение подстилки в нарушенных биоценозах сказывается на соотношении жизненных форм растений, что в конечном итоге оказывает существенное влияние на их возобновление (Кузнецова и др., 1983). Исчезновение подстилки может привести к катастрофическим последствиям для существования данного биоценоза.

Подстилка — это не только среда обитания множества животных, в ней распространены корни растений, она является источником питательных элементов. Огромную роль играет подстилка в регулировании микроклимата почвы, способствуя сглаживанию суточных колебаний температур, снижая испарение с поверхности почвы, задерживая в своей толще часть осадков. Равномерно распределенная подстилка препятствует глубокому промерзанию почвы. Если на тропах почва может промерзнуть на глубину до 80 см (Кузнецова и др., 1983), то под подстилкой — до 20 см. Удаление подстилки сказывается как на температурном режиме, так и на режиме влажности (Ворошин, 1964), обуславливает возрастание интенсивности водной эрозии (Settergen, Cole, 1970).

Подстилка служит также источником поступления органического вещества в минеральные почвенные горизонты. Уничтожение подстилки, изменение ее свойств в результате рекреационного воздействия приводят к резкому сокращению поступления в почву питательных веществ, изменению многих свойств почвы, снижению ее плодородия и т.д.

Неоднократно отмечалась высокая диагностическая роль подстилки при исследовании рекреационной дигрессии. Н.П. Жижин и Н.Н. Зеленский (1983) предлагают рассматривать толщину и запас подстилки, коэффициент разложения как надежные критерии и индикаторы для определения стадий дигрессии.

При рекреационных нагрузках происходит в первую очередь изменение морфологического строения подстилки. На ранних стадиях дигрессии подстилка уплотняется, дробится (измельчается), изменяются мощность и соотношение подгоризонтов. В дальнейшем выпадают ферментативный (F) и гумусовый (H) подгоризонты подстилки, органический материал вдавливаются в верхний слой органо-минерального горизонта. По данным И.Д. Юркевича и др. (1983), при максимальной рекреационной нагрузке в хвойных биогеоценозах происходит полное разрушение подгоризонта AO_3 . Опад, формирующий подстилку, может разноситься за пределы участка как пешеходами, так и в результате увеличивающейся поверхностной водной и ветровой эрозии.

При дальнейшем возрастании рекреационных нагрузок в почвенном профиле на II стадии дигрессии формируется плотная дернина мощностью до 5 см. Ее образованию способствует разреживание полога насаждений, вследствие чего в напочвенном покрове начинают преобладать светолюбивые и более устойчивые к рекреационным нагрузкам злаки и разнотравье.

Наши исследования показали, что плотность ненарушенной лесной подстилки в ельнике кисличнике составляет $0,18 \pm 0,02$ г/см³; в результате сильного вытаптывания наряду с размельчением, оторфовыванием подстилки в пониженных элементах рельефа происходит ее уплотнение до $0,83 \pm 0,04$ г/см³.

Увеличение плотности подстилки сопровождается существенным уменьшением ее мощности даже на самых ранних стадиях рекреационной дигрессии. По данным Т.С. Кузнецовой и др. (1983), рекреационное воздействие в сосняке разнотравном привело к сокращению мощности подстилки на II стадии дигрессии до 4,8 см (по сравнению с 10,5 см на контрольных участках). В ельнике кисличнике на территории Карпатского государственного природного парка (Марфенина и др., 1984) интенсивная рекреационная нагрузка (500 проходов) в первый же год уменьшила мощность подстилки в 2–3 раза в результате ее спрессовывания и измельчения.

В большинстве случаев в результате усиления рекреационной нагрузки наблюдается существенное снижение запасов подстилки, которые являются интегрирующим показателем, отражающим как увеличение плотности, так и уменьшение мощности ее при вытаптывании.

В ельнике кисличнике в условиях Московской области на I стадии дигрессии запас подстилки равен 4,3 кг/м², а мощность – 2 см, на II – запас подстилки равен 3,5 кг/м², на III – 2 кг/м², IV – 0,4 кг/м², V – 0,1 кг/м². На IV и V стадиях рекреационной дигрессии подстилка практически отсутствует (Казанская и др., 1977).

Исследования в сосняках на территории Новосибирского научного центра СО АН СССР (Спиридонов, 1976) показали, что в насаждениях, относительно слабо используемых для отдыха, где участки с уплотненной поверхностью составляют не более 9%, общие запасы подстилки достигают в мшисто-ягодниковом сосняке 2,96 кг/м², в разнотравном – 2,12 кг/м², а в сильно нарушенных насаждениях – 1,74 и 1,35 кг/м² соответственно, т.е. на 41 и 36% меньше.

Значительные изменения подстилки происходят в биоценозах широколиственных лесов. Так, в букняке разнотравно-ожиковом (Краснодарский край) интенсивная рекреационная нагрузка привела к уменьшению запаса подстилки в 5,1 раза (с 6,6 до 1,3 т/га), в букняке ясенниковом с 6,1 до 1,2 т/га (Гольцев, 1982). Проективное покрытие подстилки в исследуемых букняках уменьшилось соответственно в 3,1 и 3,6 раза.

Уменьшение запасов подстилки в подмосковных дубравах с увеличением рекреационной дигрессии подтверждает общую закономерность уменьшения их по мере усиления вытаптывания (Карписонова, 1967). Для начальных стадий дигрессии (II) отмечены запасы подстилки 11,3–11,4 т/га, для III степени дигрессии – 6,9, для IV – 5,0–2,8, для V степени дигрессии запасы подстилки равны 0,9 т/га. Таким образом, по мере нарушения дубравы запасы подстилки резко сокращаются. В деградированной дубраве (V стадия) запасы подстилки в 12 раз меньше, чем в мало нарушенном лесу того же возраста. Это объясняется не только уменьшением количества опада в связи с изреживанием древостоя и отсутствием подлеска, но и быстрой минерализацией опада, что характерно для более открытых мест.

При возрастании рекреационных нагрузок существенно изменяются не только общая мощность и запасы подстилки, но и соотношение запасов подстилки по подгоризонтам, что является следствием резкого изменения соотношения мощности подгоризонтов (Юркевич и др., 1983).

Под действием рекреации происходят значительные нарушения в сложении подстилки, иссушение и разрушение составляющих ее компонентов, что приводит к изменению ее фракционного состава. В подстилке сосновых насаждений (Спиридонов, 1976) отмечаются увеличение содержания фракций мелких размеров (< 5 мм) и резкое уменьшение (более чем на 10%) содержания фракций > 10 мм.

Т.С. Кузнецова и др. (1983) отмечают также значительное уменьшение количества активной фракции в рекреационных сосняках. На I стадии дигрессии активная фракция составляла 54%, а на III стадии – около 15% от общего количества подстилки.

Те же закономерности наблюдаются в лиственных лесах. Анализ фракционного состава подстилки показал, что при переходе от насаждений со слабой степенью дигрессии к лесам с сильно выраженным воздействием человека масса листового опада в букняке разнотравно-ожиковом уменьшается в 4,1 раза, в букняке ясенниковом — в 3,7 раза, увеличивается участие грубой фракции до 29,3 и 23,7% соответственно в обоих букняках (Гольцев, 1982).

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ

Морфологические и микроморфологические исследования рекреантно нарушенных почв являются основой для углубленного исследования всей совокупности процессов, протекающих в них под воздействием рекреационной нагрузки. Они позволяют оценить характер изменения мощности генетических горизонтов, агрегатного состояния и порового пространства, плотности почвенной массы, направления трансформации элементов микростроения, в частности органического материала.

В настоящее время наиболее детально изучено изменение под действием рекреации морфологического строения верхних органогенных горизонтов почвенного профиля. Значительно меньше внимания уделено нижележащим органо-минеральным и элювиальным горизонтам.

Широкий комплекс морфологических исследований был выполнен нами (Шоба, Соколов, 1982; Соколов, 1983) на территории лесопарка санатория "Подлипки" (Московская область). В результате исследований показано, что увеличение степени рекреационной нагрузки приводит к существенному изменению морфологического строения почв.

Морфологический и микроморфологический анализ дерново-подзолистых суглинистых почв на участках II стадии рекреационной дигрессии в ельнике злаково-разнотравном (Шоба, Соколов, 1982) показал, что общим признаком для них являются практически повсеместное отсутствие лесной подстилки, образование дернины, которая в понижениях обычно оторфована. Характерным признаком является также деградация естественной структуры и увеличение плотности почв, наличие массы ржаво-охристых пятен, иногда чередующихся с сизоватыми зонами в поверхностном слое горизонта A1 (непосредственно под горизонтом A_d), что указывает на контрастные окислительно-восстановительные условия в этом слое (реакция с красной кровяной солью часто положительная). Заметно некоторое уменьшение мощности гумусо-аккумулятивного горизонта.

Общим для почвенных профилей, заложенных на тропях, интенсивно используемых отдыхающими в течение 25 лет (участки III степени рекреационной дигрессии), являются полное отсутствие лесной подстилки и травянистой растительности, отчетливые признаки поверхностного оглеения с преобладанием восстановленных зон над окисленными, исчезновение исходных структурных агрегатов. Мощность горизонта A1 становится значительно меньше, чем на участке II степени дигрессии, при этом отмечается образование специфического коркового подгоризонта мощностью 0,5–1 см, листоватой структуры с тонкими трещинами, редкими охристо-ржавыми компактными орштейнами, ясно отличающегося от нижележащей массы по плотности и цвету.

Обобщение результатов проведенных морфологических исследований на участках разной степени рекреационной дигрессии подтверждает, что в первую очередь, как уже было отмечено выше, уменьшается мощность и изменяются свойства лесной подстилки, при значительном рекреационном воздействии она полностью уничтожается.

В дальнейшем наиболее интенсивным изменениям подвергается гумусо-аккумулятивный горизонт, мощность которого уменьшается более чем в 2 раза (табл. 1) по сравнению с контролем. Мощность подзолистого горизонта остается в основном постоянной, сохраняя незначительную тенденцию к уменьшению.

Для оценки реальной возможности столь резкого изменения мощности горизон-

Т а б л и ц а 1

Мощность генетических горизонтов почвы в зависимости от степени рекреационного воздействия, см

Степень вытоптанности	Горизонт								
	O			A1			A2		
	<i>M</i>	σ	<i>V, %</i>	<i>M</i>	σ	<i>V, %</i>	<i>M</i>	σ	<i>V, %</i>
Контроль (ельник кисличник)	5,9	0,8	13	19,2	2,2	11	9,6	1,0	10
1 (ельник разнотравный)	2,7	1,0	38	18,3	1,7	10	9,5	1,1	11
2 (ельник злаково-разнотравный)	—	—	—	17,1	2,1	13	8,9	1,8	20
3 (плотные дорожки возрастом более 20 лет)	—	—	—	7,3	1,8	25	8,4	2,0	24

та A1 использовался специальный метод расчета, учитывающий исходную и фактическую плотность почв, данные общей порозности (Соколов, 1983); подтверждено, что отмеченные изменения вполне возможны с учетом выноса органических и минеральных частиц за пределы участка.

Увеличение рекреационной нагрузки и связанное с этим уплотнение почвы приводит к переорганизации естественного сложения почвенного материала поверхностных горизонтов. Агрегаты гумусового горизонта отчасти деформируются, образуя плотную упаковку, и впоследствии почвенная масса приобретает слоеватое сложение. В подзолистом горизонте также происходит уплотнение почвенного материала, укрупнение агрегатов и формирование крупнопластинчатых отделностей. Часто уплотнение приводит к образованию бесструктурной массы в горизонте A2. В нижележащих горизонтах (глубже 25 см) структурные отделности не испытывают укрупнения. Происходит лишь частичное уплотнение их за счет уменьшения объема порового пространства.

Переорганизация твердой фазы почвенных горизонтов приводит к изменению структуры порового пространства. В первую очередь происходит резкое уменьшение общей порозности главным образом за счет наиболее крупных пустот диаметром более 20–30 мкм. Эти пустоты (видимая порозность в шлифах), имеющие сложную морфологию, играют особо важную роль в передвижении влаги, в распространении корневых систем и обеспечении их кислородом. Уплотнение приводит к образованию сложных и разветвленных межагрегатных пустот в узкие щелевидные трещины, часто замкнутые. Уменьшение крупных пустот не только препятствует благоприятному развитию корневых систем растений, но и приводит к изменению физико-химических и биологических условий в почвенной толще. Отсутствие доступа кислорода благоприятствует формированию восстановительных зон и протеканию анаэробных процессов. Восстановительные условия увеличивают подвижность гидроокислов железа и его перераспределение в основной почвенной массе. Происходит обеднение одних и обогащение других зон гидроокислами железа в виде рыхлых сгустков и пятен. Хорошо выраженные орштейны, на наш взгляд, не формируются в этих условиях: они образовались до воздействия рекреационной нагрузки.

Органическое вещество также претерпевает изменения. После уплотнения процесс

активного гумусообразования затормаживается, происходит уменьшение содержания муллевого гумуса. Анаэробные условия приводят к образованию низкомолекулярных органических соединений и их потечности. Грубые формы в виде остатков растений различной степени разложения располагаются субгоризонтально. При высоких рекреационных нагрузках происходит вдавливание фрагментов опада в почвенную массу горизонта А1 и как следствие механическое обогащение горизонта органическим веществом (Шоба, Соколов, 1982).

Как показали наши исследования (Соколов, Шоба, 1982), в зимний период происходит интенсивное морозное рыхление уплотненных горизонтов. Образованное слоеватое сложение частично сохраняется в весенне-летний период, если рекреационное воздействие на почву прекращено (или сведено к минимуму). В случае продолжения рекреационной нагрузки образовавшиеся под действием льда непрочные пластинчатые и линзовидные структурные отдельности очень быстро разрушаются, происходит уплотнение бесструктурной массы.

Таким образом, по мере прекращения рекреационного воздействия на почву возможно в данном случае постепенное восстановление ее структурного состояния, чему благоприятствуют мерзлотное воздействие и структурообразующее действие корневых систем и почвенных животных.

Более подробно почвенные процессы в цикле промерзание—оттаивание будут рассмотрены в специальном разделе данной статьи.

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ

Отчетливые изменения в морфологии почв, подверженных рекреационному воздействию, наглядно подтверждаются изменением физических свойств.

Определяющим фактором физических свойств почв является ее плотность. А.В. Писмеров и др. (1980) расценивают этот показатель как непосредственно действующий и решающий экологический фактор. Плотности почв отводится существенная индикаторная и диагностическая роль в оценке степени рекреационной дигрессии территорий (Жижин, Зеленский, 1973; Казанская, Ланина, 1975; и др.). Это обусловило значительный интерес многих исследователей к изучению закономерностей изменения объемной массы (плотности) почв под влиянием уплотнения при рекреации.

Рекреационное воздействие на биогеоценоз приводит к изменению плотности поверхностного слоя почвы в результате его косвенного и прямого уплотнения. Косвенное уплотнение происходит в процессе рекреационной смены подполевой растительности на светолюбивую злаково-разнотравную.

Вместе с тем почва испытывает прямое уплотнение, выражающееся в деформации почвенного материала, разрушении естественных агрегатов, слитизации органико-минеральных горизонтов, образовании корки на поверхности.

Исследования влияния рекреационных нагрузок на дерново-подзолистых суглинистых почвах в рекреационных подмосковных лесах (Карпачевский, 1981) показали, что для ненарушенной почвы специфична плотность $0,6-0,7 \text{ г/см}^3$, для I стадии рекреационной дигрессии — $0,8-0,9 \text{ г/см}^3$, для II — $1,0-1,1$, для III — $1,1 \text{ г/см}^3$. Максимальные значения плотности горизонта А1 у суглинистых дерново-подзолистых почв обычно не превышают $1,5 \text{ г/см}^3$ на глубине 0–4 см, а горизонта А1А2 на глубине 18 см — $1,7 \text{ г/см}^3$. Верхний 0–2-сантиметровый слой почвы уплотняется больше, чем нижележащий двухсантиметровый слой.

Рекреационное воздействие на серых лесных почвах приводит к увеличению плотности на 37–40% (Пешко и др., 1979; Пастернак, Бондарь, 1983).

Н.Н. Зеленский и Н.П. Жижин (1975), изучая влияние рекреационных нагрузок на культуры лиственницы европейской в западных областях УССР, отмечали значительные изменения плотности почвы по стадиям дигрессии. Для I стадии рекреационной дигрессии плотность почвы составила $0,66 \text{ г/см}^3$, II — $0,98$, для III — $1,17 \text{ г/см}^3$.

Оценка влияния нормированных рекреационных нагрузок на свойства бурых

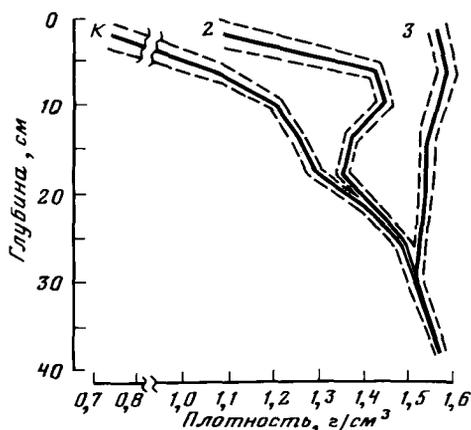
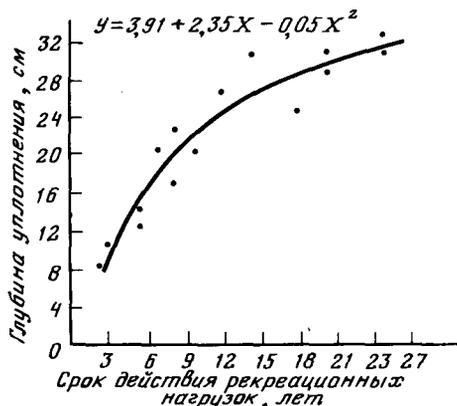


Рис. 1. Изменение плотности дерново-подзолистой суглинистой почвы при рекреационном воздействии

К — контроль; 2 — участок леса на второй стадии рекреационной дигрессии; 3 — тропы (пунктиром нанесены доверительные интервалы, повторность — 100)

Рис. 2. Зависимость глубины уплотнения почвы от продолжительности рекреационного воздействия



лесных почв на территории Карпатского государственного природного парка (Марфенина и др., 1984) показала, что плотность почвы резко увеличивается при нагрузке 250 проходов ($0,74 \text{ г/см}^3$), а при нагрузке 500 проходов приближалась к плотности старой тропы уже в первый год воздействия ($0,77 \text{ г/см}^3$). Длительное (3 года), хотя и незначительное воздействие (100 проходов) заметно сказывается на плотности почвы, которая возрастает на таких тропах до $0,67 \text{ г/см}^3$ по сравнению с контролем $0,54 \text{ г/см}^3$.

На супесчаных дерново-подзолистых почвах наблюдается аналогичная закономерность. На ненарушенных участках лесопарка Новосибирского Академгородка почва с естественным сложением имеет плотность в слое 0–5 см $0,85\text{--}0,91 \text{ г/см}^3$. На тропах плотность почвы возрастает до $1,21\text{--}1,34 \text{ г/см}^3$, а в отдельных случаях (в центре спортивных площадок) достигает $1,58\text{--}1,61 \text{ г/см}^3$ (Спиридонов, 1975).

Результаты наших исследований показывают, что наибольшие изменения плотности дерново-подзолистой суглинистой почвы при рекреационном воздействии происходят в верхней части почвенного профиля (рис. 1). Так, если плотность слоя почвы 0–4 см на контрольном участке ельника кисличника составляет $0,74 \pm 0,03 \text{ г/см}^3$ (повторность определений 100), в ельнике кислично-травяном (I степень дигрессии) — $0,96 \pm 0,04$, а в ельнике злаково-разнотравном (II степень дигрессии) увеличивается до $1,10 \pm 0,03 \text{ г/см}^3$, то на участке III степени вытоптанности (тропы, возраст использования 20 лет) она достигает $1,58 \pm 0,02 \text{ г/см}^3$. Таким образом, увеличение объемной плотности самого верхнего слоя почвы происходит соответственно в 1,3; 1,5 и 2,1 раза по сравнению с контролем. С глубиной значения плотности почвы выравниваются, на что указывают низкие значения критерия существенности различия с контролем ($t < t_p$). По величине критерия существенности различия средняя глубина уплотнения составляет для участка II степени дигрессии 20 см (16–24), III степени (под тропами) — 28 см (24–32).

Данные различных авторов о глубине уплотнения почвы при рекреационном воздействии значительно расходятся. Это обусловлено как различным механическим составом, генезисом почв, так и различной интенсивностью и длительностью рекреационного использования территории.

В многочисленных советских и зарубежных публикациях (Васильева, 1973; Казанская, 1972; Кузьмина, 1978; Спиридонов, 1975; Таран и др., 1976; Цареградская,

1977; Dotzenko, 1967; и др.) отмечается, что максимальное уплотнение почвы под воздействием рекреационной нагрузки происходит в верхнем 5–10-сантиметровом слое. По мнению ряда авторов (Зеленский, Жижин, 1975; Пешко и др., 1979; и др.), увеличение плотности почвы наблюдается до глубины 30–50 см. При этом наиболее значительно глубина уплотнения возрастает в первые годы интенсивного рекреационного использования (Спиридонов, 1974; Исаев, 1977).

Наши исследования глубины уплотнения под дорожками разного срока использования (табл. 2) позволили рассчитать уравнение связи глубины уплотнения (y) со сроком использования троп (x) при нагрузке, превышающей 30 чел./день (рис. 2). Оно имеет вид

$$y = 3,91 + 2,35x - 0,05x^2.$$

Уравнение верно при $1 \leq x \leq 25$.

Как следует из результатов исследований, глубина уплотнения почвы в основном зависит от интенсивности и длительности рекреационной нагрузки. Так, уплотнение почвы на глубину 15 см на участке II степени вытоптанности с рассеянной рекреационной нагрузкой и сохранившимся злаково-разнотравным покровом произошло за 25 лет, а под тропой с интенсивным вытаптыванием — за 3 года.

Наряду с уплотнением поверхностного слоя песчаных почв в лесопарках Подмосковья (Томилинский лесопарк, побережье Истринского водохранилища) и р. Москвы (Серебряный бор) нередко встречаются участки, подверженные сильному рекреационному воздействию, почва которых не уплотнена, а, наоборот, разрыхлена. Это обычно для мест с уничтоженным напочвенным покровом и незначительной мощностью гумусового горизонта почвы, т.е. для участков в значительной степени подверженных действию ветровой и водной эрозии.

Анализ приводимых в работах различных авторов сведений показывает, что в настоящее время мы не имеем возможности с достаточной точностью прогнозировать изменение плотности почв в различных биогеоценозах под влиянием рекреационных нагрузок. Данные разных авторов трудно сопоставимы, что обусловлено как различием в механическом составе и исходной плотности естественных ненарушенных почв, т.е. естественной неоднородностью исследуемых территорий, так и причинами методического характера. Используются различные подходы в оценке степени (стадии) рекреационной дигрессии биоценоза (Казанская и др., 1977; Цареградская, 1977; и др.), при этом не всегда указывается, какого принципа придерживался автор.

Очень редко приводятся данные, полученные при исследовании с нормированными нагрузками (Казанская и др., 1973; Марфенина и др., 1984), позволяющими более точно определить диагностическую роль плотности почвы как показателя степени нарушения почвенного покрова (почвенного компонента биогеоценоза), глубже понять сущность процессов, происходящих в почве при изменении рекреационной нагрузки.

Учитывая значительную вариабельность естественной плотности почв (особенно поверхностных горизонтов) в лесных биогеоценозах (Орешкина, 1978; Карпачевский, 1981), представляется необходимым для получения достоверного материала использовать большие повторности и обработку полученных результатов методами математической статистики.

Высказанные соображения во многом справедливы и для анализа данных по другим свойствам почв, изменяющимся при воздействии рекреационной нагрузки.

Результаты анализа механического состава почв на всех исследуемых нами объектах свидетельствуют о сходном распределении фракций по генетическим горизонтам в разрезах на контрольном участке ельника кисличника, в ельнике злаково-разнотравном (II стадия дигрессии) и на тропах. Однако в почвах суглинистого ряда обращает на себя внимание некоторое увеличение содержания ила и мелкой пыли в верхней части горизонта A1 на тропе (табл. 3). Особенно значительно это изменение в слое почвы 0–1 см. Содержание мелкой пыли на контрольном участке составля-

Т а б л и ц а 2

Плотность почвы (в г/см³) под дорожками разного возраста в ельнике кислщичнике

Глубина взятия образца, см	Контроль (n=100)		Возраст дорожки, лет	
	Горизонт	M ± tm	3 (n=10)	
			Горизонт	M ± tm
0-4	A1	0,74 ± 0,03	A1 _g	1,06 ± 0,05
4-8	A1	1,08 ± 0,02	A1	1,17 ± 0,03
8-12	A1	1,22 ± 0,01	A1	1,24 ± 0,03
12-16	A1	1,27 ± 0,01	A1	1,28 ± 0,02
16-20	A1/A2	1,30 ± 0,01	A1/A2	1,31 ± 0,03
20-24	A2	1,42 ± 0,01	A2	1,41 ± 0,02
24-28	A2	1,49 ± 0,01	A2	1,50 ± 0,03
28-32	B1	1,51 ± 0,01	B1	1,51 ± 0,02
32-36	B1	1,54 ± 0,01	B1	1,56 ± 0,02
36-40	B1	1,57 ± 0,01	B1	1,56 ± 0,01
40-44	B1	1,59 ± 0,01	B1	1,57 ± 0,02
44-48	B	1,60 ± 0,01	B	1,60 ± 0,02

Т а б л и ц а 3

Механический состав почв, % на абсолютно сухую почву

Номер разреза	Степень вытоптанности	Горизонт	Глубина, см	Гигроскопическая влажность, %	Потеря при обработке 0,05 н. HCl
1	Контроль, ельник кислщичник	A1	0-1	1,92	1,4
		A1	1-5	1,07	0,8
		A1	10-15	1,00	0,6
		A2	20-25	0,98	0,7
		B1	50-55	1,39	0,6
3	3-я тропа, 25 лет	A1 _g	0-1	1,57	2,2
		A2 _g	1-5	0,98	0,6
		A2 _g	10-15	0,63	0,5
		A2B1	20-25	0,53	0,7
		B1	50-55	2,11	0,7

ет 11,1%, на тропе — 13,1, ила — соответственно 7,0 и 9,8%. Увеличение содержания тонких фракций происходит несмотря на водную и ветровую эрозию, особенно сильно проявляется на участках III степени вытоптанности.

Аналогичную тенденцию изменения содержания "активной" группы фракций под воздействием рекреационных нагрузок отмечали в своих работах Л.О. Карпачевский и др. (1978), С.А. Шоба и Л.А. Соколов (1982), П.С. Пастернак, В.И. Бондарь (1983).

По сравнению с контролем на участках, подверженных рекреационному воздействию, заметно увеличение плотности твердой фазы поверхностных горизонтов почвы. Наиболее существенны различия в слое почвы 0-10 см под тропинками. В основном это объясняется снижением содержания органического вещества в почвах вытоптанных участков.

Рекреационное уплотнение почвы вызывает изменение и других ее физических характеристик. Увеличивается твердость почвы, причем особенно заметно это изменение в поверхностных слоях.

Изменение твердости почв при уплотнении происходит резче, чем изменение плот-

Возраст дорожки, лет					
8 (n=10)		12 (n=10)		20 (n=100)	
Горизонт	$M \pm tm$	Горизонт	$M \pm tm$	Горизонт	$M \pm tm$
A1 _g	1,24 ± 0,04	A1 _g	1,32 ± 0,03	A1 _g	1,58 ± 0,02
A1 _g	1,40 ± 0,04	A1 _g	1,50 ± 0,04	A1 _g	1,60 ± 0,02
A1 _g	1,40 ± 0,04	A1 _g	1,50 ± 0,03	A1/A2 _g	1,57 ± 0,02
A1/A2	1,35 ± 0,03	A2 _g	1,48 ± 0,03	A2 _g	1,55 ± 0,02
A2	1,35 ± 0,03	A2	1,46 ± 0,03	A2B1	1,55 ± 0,02
A2	1,42 ± 0,02	A2B1	1,46 ± 0,03	B1	1,54 ± 0,01
A2B1	1,51 ± 0,02	B1	1,50 ± 0,02	B1	1,53 ± 0,01
B1	1,53 ± 0,02	B1	1,53 ± 0,02	B1	1,52 ± 0,01
B1	1,56 ± 0,02	B1	1,54 ± 0,02	B1	1,55 ± 0,01
B1	1,57 ± 0,01	B1	1,55 ± 0,02	B1	1,57 ± 0,01
B1	1,58 ± 0,02	B1	1,57 ± 0,02	B1	1,58 ± 0,01
B1	1,59 ± 0,02	B1	1,59 ± 0,02	B1	1,60 ± 0,01

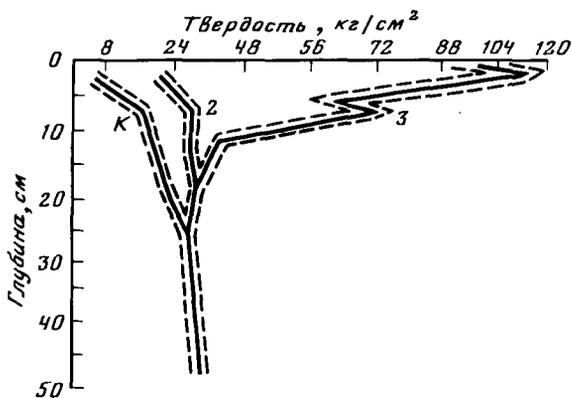
Размер фракций, мм						
1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	< 0,001	< 0,01
2,6	14,4	57,4	6,1	11,1	7,0	24,2
2,8	18,5	54,6	7,6	9,0	6,7	23,3
2,2	12,0	60,0	7,3	9,9	8,0	25,2
1,7	11,0	62,3	6,6	10,4	7,3	24,3
0,7	8,1	51,2	6,2	9,4	23,8	39,4
3,4	10,2	54,5	6,8	13,1	9,8	29,7
2,1	10,2	59,4	8,9	9,9	8,9	27,7
1,5	13,5	58,6	10,5	9,4	6,0	25,9
1,0	9,0	52,8	7,0	9,1	20,4	36,5
0,8	7,2	50,5	5,0	8,8	27,0	40,8

ности и тем более порозности. Так, небольшое уменьшение порозности серой лесной почвы на 2% вызывает увеличение твердости вдвое (Пешко и др., 1979).

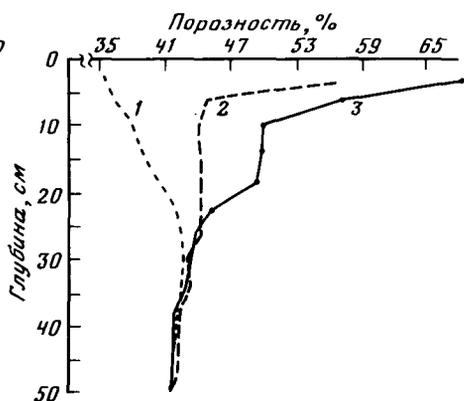
Твердость почвы на рекреационно используемых территориях увеличивается под влиянием уплотнения в 2-3 раза в зависимости от свойств почв и характера рекреационного воздействия (Бибикова и др., 1979; Зеленский, Жижин, 1975; Пешко и др., 1979; Кузьмина, 1978; Пастернак, Бондарь, 1983; Lockaby, Dunn, 1984) и лишь на тропах и интенсивно используемых территориях твердость почвы возрастает в 5 раз и более (Пешко и др., 1979; Приступа, 1977).

Модельные опыты с нормированными нагрузками показали, что уже в первый год воздействия тропа с нагрузкой 500 проходов значительно отличается от контроля и не отличается по твердости от старой тропы. Нагрузка 100 проходов дает увеличение твердости почвы, но оно достоверно незначимо даже на третий год воздействия (Марфенина и др., 1984).

Известно, что на фоне общего уплотнения верхнего слоя с увеличением рекреационной нагрузки диапазон варьирования твердости почвы резко сужается. Е.М. Жевелева



Р и с. 3. Изменение твердости почвы с глубиной в зависимости от степени вытоптанности
 К — контроль; 2 — участок леса на второй стадии рекреационной дигрессии; 3 — тропа



Р и с. 4. Изменение общей порозности почвы в зависимости от степени вытоптанности
 К — контроль; 2 — участок леса на второй стадии рекреационной дигрессии; 3 — тропа

и Е.Л. Ким (1984) считают, что вариабельность значений твердости является более достоверным показателем степени нарушенности почвы, чем абсолютные значения твердости.

По данным П.С. Пастернака и В.И. Бондаря (1983), увеличение твердости почвы под влиянием рекреации, хотя и незначительное, установлено до глубины 50 см.

Наши исследования показали, что твердость почвы возрастает с 8–2 кг/см² в контроле в 1,3–1,6; 2,0–2,7 и в 5–14 раз соответственно на участках I, II и III степени дигрессии.

Изменения происходят и в глубину (рис. 3). Однако выравнивание значений твердости под участками с различной рекреационной нагрузкой происходит на несколько иных, чем у плотности, глубинах: 25 см для II и III степени вытоптанности. По-видимому, это следствие разной влажности почвы, оказывающей значительное влияние на расклинивающее действие ударника твердомера.

Изменение плотности почвы под воздействием рекреационной нагрузки тесно связано с изменением общей и дифференциальной порозности почв.

Изучение дубрав лесопарковой зоны Москвы (Карпиносова, 1967) показало, что в дубраве мало нарушенной (II стадия рекреационной дигрессии) порозность почвы равна 55,7%, в нарушенной (III стадия) — 56,5, в сильно нарушенной (IV стадия) — 59,4, в деградированной (V стадия) — 49,2%, т.е. заметное уменьшение порозности отмечается только на участках деградированной дубравы. Отмеченное увеличение порозности на участках дубрав сильно нарушенных обусловлено, по мнению автора, возрастанием роли в напочвенном покрове рыхлокустовых злаков, улучшающих структуру почвы.

По данным В.Н. Спиридонова (1975), с повышением плотности верхнего 10-сантиметрового слоя дерново-подзолистой супесчаной почвы с 0,77 до 1,34 г/см³ общая порозность уменьшается почти в 1,5 раза (с 70 до 48,9%), а капиллярная влагоемкость — с 48,1 до 31,0%, т.е. более чем в 1,5 раза.

В темно-серой лесной тяжелосуглинистой почве общая порозность верхнего 0–10 см слоя снижается с 55,6% (контроль) до 41,3% (IV стадия дигрессии). Уменьшение общей порозности в нижележащих горизонтах почв на участках разной степени рекреационной дигрессии выражено менее отчетливо (Пастернак, Бондарь, 1983).

Сходные закономерности выявлены нами при исследовании рекреационных ельников Подмоскovie (Соколов, 1983). На рис. 4 показано изменение порозности

Таблица 4

Влагоемкость почвы участков различной степени вытоптанности, % к весу

Степень вытоптанности, номер разреза	Глубина определения, см	Полная влагоемкость				Капиллярная влагоемкость			
		Статистический показатель							
		$M \pm tm$	σ	$V, \%$	m	$M \pm tm$	σ	$V, \%$	m
Контроль (ельник кисличный)	0-10	57,8±3,8	1,9	3	0,83	44,4±3,1	1,5	3	0,68
	10-20	35,3±2,7	1,3	4	0,59	31,3±2,1	1,0	3	0,46
разрез 1	20-30	29,6±1,3	0,7	2	0,29	26,0±1,0	0,5	2	0,21
	30-40	26,6±1,2	0,6	2	0,27	24,4±0,8	0,4	2	0,18
	40-50	25,1±0,6	0,3	1	0,13	23,1±0,6	0,3	1	0,12
1 (ельник кислично- травяной)	0-10	49,9±3,7	1,8	4	0,81	40,1±1,6	0,8	2	0,35
	10-20	34,2±1,9	0,9	3	0,42	30,0±1,1	0,6	2	0,25
разрез 2	20-30	29,7±1,8	0,9	3	0,39	26,8±0,7	0,4	1	0,16
	30-40	26,5±1,3	0,6	2	0,28	24,2±0,7	0,3	1	0,14
	40-50	25,0±0,8	0,4	2	0,17	23,0±0,8	0,4	2	0,16
2 (ельник злаково- разнотравный)	0-10	39,8±2,9	1,4	4	0,62	36,5±1,0	0,5	1	0,21
	10-20	28,2±2,0	1,0	3	0,42	25,8±0,9	0,4	2	0,19
	20-30	27,9±1,4	0,7	2	0,30	25,5±0,8	0,4	2	0,18
	30-40	25,9±0,8	0,4	2	0,18	23,8±0,7	0,4	2	0,16
разрез 3	40-50	25,4±0,8	0,4	2	0,17	23,4±0,6	0,3	1	0,13
	3 (тропа в ельнике злаково-разнотравном)	0-10	22,3±1,2	0,6	3	0,25	22,0±0,5	0,2	1
разрез 4	10-20	25,6±1,1	0,5	2	0,23	25,0±0,6	0,3	1	0,13
	20-30	26,2±1,2	0,6	2	0,27	25,3±0,6	0,3	1	0,13
	30-40	26,5±0,9	0,5	2	0,20	24,9±0,8	0,4	4	0,18
	40-50	25,4±0,7	0,3	1	0,15	23,5±0,7	0,3	1	0,15

почвы по глубине на участках различного рекреационного состояния. Наибольшее снижение порозности по сравнению с контролем происходит под участками 3-й степени вытоптанности. Наибольшее уменьшение порозности по профилю происходит в самых верхних слоях почвы. Под тропами порозность становится ниже естественной порозности горизонта В1.

Снижение общей порозности почвы при ее уплотнении вызывает изменение показателей влагоемкости (табл. 4). Так, если полная влагоемкость слоя почвы 0-10 см на участке 2-й степени вытоптанности составляет 39,9 против 57,8% на контроле, то на тропе ее значение всего 22,3%. Уменьшение произошло соответственно в 1,5 и 2,6 раза. Сходный характер изменения имеет капиллярная влагоемкость. Ее уменьшение с 44,4% (контроль) происходит до 36,5% (2-я степень вытоптанности) и 22,0% (3-я степень).

Анализ данных позволяет отметить сближение значений полной ($W_{\text{полн}}$) и капиллярной ($W_{\text{кап}}$) влагоемкости по мере усиления степени уплотнения почвы (отношение $W_{\text{кап}}:W_{\text{полн}}$ стремится к единице). Следовательно, уплотнение почвы, которое происходит за счет уменьшения общей пористости, вызывает снижение количества в основном некапиллярных пор. Таким образом, накопление влаги в максимально уплотненных почвах происходит главным образом в тонких капиллярах. Поступление влаги сверх капиллярной влагоемкости вызывает ее избыточное накопление.

Существенные рекреационные изменения твердости и порозности лесной почвы находят непосредственное отражение в ухудшении структурных характеристик и как следствие водопроницаемости водно-воздушного режима почвы.

Исследования, проведенные в лесопарках городов Пушкино, Мытищи и парках

Москвы (Зеликов, Пшоннова, 1961), показали, что уплотнение дерново-подзолистой суглинистой почвы до $1,2 \text{ г/см}^3$ приводит к значительному уменьшению некапиллярной порозности, быстрому разрушению структуры, почва становится практически водонепроницаемой. Уплотнение до $1,4\text{--}1,5 \text{ г/см}^3$ приводит к разрушению 60–70% комковатых агрегатов, к почти полному отсутствию некапиллярной порозности и фильтрации.

По данным Е.В. Кузьминой (1978), при рекреационном уплотнении дерново-среднеподзолистой среднесуглинистой почвы (Тишковский лесопарк) происходит увеличение процентного содержания (до 50% и выше) агрегатов $> 10 \text{ мм}$ за счет резкого сокращения (с 58 до 17%) наиболее агрономически ценных фракций (1–5 мм).

Аналогичные результаты получили П.С. Пастернак и В.И. Бондарь (1983), характеризуя изменения в структурно-агрегатном составе темно-серых лесных почв в рекреационных насаждениях лесопарка Харькова. По мере возрастания рекреационных нагрузок в слое 0–10 см несколько снижается показатель структурности (99% – I стадия дигрессии, 96,4 и 97,2% – соответственно III и IV стадии). Отмечено заметное снижение при уплотнении процентного содержания в слое 0–10 см агрегатов агрономически ценной фракции (0,5–5 мм) (от 45 до 31,5%).

В нижележащем слое 10–25 см изменения показателя структурности и содержания агрономически ценной фракции в почвах участков разной стадии рекреационной дигрессии весьма незначительны.

Исследования показали существенное уменьшение коэффициента водопрочности агрегатов как в слое 0–10 см (с 89,4 до 27,5%), так и в нижележащем слое 10–25 см (с 76,9 до 50%), которое сопровождалось заметным изменением фракционного состава агрегатов.

С увеличением рекреационной дигрессии наблюдалось уменьшение содержания водопрочных агрегатов размером 2,0–0,25 мм и резкое увеличение количества неводопрочных частиц размером $< 0,25 \text{ мм}$, которое сохраняется и в слое 10–25 см. Отмеченные тенденции изменения структурного состояния рекреационных почв создают условия для образования поверхностной почвенной корки и ухудшения водно-физических свойств почв.

Многочисленными исследованиями показано, что в результате рекреационного воздействия наиболее резко уменьшается водопроницаемость почв, которая в значительной степени зависит от механического состава, плотности, порозности и структурного состояния почв.

Существенное уменьшение водопроницаемости в процессе рекреационного использования отмечается как для суглинистых почв (Кузьмина, 1978; Карпачевский, 1981), так и для почв легкого механического состава (Приступа, 1977; Васильева, 1973; Monti, Macintosh, 1979), при этом количественные показатели этих изменений, выявленные разными авторами, варьируют в широких пределах.

Исследования почв в пригородных лесах Подмосковья (Цареградская, 1977) показали, что на тропинках водопроницаемость снижается в 7 раз. По данным Л.О. Карпачевского (1981), при уплотнении почв в результате рекреационного воздействия их водопроницаемость снижается в 1,5–2 раза на участках I и II стадии рекреационной дигрессии и в 100 раз на участках III стадии.

Изучение влияния нормированных рекреационных нагрузок на бурые лесные почвы (Марфенина и др., 1984) показало, что уже через 3 года водопроницаемость троп с нагрузкой 250–500 проходов практически не отличается от старой тропы и в 20–30 раз меньше, чем на контроле. Водопроницаемость на тропе с нагрузкой 100 проходов в 1,5 раза меньше контроля.

Наши исследования в рекреационных ельниках Подмосковья свидетельствуют о контрастных изменениях водопроницаемости почв с поверхности на участках различной степени дигрессии (табл. 5).

Если на контрольном участке она составляет $60,4 \pm 5,4 \text{ мм/мин}$, то на участке 1-й степени вытоптанности – $13,6 \pm 3,6$, 2-й степени – $0,4 \pm 0,2$, а на тропях – всего

Т а б л и ц а 5

Водопроницаемость с поверхности почвы, мм/мин

Степень вытоптанности	Статистические показатели				
	<i>n</i>	<i>M</i> ± <i>tm</i>	<i>σ</i>	<i>m</i>	<i>V</i> , %
Контроль	30	60,4 ± 5,4	10,5	1,9	17
Ельник кисличник					
1	30	13,6 ± 3,6	7,5	1,3	52
Ельник кислично- травяной					
2	30	0,4 ± 0,2	0,5	0,08	115
Ельник злаково- разнотравный					
3	30	0,002 ± 0,001	0,002	0,0004	100

0,002 ± 0,001 мм/мин. Столь низкие значения водопроницаемости уплотненных участков вызваны в основном уничтожением подстилки и травянистой растительности, наличием корки, уплотненного слоя, разрушением структуры, снижением порозности со значительным уменьшением капилляров, отсутствием ходов: землероев и червей.

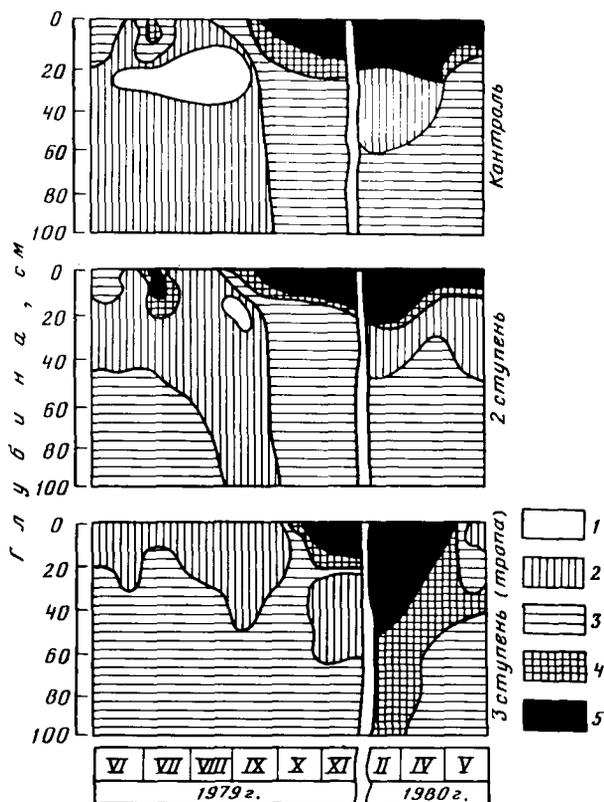
Такое различие в скорости просачивания влаги вызывает сток ее с плотных участков к рыхлым и как следствие неодинаковое ее накопление в почве. Особенно значительно перераспределение на участках III степени дигрессии, лишенных растительного покрова. Вода здесь стекает по поверхности в понижения. Сток на таких участках чаще всего концентрированный, особенно при наличии микрорельефа, что приводит к поверхностной водной эрозии и смыву почвенного материала в понижения, а также за пределы участка.

ВЛАЖНОСТЬ И ВОДНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВ

Отмеченное выше перераспределение атмосферных осадков находит непосредственное отражение в изменении влажности почвы. В многочисленных работах отмечается, что влажность почвенной массы поверхностных горизонтов значительно меньше на участках, подверженных уплотнению, чем на контроле (Зеликов, Пшоннова, 1961; Карпизонова, 1967; Пешко и др., 1979; Пастернак, Бондарь, 1983; и др.). При этом наблюдается и уменьшение запасов влаги в метровом слое (Спиридонов, 1975).

Более информативным является изучение динамики влажности почв в течение вегетационного периода, поскольку уплотнение поверхностных горизонтов существенным образом изменяет водный режим всего профиля (т.е. характер поступления, миграции и накопления влаги). Исследования на дерново-подзолистой супесчаной почве в лесопарках Новосибирского научного центра (Таран и др., 1976) показали, что, хотя уплотнение почвы заметно возрастает лишь в верхнем 10-сантиметровом слое, оно оказывает большое влияние на динамику влажности в более глубоких горизонтах.

Результаты наших исследований позволили четко проследить различия в режиме влажности почв участков II и III степени дигрессии и контроля. Анализ хроноизоплет влажности (рис. 5) показал, что в течение вегетационного периода 1979 г. колебания влажности почвы в метровом слое на участке 3-й степени вытоптанности (тропа) наименее существенны ($X = 15-25\%$). Более значителен диапазон изменений (от 15 до 30%) на участке II степени дигрессии и в контроле. Это можно объяснить тем, что накопленная весной влага почвы на тропе не расходуется летом на десукцию растениями из-за отсутствия физиологически активных корней (Зеликов, Пшоннова, 1961; Таран и др., 1976). В то же время в отличие от контроля и участка II степени дигрессии



Р и с. 5. Хроноизоплеты влажности почвы на участках леса с разной выгоптанностью
 1 – менее 15%; 2 – 15–20%; 3 – 20–25%; 4 – 25–30%; 5 – более 30%

Т а б л и ц а 6

Запасы влаги в почвах исследуемых участков (1979–1980 гг.)

Слой почвы, см	1979 г.							
	1.VI		24.VI		4.VII		25.VIII	
	мм	%	мм	%	мм	%	мм	%
Контроль, ельник-кисличник, разрез 1								
0–50	131	100	99	100	113	100	91	100
50–100	154	100	157	100	154	100	152	100
0–100	284	100	256	100	267	100	243	100
2-я степень, ельник злаково-разнотравный, разрез 2								
0–50	143	109	136	137	166	146	147	162
50–100	167	109	168	107	171	111	167	110
0–100	310	109	304	118	337	126	315	129
3-я степень, (тропа 25 лет), ельник злаково-разнотравный, разрез 3								
0–50	162	124	156	157	157	139	161	177
50–100	176	114	182	116	179	116	180	118
0–100	338	119	338	132	326	126	341	140

наблюдается уменьшение поступления влаги атмосферных осадков в почву из-за ее низкой водопроницаемости. Попадающие на уплотненные в результате рекреационного воздействия участки дождевые осадки стекают по поверхности в понижения. Скопившаяся при этом влага застаивается, вызывая поверхностное оглеение, и в дальнейшем испаряется.

Изменения в содержании влаги затрагивают в основном поверхностный слой почвы (0–30 см). На несколько большую глубину (до 50 см) происходят существенные изменения влажности в позднеосенний, зимний и ранневесенний периоды.

Различия во влажности почв участков различной степени рекреационного воздействия подтверждаются данными по изменению запасов влаги (табл. 6). Запасы почвенной влаги в вегетационный период на участках, подверженных рекреации, повсеместно выше, чем на контроле. Большой запас для слоя 0–50 см связан с повышенной объемной плотностью почвы этих участков. Для слоя 50–100 см, где плотность почвы выравнивается с контролем, более высокий запас влаги определяется меньшим расходом влаги корневыми системами деревьев и кустарников вследствие малой корненасыщенности участка 2-й степени вытоптанности и полного отсутствия физиологически активных корней под тропами.

ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ

Под влиянием рекреационных нагрузок происходят разносторонние и в некоторых случаях весьма существенные изменения химических свойств поверхностного слоя почв. Однако они менее значительны, чем изменения физических свойств (Казанская, Ланина, 1975; Карпачевский и др., 1978).

Рекреационное воздействие приводит к уменьшению содержания гумуса в почве (Бондарь, 1984; Карпачевский, 1981; Сокол, 1968; Спиридонов, 1974; Стародубова, 1985; Чертов, 1969). Иногда отмечается некоторое увеличение содержания гумуса в верхнем горизонте почв на ранних стадиях дигрессии, что происходит, скорее всего, за счет вдавливания органического материала в гумусовый горизонт и усилении процесса биохимической деструкции подстилки при ее постоянном перемешивании. В дальней-

1979 г.						1980 г.			
10.IX		4.X		12.XI		28.II		10.V	
мм	%	мм	%	мм	%	мм	%	мм	%
Контроль, ельник-кисличник, разрез 1									
100	100	145	100	168	100	189	100	168	100
146	100	170	100	178	100	170	100	178	100
246	100	315	100	346	100	359	100	347	100
2-я степень, ельник злаково-разнотравный, разрез 2									
134	134	171	117	208	124	286	151	190	113
148	101	172	101	184	103	172	101	172	97
282	115	343	109	392	113	458	128	362	104
3-я степень, (тропа 25 лет), ельник злаково-разнотравный, разрез 3									
143	143	155	107	214	127	305	161	179	106
170	117	168	98	157	88	227	133	190	107
313	127	323	102	371	107	532	148	369	106

шем при увеличении рекреационной дигрессии наблюдается уменьшение содержания углерода гумуса на 1–2% (Карпачевский, 1981).

В некоторых случаях изменение содержания гумуса может быть более значительным. Так, с возрастанием рекреационной дигрессии насаждений дуба содержание общего гумуса в слое 0–3 см темно-серой почвы уменьшилось более, чем вдвое (с 6,8 до 3%С). В нижележащих слоях (3–20 см) снижение содержания гумуса происходит на 44–48% в зависимости от степени нарушенности насаждений (Бондарь, 1984). Нормированные нагрузки (250–500 проходов) на модельных тропах Карпатского государственного природного парка приводят к уменьшению содержания гумуса в бурых лесных почвах с 11,8 до 9% (Марфенина и др., 1984).

Наши исследования показывают, что максимальное уменьшение содержания гумуса (в 3 раза) происходит на участках 3-й степени вытоптанности и особенно в поверхностной корке (табл. 7). Контрольный участок и участок 2-й степени вытоптанности по содержанию гумуса очень близки.

По данным В.И. Бондаря (1984), параллельно с уменьшением содержания гумуса при рекреационном воздействии на темно-серую лесную почву наблюдается уменьшение содержания различных форм азота. Количество гидролизуемого азота на рекреационных участках (II–IV стадии дигрессии) снижается на 40–50%; аммиачного азота и нитратов – в 2,5 раза, при этом изменение содержания гидролизуемых форм азота прослеживается до глубины 50 см, аммиачного азота – до глубины 20 см.

Данные по изменению кислотности почвы (Бондарь, 1984; Жевелева, Офицерова, 1985; Зеликов, 1964; Lockaby, Dunn, 1984; и др.) свидетельствуют о достаточно ясно выраженных тенденциях "подщелачивания" почвы с возрастанием рекреационных нагрузок. Более часто возрастание величин pH в почвах нарушенных рекреацией биогеоценозов объясняется уменьшением поступления в поверхностные горизонты "кислого" опада.

Результаты наших исследований подтверждают выводы об уменьшении кислотности почвы по мере возрастания рекреационной дигрессии (см. табл. 7). Эти изменения наблюдаются до глубины 20–25 см, но наиболее четко выражены, как и следует ожидать, в поверхностных горизонтах. Так, для слоя 0–5 см критерий существенности различия средних значений $pH_{КС1}$ с контролем равен 11,4 для участка 2-й степени вытоптанности и 10,2 – 3-й степени вытоптанности.

С возрастанием рекреационной нагрузки уменьшается по сравнению с контролем содержание в почве подвижных форм фосфора и калия (см. табл. 7). Сходные закономерности получены для серых лесных почв (Бондарь, 1984).

Наименее изучен в настоящее время характер изменения содержания обменных катионов, подвижных форм железа и марганца в почвах рекреационных участков. Приводимые в литературе данные противоречивы и недостаточны для ясного понимания процессов, происходящих в почвенном поглощающем комплексе.

Исследование влияния рекреационного воздействия на почвы Карпатского государственного природного парка (Жевелева, Офицерова, 1985) выявило закономерных тенденций в изменении содержания кислоторастворимых форм Fe и Mn. На тропах в горизонте A1 уменьшается содержание обменного Ca и несколько возрастает содержание обменного Al по сравнению с контролем. При этом различия в содержании обменных катионов сохраняются до глубины 10–30 см. Различные тенденции выявлены Л.О. Карпачевским (1981) в дерново-подзолистых почвах березняков, в то же время в дерново-подзолистых почвах ельников содержание обменных Ca и Al увеличивается на II стадии дигрессии, а затем снижается. Ряд исследователей (Марфенина и др., 1984), отмечают увеличение содержания обменного Ca на рекреационных участках по сравнению с контролем, объясняя это уменьшением поступления кислого опада и снижением интенсивности выщелачивания катионов.

По всей видимости, трудности, возникающие при интерпретации получаемых данных, связаны со значительной пространственной и сезонной динамикой содержания

Таблица 7

Химические свойства дерново-подзолистой суглинистой почвы

Глубина взятия образца, см	Горизонт	рН _{KCl}	K ₂ O по Масло-вой	P ₂ O ₅ по Кирсанову	Гумус по Тюрину, %
Ельник-кисличник (контроль)					
0-1	A1	3,8	18,4±3,3	7,1±1,0	7,54±1,13
0-5	A1	3,6	12,3±2,0	5,3±0,9	6,23±1,06
5-10	A1	3,6	9,9±1,0	5,1±0,3	3,06±0,49
10-15	A1	3,6	6,3±0,8	4,9±0,4	2,04±0,52
15-20	A1/A2	3,8	6,5±0,6	5,0±0,3	1,08±0,29
20-25	A2	3,8	5,7±1,3	4,8±0,4	0,66±0,31
25-30	A2, B1	3,8	4,5±0,5	4,4±0,3	0,45±0,16
30-40	B1	3,8	5,6±0,5	5,6±0,5	Не опр.
Ельник злаково-разнотравный (2-я степень вытоптанности)					
0-1	Ad	4,7	9,3±1,0	2,0±0,5	8,81±1,92
0-5	A1	4,4	7,8±0,6	1,7±0,4	6,61±1,63
5-10	A1	4,2	3,1±0,7	1,2±0,2	3,13±0,77
10-15	A1	4,0	2,1±0,4	1,4±0,2	1,52±0,41
15-20	A1/A2	4,2	2,0±0,2	1,6±0,2	0,68±0,24
20-25	A2	4,1	2,1±0,2	1,7±0,4	0,28±0,16
25-30	A2B1	3,9	3,1±0,3	2,1±0,3	0,17±0,08
30-40	B1	3,8	4,2±0,3	3,5±0,3	Не опр.
Тропа, возраст более 20 лет (3-я степень вытоптанности)					
0-1	A1 _g	5,6	16,5±2,7	13,9±2,8	3,21±1,45
0-5	A1	4,9	10,4±1,1	3,4±0,7	2,12±0,86
5-10	A1/A2 _g	4,2	5,4±0,8	1,8±0,3	1,08±0,75
10-15	A2	4,0	3,6±0,6	2,1±0,6	0,57±0,32
15-20	A2B1	3,9	4,3±0,9	2,1±0,5	0,35±0,24
20-25	B1	3,8	4,1±0,8	2,6±0,4	0,18±0,10
25-30	B1	3,7	4,2±0,4	2,8±0,4	0,14±0,03
30-40	B1	3,7	4,2±0,4	4,8±0,4	Не опр.

Примечание. Повторность наблюдений — 10 раз.

Таблица 8

Окислительно-восстановительный потенциал почв при различной степени вытоптанности

Степень вытоптанности	Окислительно-восстановительный потенциал, мВ				
	Глубина определения, см				
	5	10	20	30	40
Контроль	Гор. A1	Гор. A1	Гор. A1A2	Гор. A2B1	Гор. B1
Ельник кисличник	660±20	610±16	600±16	560±19	510±11
2	Гор. A1	Гор. A1	Гор. A2	Гор. B1	Гор. B1
Ельник злаково-разнотравный	520±20	460±15	495±15	512±13	520±11
3	Гор. A1	Гор. A2	Гор. B1	Гор. B1	Гор. B1
Тропа, 25 лет использования	85±21	88±21	320±19	438±16	487±12

подвижных форм элементов в почвах лесных биогеоценозов (Карпачевский, 1977, 1981), во многом определяемой характером напочвенного растительного покрова, режимом питания травянистых растений, погодными условиями в момент взятия образцов. Выяснение вопроса о рекреационном воздействии на химические свойства определенных генетических типов почв требует более детальных массовых исследований с обработкой результатов методами математической статистики и информационно-логического анализа, с обязательным учетом временной динамики содержания подвижных элементов в почве, состояния почвенного поглощающего комплекса.

Как уже отмечалось выше, уплотнение почвы в результате рекреационного воздействия и происходящее в связи с этим изменение водно-воздушного режима приводят к временному поверхностному застою переувлажнению, результатом которого является развитие процессов оглеения, диагностируемое морфологически и реакцией с красной кровяной солью. Анализ данных определения окислительно-восстановительного потенциала (30-кратная повторность) подтверждает существование в рекреационно нарушенных почвах горизонтов с резко неблагоприятными окислительно-восстановительными (ОВ) условиями (табл. 8). Отмеченные низкие значения ОВ потенциала обуславливают восстановление окисного железа и марганца, появление в почве избытка закисного железа, способного вызывать токсикоз растений и многих микроорганизмов.

ВЛИЯНИЕ ПРОМЕРЗАНИЯ И ОТТАИВАНИЯ НА СВОЙСТВА ПОЧВ УЧАСТКОВ С ВЫСОКИМИ РЕКРЕАЦИОННЫМИ НАГРУЗКАМИ

Процессы промерзания и оттаивания почвенной массы приводят к существенному изменению ее свойств (Васильев, 1952; Воронков и др., 1979; и др.), однако роль этих процессов в разрыхлении почв и формировании их структурной организации, в образовании и деформации структурных элементов изучена далеко не достаточно (Барсуков, Бахарев, 1950; Русанов, 1961). Глубина, интенсивность и сроки промерзания оказывают существенное влияние на водный режим почвы и жизнедеятельность растений, при этом глубина промерзания зависит от уплотнения почвы, характера ее структуры (Машинский и др., 1969; Таран и др., 1976). Увеличение плотности почвы приводит к возрастанию степени контактирования отдельных частиц, что способствует увеличению теплопроводности почвы. Травяной покров и дернина, а также хорошая агрегированность почвенной массы служат барьером для промерзания. Помимо этого, интенсивность промерзания во многом определяется мощностью снегового покрова.

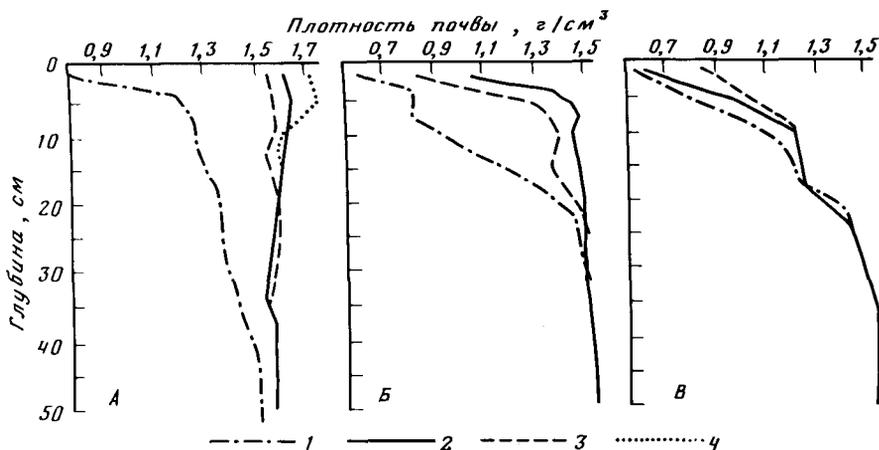
Наши наблюдения за промерзанием рекреационных почв на территории лесопарка "Подлипки" в 1979 г. (Соколов, Шоба, 1982) показали, что наиболее быстрое охлаждение почвенной массы происходит в уплотненных горизонтах.

Сравнение морфологического строения замерзших монолитов почв выявило заметные различия в конфигурации сформировавшихся ледяных прослоев. Ледяные прожилки в хорошо оструктуренных рыхлых горизонтах (A1, контроль) располагаются беспорядочно по межагрегатным порам. В уплотненных горизонтах они имеют отчетливо выраженную субгоризонтальную ориентацию, при этом содержание ледяных прожилок больше в почвах с исходно более высокой влажностью (Шоба, Соколов, 1982).

На протяжении всего цикла наблюдения было отмечено своеобразное распределение влаги в почвенных профилях.

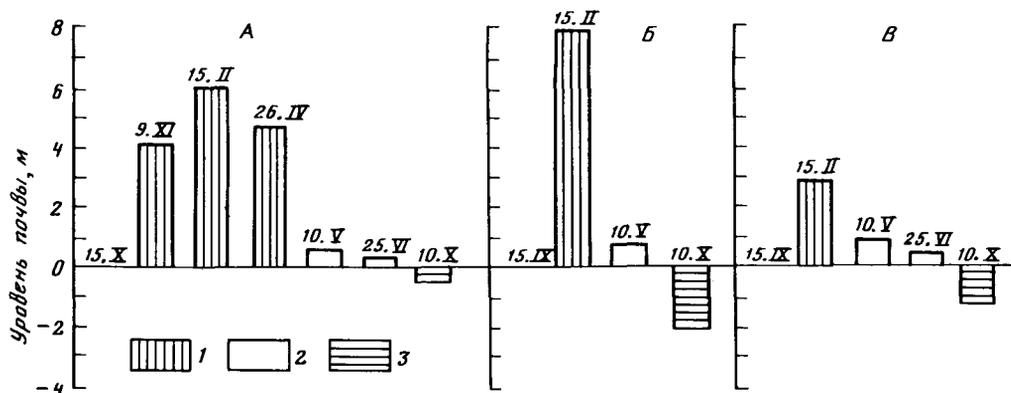
Интенсивное льдообразование обязано не только локальному замерзанию определенного количества воды, но и последующему дополнительному поступлению влаги из других зон к фронту промерзания. При быстром промерзании почвы ледяные прослойки не успевают достичь большой мощности, в случае медленного замерзания происходят подтягивание влаги из нижележащих горизонтов и образование крупных ледяных прожилок, которые разрыхляют почвенную массу (Соколов, Шоба, 1982). Существует определенный предел уплотнения ($1,7-1,8 \text{ г/см}^3$), при котором ледяные прослойки не образуются.

В процессе промерзания почв происходит уменьшение их объемной массы. Если



Р и с. 6. Динамика изменения плотности почвы за цикл "промерзание-оттаивание"

А — тропа; Б — участок леса на второй стадии рекреационной дигрессии; В — контроль; 1 — зимний период; 2 — летний период; 3 — весеннее остаточное рыхление; 4 — уплотнение после оттаивания



Р и с. 7. Динамика колебания уровня почвы за цикл "промерзание — оттаивание"

А — тропа 20 лет; Б — тропа 10 лет; В — участок леса на второй стадии рекреационной дигрессии; 1 — морозное пучение; 2 — разуплотнение почвы; 3 — уплотнение после оттаивания

исходная плотность почв на тропе, на участках II степени дигрессии и на контроле сильно различалась (рис. 6), то в период максимального промерзания кривые плотности по генетическим горизонтам имели сходный характер. Различия проявлялись с глубины 20 см, где объемная масса контрольной почвы несколько выше, чем на тропе. С глубиной плотность промерзшей почвы на тропе приближается к плотности ее в летний период. На глубине 40–50 см величина разуплотнения составляет всего 0,07–0,08 г/см³ (Соколов, Шоба, 1982).

Промерзание почвы приводит к ее пучению и последующему разуплотнению почвенной массы. Наибольшее морозное пучение было отмечено нами на участках с высокими рекреационными нагрузками (рис. 7). В этих случаях сдвиг почвенной массы по отношению к контрольным отметкам составлял 5–8 см. После оттаивания происходит постепенная усадка почвенного материала, однако исходного уровня он не достигает. Разуплотнение составляет от нескольких миллиметров до 1 см. В случае последующего "искусственного" уплотнения в весенний период происходит усадка почвенного материала на 0,6–1,5 см ниже исходного уровня.

Микроморфологический контроль за структурным состоянием исследуемых образ-

Т а б л и ц а 9

Динамика плотности слоя почвы 0–5 см в течение цикла промерзания–оттаивание

Исходная плотность почвы (июнь 1979 г.) x , г/см ³	Плотность замерзшей почвы (Февраль 1980 г.) d_v , г/см ³	Коэффициент морозного разуплотнения $K_M = \frac{x}{d_v}$	Наблюдаемая плотность почвы (июнь 1980 г.) x_1 , г/см ³	Величина разуплотнения y , г/см ³ $y = x - x_1$
0,76	0,64	1,2	0,75	0,01
1,10	0,70	1,6	0,97	0,13
1,35	0,78	1,7	1,26	0,09
1,63	0,93	1,7	1,58	0,05
1,70	1,11	1,5	1,68	0,02

цов подтвердил, что процессы промораживания и оттаивания приводят к разуплотнению почвенной массы и формированию структурных отдельностей преимущественно чешуйчатой и пластинчатой формы, при этом сравнение в шлифах структуры порового пространства и ледяных прожилок в мерзлых монолитах обнаруживает их согласованное расположение (Шоба, Соколов, 1982).

Многочисленные циклы промерзания и оттаивания, криогенное "агрегирование" почвенной массы (раздвигание минеральных частиц и микроагрегатов) в случае отсутствия рекреационных нагрузок способствуют приобретению уплотненными горизонтами исходного естественного сложения. В разуплотнении почвенной массы значительное участие принимают также корни растений и почвенная мезофауна.

Анализ результатов исследования процесса промерзания и оттаивания рекреационно уплотненных почв (табл. 9) позволил получить уравнение связи между исходной плотностью и ориентировочными сроками ее восстановления после прекращения нагрузки

$$y = -9,67 + 15,62x - 1,36x^2,$$

где y — количество лет разуплотнения, x — плотность почвы (г/см³) на участке, подверженном действию рекреации. При этом $0,76 \leq x \leq 1,70$.

ДИНАМИКА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В ЛЕСНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗАХ ПОД ВЛИЯНИЕМ РЕКРЕАЦИОННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Анализ литературного материала и наши исследования позволяют отметить некоторые существенные черты динамики почвенного покрова в лесах под влиянием рекреационного воздействия.

Первоначально в лесном биогеоценозе существует определенная неоднородность естественного уплотнения почв в связи с его парцеллярным строением. Благодаря большому количеству света, тепла и влаги в просветах, "окнах" и прогалинах происходят расселение злаков и образование дернин с большей объемной массой (плотностью) верхнего слоя почв ($1,06 \pm 0,07$ г/см³), чем в подпологовом пространстве в типичных лесных условиях: под лесной подстилкой — $0,67 \pm 0,06$ г/см³; это согласуется с результатами исследований Е.А. Дмитриева и Р.А. Сибуль (1980), Л.О. Карпачевского (1981). Дорожно-тропиночная сеть, а также рекреационные участки чаще всего возникают и формируются вдоль просветов, "окон" и прогалин.

При начальном рекреационном воздействии примерно 10 ± 5 чел./га в день по дорожкам и тропинкам на ширину 5–10 м происходит повреждение и уничтожение подраста, подлеска и лесной подстилки. Участок осветляется. Это, в свою очередь, вызывает разрастание злаков с соответствующим увеличением плотности почвы на $0,30–0,40$ г/см³, твердость почвы при этом возрастает вдвое, до 20 кг/см².

По мере увеличения интенсивности и длительности рекреационного воздействия

(до 15 ± 5 чел./га в день) злаки и сопутствующее им разнотравье начинают занимать все большую площадь, постоянно вызывая косвенное рекреационное уплотнение верхнего почвенного слоя. Прямое уплотнение в этом случае нивелируется упругостью напочвенного покрова и результатом цикла заморозание—оттаивание, вследствие чего происходит разуплотнение почвы на $0,1-0,2$ г/см³. Однако при больших нагрузках в почве происходит накопление остаточных деформаций, вследствие чего формируется уплотненный почвенный слой. При этом рекреационная депрессия идет более интенсивно. Дальнейшее рекреационное воздействие может привести к необратимым изменениям как в свойствах почв, так и связанной с ними структуры биогеоценоза.

При ежедневной нагрузке на тропу за 1–2 года уничтожается любой напочвенный покров; чаще всего из-за застоя воды на поверхности тропинок появляются обходы, расширения и ответвления в стороны. В результате площадь рекреационного воздействия увеличивается, вся местность покрывается с течением времени сетью грунтовых дорожек. Они разделяют лес на антропогенно-полигональные, довольно крупные отдельные.

При значительных в течение 5–10 лет рекреационных нагрузках глубина уплотнения зачастую достигает плотного иллювиального горизонта ($d_v \geq 1,55$ г/см³). На определенной стадии рекреационного воздействия, особенно в активных зонах парков и лесопарков, где сеть дорожек составляет 30–40% общей площади рекреационного участка, пересекающиеся дорожки образуют замкнутые контуры. В результате в почвах формируется система специфических рекреационных образований – вазопедонов, или почвенных вазонов (от лат. vas – сосуд и греч. pedos – почва), имеющих ячеистое строение и разделенных на отдельные участки с уплотненными до $1,5-1,7$ г/см³ стенками под тропами и дном из иллювиальных или других уплотненных горизонтов – глеевых или оглеенных. В середине сохраняются более рыхлые естественные или малоизмельченные почвы и растительный покров. Вазопедоны отличаются температурным, водным, воздушным и биологическим режимами и свойствами по сравнению с исходными почвами.

Глубина промерзания вазопедона больше, чем контрольного участка, в 1,1–1,5 раза. Благодаря этому в течение всей зимы влажность верхнего слоя почвы на 10–20% больше, чем на контрольном участке. Весной, после снеготаяния, верхние первоначально уплотненные горизонты почвы под тропами оказываются насыщенными влагой до полной влагоемкости. Однако позже оттаивающие мерзлые прослойки почвы на тропах препятствуют фильтрации влаги, поэтому вода с тропы стекает внутрь вазопедона, формируя верховодку. Влажность в центральной части вазопедона после поступления всей влаги становится значительно больше, чем по его краям, что создает условия временного избыточного увлажнения (табл. 10).

Ежегодно анаэробнозис почвенного вазона в весенний период увеличивается, вызывая постепенное отмирание глубоких и разрастание поверхностных корневых систем. В результате корненасыщенность верхних горизонтов увеличивается на 40–45%. Исчезновение травяного покрова и лесной подстилки, а также увеличенная корненасыщенность усиливают физическое испарение почвенной влаги, и к середине лета в относительно сухие годы почва вазона оказывается иссушенной.

Таким образом, с момента образования вазопедонов рекреационное воздействие на лес, включая и почвы, весьма существенно изменяет экологические условия. Образовавшийся под тропами плотный слой почвы является преградой для распространения корневых систем растений. В плотных стенках вазопедонов корни отмирают. При обследовании деревьев, находящихся в вазопедонах, во всех случаях обнаружена стволовая гниль.

В парках при интенсивном и длительном (в течение 10–15 лет) рекреационном воздействии на значительной части поверхности формируется сплошная плотная почвенная корка – специфическое почвенно-рекреационное образование на поверхности минеральной части почвы толщиной около 1 см. Будучи особенно плотной, она достаточно ясно отличается от нижележащей и менее уплотненной части верхнего почвенного горизонта.

Таблица 10

Количество влаги (в мм) в вазопедоне в разное время года

Горизонт	Глубина определения, см	Плотность почвы, г/см ³		Разность между полевой влажностью и влажностью при капиллярном насыщении	
		контроль	вазон	2.XI 1979 г.	
				контроль	вазон
A1	0-5	0,76	0,85	-1,5	8,5
A1	5-10	1,14	1,20	-8,4	3,5
A1	10-15	1,24	1,29	-8,3	-2,2
A1A2	15-20	1,30	1,34	-7,2	-0,1
A2	20-25	1,42	1,43	-6,1	-0,6
A2B1	25-30	1,50	1,51	-5,1	-3,0
B1	30-35	1,54	1,55	-5,2	-4,5
B1	35-40	1,56	1,56	-3,4	-2,8
B1	40-45	1,59	1,58	-4,3	-2,4
B1	45-50	1,60	1,60	-3,8	-2,2

Формирование корки связано с полным выпадением травянистой растительности, уничтожением исходной структуры почвы. Корка образуется под влиянием механической нагрузки, вызывающей уплотнение субстрата, а также под механическим и диспергирующим влиянием атмосферных осадков и химических реагентов, привносимых при рекреации. При этом происходит абсолютная деструкция исходного строения почвенной массы, особенно в период ее наибольшего увлажнения. Микроагрегаты структурной почвы раздавливаются, частицы смещаются, перемешиваются, частично затекают и вдавливаются в межструктурные промежутки. Относительное содержание илстых частиц в корке по сравнению с контролем выше. Реакция среды становится более нейтральной, что, видимо, связано с оглеением почвы и выносом за пределы участка кислых продуктов опада.

После резкого уплотнения водопроницаемость корки уменьшается, поэтому часть влаги стекает, не имея возможности просочиться в почву. Уничтожение микроагрегатов приводит к увеличению набухания слоя корки и ее растрескиванию. Корка изменяет водный и воздушный режим во всей остальной почвенной толще. Она препятствует диффузии почвенного воздуха и способствует медленному передвижению капиллярной воды, лишенной кислорода. Это вызывает развитие процессов оглеения, обуславливая появление серовато-сизых и ржавых пятен в почве, что подтверждается качественной реакцией с красной кровяной солью и низкими значениями ОВП. Процессы оглеения также приводят к разрушению почвенной структуры, и поэтому лежащие под коркой горизонты могут испытывать уплотнение под влиянием уже двух факторов: физического воздействия сверху и оглеения, появляющегося во влажные периоды. В связи с этим становится понятным постепенное образование мощных уплотненных горизонтов под участками со сформировавшейся почвенной коркой. Образование сплошной почвенной корки следует рассматривать как экстремальное проявление рекреационного воздействия. Оно влечет за собой не только гибель насаждений, но и потерю плодородия почв.

Таким образом, с нашей точки зрения, есть основания считать, что в лесах с чрезмерно высокими рекреационными нагрузками формируются специфические антропогенные почвы — рекреантно уплотненные с характерными почвенными вазонами. В результате лесорастительные условия значительно ухудшаются, что влечет за собой ухудшение состояния древостоев и их последующий распад. Поэтому в лесах, выпол-

Разность между полевой влажностью и влажностью при капиллярном насыщении		Доступная влага			
3.V 1980 г.		26.VIII 1979 г.		13.VIII 1981 г.	
контроль	вазон	контроль	вазон	контроль	вазон
22,4	17,1	5,1	-0,8	5,0	5,2
5,9	1,0	8,2	-1,4	3,3	1,8
-0,5	0,9	5,6	-1,0	1,6	-1,7
-1,6	1,1	6,0	0,7	4,1	-0,9
-3,7	1,4	10,1	2,3	7,7	1,4
-4,4	1,5	13,1	3,0	3,9	1,5
-5,5	-5,9	11,6	7,8	0,9	0
-3,4	-3,0	13,3	7,0	7,6	6,9
-3,2	-4,7	12,9	7,4	9,4	9,2
-1,6	-5,8	12,6	7,2	10,6	10,2

няющих рекреационные функции, крайне важно обеспечить систематический контроль за состоянием почвенного покрова и в случае необходимости применять необходимые хозяйственные меры, в том числе и обработку почвы с целью восстановления ее плодородия.

ЛИТЕРАТУРА

- Барсуков Л.Н., Бахарев З.И.* Роль мороза в годичном цикле структурного состояния почвы // Почвоведение. 1950. № 1. С. 26–34.
- Бибикова В.Ф., Бибиков Ю.А., Акулич Т.В.* Рекреационная дигрессия фитоценозов Заславского лесопарка // Лесоведение и лесн. хоз-во. 1979. Вып. 14. С. 122–127.
- Бондарь В.И.* Химические свойства темно-серых лесных почв в рекреационных дубравах южной левобережной лесостепи УССР // Лесоводство и агромелиорация. Киев: Урожай, 1984. Вып. 68. С. 15–18.
- Васильев И.С.* Промерзание и оттаивание почвы в условиях Подмосквья // Почвоведение. 1952. № 9. С. 769–783.
- Васильева И.Н.* Влияние вытаптывания на физические свойства почвы и корневые системы растений // Лесоводственные исследования в Серебряноборском опытном лесничестве. М.: Наука, 1973. С. 36–44.
- Воронков Н.А., Кожевникова С.А., Шомполова В.А.* Температурный режим почв под лесом и залежью в условиях Подмосквья // Почвоведение. 1979. № 6. С. 90–99.
- Ворошин Л.Е.* Влияние удаления лесной подстилки в сосновых лесах лесостепи Украины на водно-физические свойства почвы // Лесоведение и лесоводство. Харьков: Изд-во Харьк. ун-та, 1964. С. 109–124.
- Гольцев А.Ф.* Влияние рекреации на почвенный покров буковых насаждений // Лесн. хоз-во. 1982. № 2. С. 57–58.
- Дмитриев Е.А., Сибуль Р.А.* Объемная плотность верхнего слоя дерново-подзолистой почвы и ее связь со структурой // Почвоведение. 1980. № 4. С. 83–91.
- Жевелева Е.М., Ким Е.Л.* Влияние рекреационной нагрузки на твердость почвы // Науч. докл. высш. шк. Биол. науки. 1984. № 10. С. 105–108.
- Жевелева Е.М., Офицерова О.В.* Влияние рекреационной нагрузки на некоторые химические свойства почв Карпатского заповедника // Вестн. МГУ. Сер. 17, Почвоведение. 1985. № 2. С. 63–65.
- Жижин Н.П., Зеленский Н.Н.* К методике изучения рекреационной дигрессии лесных биогеоценозов // Природа и научно-технический прогресс. Кишинев: Штиинца, 1973. С. 164–166.
- Жижин Н.П., Зеленский Н.Н.* Рекреативные изменения подстилки в лесах Прикарпатья // Роль подстилки в лесных биогеоценозах. М.: Наука, 1983. С. 71–73.

- Зеликов В.Д.* Некоторые материалы к характеристике почв лесопарков, скверов и улиц Москвы // Лесн. журн. 1964. Вып. 3. С. 28–32.
- Зеликов В.Д., Пишоннова В.Г.* Влияние уплотнения почвы на насаждения в лесопарках // Лесн. хоз-во. 1961. № 12. С. 34–37.
- Зеленский Н.Н., Жижин Н.П.* Влияние рекреационных нагрузок на культуры лиственницы европейской в западных областях УССР // Лесн. журн. 1975. № 1. С. 33–42.
- Исаев В.И.* Применение механики грунтов для изучения изменений водно-физических свойств лесных почв в результате воздействия антропогенных факторов // Повышение продуктивности лесов лесоводственными приемами. М.: ВНИИЛМ, 1977. С. 169–187.
- Ишин Ю.Д.* О плотности почв в сосняках лесопарков Подмосквья // Докл. ТСХА, 1965. Вып. 115, ч. 2. С. 195–199.
- Казанская Н.С.* Изучение рекреационной дигрессии естественных группировок растительности // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1972. № 1. С. 52–59.
- Казанская Н.С., Ланина В.В., Марфенин Н.Н.* Научно-географические основы планирования и организации территорий массового стационарного туризма: (По исследованию на Пестовском водохранилище) // Вопросы географии. М.: Наука, 1973. Сб. 93. С. 23–37.
- Казанская Н.С., Ланина В.В.* Методика изучения влияния рекреационных нагрузок на древесные насаждения лесопаркового пояса г. Москвы в связи с вопросами организации территории массового отдыха и туризма. М.: Ин-т геогр. АН СССР. 1975. 65 с.
- Казанская Н.С., Ланина В.В., Марфенин Н.Н.* Рекреационные леса: (Состояние, охрана, перспективы использования). М.: Лесн. пром-сть, 1977. 96 с.
- Карпачевский Л.О.* Пестрота почвенного покрова в лесном биогеоценозе. М.: Изд-во МГУ, 1977. 312 с.
- Карпачевский Л.О.* Лес и лесные почвы. М.: Лесн. пром-сть, 1981. 264 с.
- Карпачевский Л.О., Морозова Г.В., Зубкова Т.А.* Структура почвенного покрова в лесных биогеоценозах с высокой рекреационной нагрузкой // Структура почвенного покрова и использование почвенных ресурсов. М.: Наука, 1978. С. 47–52.
- Карпионов А.А.* Дубравы лесопарковой зоны Москвы. М.: Наука, 1967. 104 с.
- Кузнецова Т.С., Малаха Е.В., Данилова О.Ф.* Влияние мощности и состава подстилки на травяно-кустарничковый ярус в рекреационных сосняках лесостепи // Роль подстилки в лесных биогеоценозах. М.: Наука, 1983. С. 105.
- Кузьмина Е.В.* Изменение корневой системы подроста ели под влиянием рекреационного уплотнения почвы // Влияние массового туризма на биогеоценозы леса. М.: Изд-во МГУ, 1978. С. 44–48.
- Марфенин Н.Н., Желева Е.М., Зарифова З.А., Розина М.С., Маркова Н.А., Офицерова О.В.* Влияние нормированных рекреационных нагрузок на свойства бурых лесных почв // Вестн. МГУ. Сер. 17, Почвоведение. 1984. № 3. С. 52–58.
- Машинский Л.О., Артамонов В.А., Гаряев Р.М.* Преобразование лесных насаждений в лесопарках: Основные положения и рекомендации. М.: 1969. ЦНИИП градостроительства. 128 с.
- Орешкина Н.С.* Статистическая характеристика некоторых физических свойств дерново-подзолистой почвы в различных биогеоценозах // Вестн. МГУ. Сер. 17, Почвоведение. 1978. № 1. С. 26–34.
- Пастернак П.С., Бондарь В.И.* Изменение физических свойств темно-серых лесных почв под влиянием рекреационных нагрузок // Лесоводство и агромелиорация. Киев: Урожай, 1983, Вып. 67. С. 18–23.
- Пешко В.Р., Половников Л.И., Делеган И.В.* Влияние рекреационной нагрузки на некоторые свойства лесных почв // Лесное хозяйство, лесная, бумажная и деревообрабатывающая промышленность. Киев: Будівельник, 1979, № 10. С. 18–21.
- Письмеров А.В., Письмерова Р.С., Воробей П.М.* Изменение водно-физических свойств лесных подстилок и почв в насаждениях разного состава // Лесоведение. 1980. № 2. С. 40–48.
- Приступа Г.К.* Влияние рекреационной дигрессии на продуктивность лесов зоны Кременчугского водохранилища // Лесоводство и агромелиорация почв. Киев: Урожай, 1977. Вып. 49. С. 68–73.
- Русанов Б.С.* Гидротермические движения земной поверхности. М.: Наука, 1961. 226 с.
- Сокол И.М.* Влияние выпаса скота на свойства лесных почв // Лесн. хоз-во. 1968. № 3. С. 31–32.
- Сokolov Л.А.* Изменение физических свойств почв и роста насаждений под влиянием рекреационных нагрузок в парках и лесопарках Подмосквья: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1983. 25 с.
- Сokolov Л.А., Шоба С.А.* Влияние промерзания и оттаивания на свойства почв в зонах рекреационных нагрузок // Науч. докл. высш. шк. Биол. науки. 1982. № 7. С. 104–110.
- Сорокин Н.Д.* Применение показателей биологической активности почвы при оценке лесохозяйственных мероприятий // Лесоведение, 1978. № 4. С. 11–15.
- Спирidonov В.Н.* Устойчивость естественных насаждений в условиях высокой антропогенной нагрузки: Канд. дис. ... биол. наук. Свердловск, 1974. 223 с.
- Спирidonov В.Н.* Влияние уплотнения почвы на прирост деревьев в лесопарках Новосибирского научного центра // Изв. СО АН СССР. Сер. биол. наук. 1975. № 10, вып. 2. С. 3–8.
- Спирidonov В.Н.* Изменение запасов лесной подстилки // Лесн. хоз-во. 1976. № 10. С. 30–31.
- Стародубова В.А.* Влияние рекреационных нагрузок на изменение свойств почвы в горном Крыму // Почвоведение. 1985. № 3. С. 123–126.

Таран И.В., Спиридонов В.Н., Бакулин В.Т. Особенности роста корней сосны и березы на искусственно уплотненной почве в лесопарках Новосибирского научного центра // Растительные богатства Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск: Наука, 1976. С. 113–122.

Фальковский П.К. Исследование влияния пастбы скота на физические свойства дубравной почвы в Тростянецком опытном лесничестве // Тр. по лесн. опыт. делу Украины. 1928. Вып. 8. С. 157–177.

Фальковский П.К. Исследование влияния пастбы скота в дубравах Тростянецкого лесничества на рост и производительность леса // Тр. по лесн. опыт. делу Украины. 1929. Вып. 12. С. 3–78.

Цареградская С.Ю. Лесоводственные мероприятия в пригородных лесах Подмосквья. Повышение продуктивности лесоводственными приемами // Сб. науч. тр. ВНИИЛМ., 1977. С. 112–126.

Чертов О.Г. Изменение химических свойств и гумусового состояния лесных почв при их деградации // Сб. науч. исслед. работ Лен. НИИЛХа, 1969. Вып. 12. С. 342–347.

Шоба С.А., Соколов Л.А. Изменение микростроения дерново-подзолистых почв в зонах рекреационных нагрузок // Почвоведение, 1982. № 5. С. 96–102.

Шумаков В.С., Аршинова Т.И. Почвенная характеристика лесопаркового пояса и установление связи между почвенными условиями, состоянием и жизнестойкостью насаждений // Состояние насаждений лесопаркового пояса Москвы и меры по их улучшению. М.: Лесн. пром-сть, 1966. С. 87–139.

Юркевич И.Д., Голод Д.С., Красовский Е.Л. Лесная подстилка и ее роль в хвойных биогеоценозах рекреационных лесов Белоруссии // Роль подстилки в лесных биогеоценозах. М.: Наука, 1983. С. 226–228.

Dotzenko A.D., Papamichos N.T., Romine P.S. Effect of recreational use on soil and moisture conditions in Rocky Mountain National Park // J. Soil and Water Conserv. 1967. Vol. 22, N 22. P. 196–197.

Lockaby B.C., Dunn B.A. Camping effects on selected soil and vegetative properties // J. Soil and Water Conserv. 1984. Vol. 39, N 3. P. 215–216.

Monti P.W., Macintosh E.E. Effect of camping surface soil properties in the Boreal Forest Region of Northwestern Ontario, Canada // J. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 1979. Vol. 43, N 5. P. 1024–1029.

Settengen C.D., Cole D.M. Recreational effects on soil and vegetation in the Missouri Ozarks // J. Forestry. 1970. Vol. 68, N 4. P. 231–233.

УДК 630*182.4

Л.П. Рысин, Г.П. Рысина

ВЛИЯНИЕ РЕКРЕАЦИОННОГО ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ОТДЕЛЬНЫЕ КОМПОНЕНТЫ БИОГЕОЦЕНОЗОВ СОСНОВЫХ И БЕРЕЗОВЫХ ЛЕСОВ

Изучение рекреационного влияния на лесные биогеоценозы обычно идет двумя основными путями: 1) посредством длительных стационарных наблюдений на одних и тех же участках, на которых в результате появления там отдыхающих их присутствие и поведение стали фактором определенной интенсивности и направленности, и 2) посредством проведения одновременных наблюдений на участках одного и того же типа леса (или в одних и тех же условиях местообитания), но с разной степенью рекреационного воздействия и находящихся в силу этого на разных стадиях рекреационной дигрессии. Оба метода в равной мере приемлемы, но в последнем случае результат может быть получен в значительно более короткие сроки. В опытном Серебряноборском лесничестве в числе нескольких десятков постоянных пробных площадей имеется несколько "парных" — заложенных в идентичных лесорастительных условиях, но представляющих собой весьма различные стадии рекреационной освоенности леса. Примером такой "пары" могут быть участок сосняка с липой снытево-разнотравного и участок сосняка разнотравно-злакового. Для первого характерна минимальная рекреационная нарушенность, о чем можно судить по составу и структуре растительности (типично лесной); второй в течение многих лет является местом массового отдыха, вследствие чего растительность давно уже потеряла свой первоначальный облик. Расстояние между обоими участками леса — около 1 км. Рельеф — древняя (вторая) терраса р. Моск-

Таблица 1

Механический состав почвы в сосняке с липой сытево-разнотравном.
Опытное Серебряноборское лесничество, кв. 5

Горизонт зонт	Глубина взятия образца, см	Гигроскопическая влага, %	Потеря при обработке 0,05 н. HCl	Диаметр фракций, мм							
				3-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	< 0,001
A ₁	4-8	1,36	0,09	16,62	45,56	19,21	13,12	1,64	2,00	0,86	4,50
B ₁	25-35	0,37	0,24	19,15	58,22	16,93	2,20	0,54	0,71	1,47	2,72
B ₂	55-65	0,30	0,31	16,35	62,21	15,18	2,42	0,37	0,59	1,62	2,58
B ₃	85-92	0,39	0,54	13,68	50,32	19,62	9,40	1,54	2,62	2,07	6,23
B ₄	125-135	0,20	0,41	35,06	51,73	9,06	0,45	0,10	0,35	1,14	1,59
B ₅	160-170	0,23	0,26	7,73	55,76	4,27	0,50	0,16	0,09	0,85	1,10
B ₆	190-200	0,48	0,11	21,52	24,50	2,84	1,90	0,16	0,07	1,43	1,66
B ₇	210-215	1,22	0,73	—	1,86	35,52	42,15	3,75	8,61	7,04	19,40
BC	225-230	0,28	0,46	0,72	20,83	67,44	4,40	1,35	0,78	1,51	3,64

Таблица 2

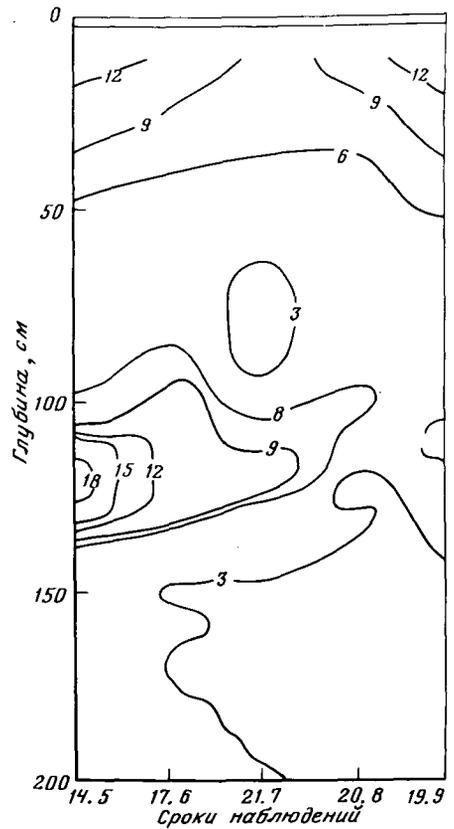
Химический состав почвы в сосняке с липой сытево-разнотравном.
Опытное Серебряноборское лесничество, кв. 5

Горизонт см	Глубина взятия образца, см	Органическое вещество, %	Азот, %	Поглощенные основания		Гидролитическая кислотность, мг · экв	Степень насыщенности основаниями, %	рН водной суспензии	Подвижные, по Курсанову	
				Ca ²⁺	Mg ²⁺				P ₂ O ₅	K ₂ O
A ₁	4-8	6,57	4,50	3,53	1,01	5,01	47	4,90	2,50	5,76
B ₁	25-35	0,91	0,07	0,23	0,09	1,73	15	4,85	9,57	0,50
B ₂	55-65	0,79	0,03	0,46	0,23	1,21	8	4,70	7,90	0,52
B ₃	85-92	1,24	0,01	0,56	0,37	1,38	42	5,25	8,56	Следы
B ₄	125-135	0,59	—	0,46	0,23	0,77	40	5,40	9,95	0,61
B ₅	160-170	0,45	0,01	0,32	0,14	0,61	47	5,50	13,35	Следы
B ₆	190-200	0,90	0,08	1,67	0,51	0,87	42	5,50	34,38	„
B ₇	210-215	2,63	0,31	6,60	1,13	2,94	71	5,65	32,29	1,02
BC	225-230	0,76	—	0,98	0,23	0,95	74	5,00	20,83	2,26

Рис. 1. Хроноизоплеты влажности почвы в сосняке с липой снытево-разнотравном

вы, сложенная деллювиально-аллювиальными песками многометровой мощности. И.И. Судницын назвал формирующуюся в этих условиях почву бурой лесной оподзоленной песчаносупесчаной. Согласно Л.О. Карпачевскому и Н.К. Киселевой, это дерново-слабоподзолистая супесчаная почва. Характерной структурной чертой почвенного профиля является наличие легкосуглинистых прослоек, располагающихся на глубине нескольких десятков сантиметров от поверхности почвы. На общем фоне они выделяются не только более высоким содержанием глинистой фракции (около 20% вместо обычных 2–4%), но и заметно большим количеством элементов питания растений (табл. 1 и 2). Неоднородность механического состава почвенного профиля сказывается на водном режиме почвы; на рис. 1 отчетливо прослеживается увеличение почвенной влажности в слое 100–140 см, что связано с "утяжелением" почвенной толщи.

Оба участка стали объектами одновременного комплексного изучения, в котором приняли участие лесотиполог (Л.П. Рысин), почвовед (В.А. Бганцова), геоботаник (Г.П. Рысина), микробиологи (С.Е. Егорова, В.А. Лаврова), альголог (Т.И. Алексахина), зоолог (С.Ю. Грюнталь). Аналогичные исследования, но по более ограниченной программе были проведены в двух типах производных березняков и их рекреантных вариантах. Ниже излагаются результаты наблюдений.



ВЛИЯНИЕ РЕКРЕАЦИОННОГО ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ НА РАСТИТЕЛЬНОСТЬ СОСНЯКА С ЛИПОЙ СНЫТЕВО-РАЗНОТРАВНОГО И ПРОИЗВОДНЫХ БЕРЕЗНЯКОВ

Участок соснового леса, принятый в качестве контрольного (практически не нарушенного), может с полным основанием рассматриваться как эталон спелого сложного сосняка. Сосна в возрасте 160–180 лет и более имеет в высоту 29–31 м и 50–60 см в диаметре. Несмотря на значительный возраст (нередкими являются двухсотлетние деревья), сосновая часть древостоя до сих пор отличается большой устойчивостью; достаточно сказать, что за 15 лет наблюдений на постоянной пробной площади размером в 0,25 га выпало только одно дерево; по-прежнему продолжает увеличиваться сумма площадей сечений — за указанный период она выросла с 4,97 до 5,26 м² (табл. 3), увеличился и запас стволовой древесины. Сосна растет по первому классу бонитета. Прирост по диаметру начинает заметно замедляться после 60–70 лет, прирост в высоту — после 100–120 лет. Анализ возрастной структуры сосновой части древостоя позволяет говорить о ее неоднородности: в целом преобладают деревья 160–170 лет, но есть и деревья 185–200 лет. Любопытно, что последние не выделяются на общем фоне ни по высоте, ни по диаметру; более крупные размеры могут иметь деревья относительно меньшего возраста.

Липа на несколько десятилетий моложе сосны: ее преимущественный возраст 105–

Таблица 3

Таксационная характеристика древостоя в сосняке с липой сныгвево-разнотравном
(опытное Серебряноборское лесничество, размер постоянной пробной площади 50 × 50 м)

Порода	Год учета	Число стволов	Диаметр, см		Высота, м		Возраст, лет	Сумма площадей сечений, м ²	Запас, м ³ /га
			максимальный	средний	максимальная	средняя			
Сосна	1969	27	60	48,5	32,5	31,3	140	4,971	269
	1974	27	61	48,9	33,0	31,5	145	4,974	278
	1977	26	62	50,5	33,3	31,6	148	5,047	280
	1979	26	62	51,0	33,5	31,8	150	5,117	281
	1982	26	62	52,0	33,5	32,0	153	5,255	282
Липа	1969	95	34	26,2	27,8	26,4	100	4,896	62
	1974	95	35	27,4	28,3	27,0	105	5,100	68
	1977	95	36	27,9	28,5	27,2	108	5,351	73
	1979	95	38	28,4	28,7	27,3	110	5,600	76
	1982	95	40	28,7	29,5	27,5	113	5,668	78
Итого	1969	—	—	—	—	—	—	9,867	331
	1974	—	—	—	—	—	—	10,074	346
	1977	—	—	—	—	—	—	10,398	353
	1979	—	—	—	—	—	—	10,717	357
	1982	—	—	—	—	—	—	10,923	360

125 лет. По-видимому, она поселялась в молодом сосняке уже после его некоторого изреживания. Но сейчас она мало уступает сосне по высоте, особенно там, где сосновый полог разрежен. Средняя высота липы — 27,5 м, максимальная — до 30 м. Таким образом, и сосна и липа, несмотря на существенную разницу в возрасте, находятся в одном и том же ярусе. Средний диаметр липы — 28 см, максимальный — до 40 см. В отличие от сосны деревья липы имеют очень сходный рост и в высоту и по диаметру. Липа столь же устойчива, как и сосна; за тот же 15-летний срок наблюдений все липы на постоянной пробной площади сохранились, а сумма их площадей сечений увеличилась с 4,90 до 5,67 м² (см. табл. 3).

Теневыносливая липа вполне удовлетворительно чувствует себя под пологом сосны, примерно к 110-м годам догоняя ее по высоте. Конкурентные отношения в сфере корневых систем ослабляются вследствие того, что если максимум запаса корней сосны всех основных фракций (более 4 мм, 2–4, 1–2, и менее 1 мм) приходится на верхние 20 см почвенной толщи, то максимум запаса корней липы (опять-таки всех фракций) приходится на следующий почвенный слой — 20–30 см. В целом корни липы по почвенному профилю размещаются более равномерно и, следовательно, используют почву более полно. Если у сосны основной запас корней с диаметром менее 1 мм приходится на верхние 10 см (40%), то у липы — на слой 20–30 см (37%). Общий запас корней сосны этой фракции в слое 0–50 см составляет 92% от всей массы, в слое 50–100 см — 8, а у липы — 83 и 10% соответственно, тогда как оставшиеся 5% приходятся на слой 100–150 см.

Несмотря на устойчивое положение обеих пород в настоящее время, можно с уверенностью сказать, что в этих условиях местообитания будущее за липой. Именно к ней постепенно, по мере распада сосновой части древостоя, будет переходить роль породы-эдификатора. Основная причина этого естественно протекающего процесса состоит в полном отсутствии подроста. В условиях подлогового затенения (относительная освещенность в летние месяцы составляет всего лишь 2–4%) всходы сосны погибают уже в первые месяцы после своего появления. Массово гибнут и всходы липы — их поражают почвенные грибы *Rhizoctonia aderholdii* и *Alternaria tenuis*, но в отличие от сосны липа способна давать поросль, которая в случае резкого изменения

фитосреды (например, при резком увеличении освещенности в местах ветровала сосны) заметно убыстряет рост.

Подлесок редкий, особенно в группах липы, где затененность наиболее высока, но в окнах древесного полога густо разрастаются рябина (*Sorbus aucuparia*) и лещина (*Corylus avellana*), образующие плотные заросли 5–6 м высоты. Среди других видов кустарников – жимолость (*Lonicera xylosteum*), бересклет (*Euonymus verrucosa*), занесенная птицами из садов ирга (*Amelanchier spicata*); изредка встречается волчье лыко (*Daphne mezereum*), а также шиповник (*Rosa cinnamomea*). Основная масса корневой кустарниковых пород сосредоточена в верхних 20–30 см, но отдельные корни (например, у рябины) углубляются до 1 м и более.

Описывая травяно-кустарничковый покров, мы попытались связать его состав и структуру со сложением древесного полога, обнаруживающего известную неоднородность – меняется соотношение липы и сосны, есть микроучастки, где сосна вообще отсутствует или, напротив, сравнительно малочисленна липа, и т.д. Однако какой-либо определенной зависимости обнаружить не удалось. Повсюду доминирующими видами являются сныть (*Aegopodium podagraria*) в первом подъярусе и кислица (*Oxalis acetosella*) во втором. Также повсеместно, но менее обильно встречаются ландыш (*Convallaria majalis*), осока пальчатая (*Carex digitata*), вейник лесной (*Calamagrostis arundinacea*), костяника (*Rubus saxatilis*), майник (*Majanthemum bifolium*), щитовник остистый (*Dryopteris spinulosa*). Несколько меньшую встречаемость имеют фиалка удивительная (*Viola mirabilis*), земляника (*Fragaria vesca*), ожика волосистая (*Luzula pilosa*), мерингия (*Moehringia trinervia*). По сравнению с первыми описаниями, проведенными в 1961 г., заметно сократились обилие и встречаемость черники (*Vaccinium myrtillus*) и брусники (*V. vitis-idaea*). Нечасто встречаются седмичник (*Trientalis europaea*), сочевичник (*Oxobus vernus*), вороний глаз (*Paris quadrifolia*), голокучник (*Gymnocarpium dryopteris*), папоротники: щитовник мужской (*Dryopteris filix-mas*) и кочедыжник женский (*Athyrium filix-femina*), герань лесная (*Geranium silvaticum*), бор развесистый (*Milium effusum*), орляк (*Pteridium aquilinum*), перловник (*Melica nutans*).

Из приведенного перечня хорошо видно, что травяно-кустарничковый покров сложен исключительно лесными видами, преимущественно из группы мезотрофов-мезофитов, с очень низкой антропоустойчивостью, не выдерживающими появления рекреационного воздействия (см. статью Г.П. Рысиной и Л.П. Рысина в настоящем сборнике). За 20 с лишним лет наблюдений состав и структура яруса практически не изменились, что свидетельствует о его динамической завершенности.

Моховой покров на почве отсутствует, что характерно для лесов, где эдификаторами или доминантами являются широколиственные породы – ежегодный опад листьев препятствует поселению и росту мхов; они обитают только на гниющем валеже и комлевых частях стволов.

Существенно иной состав и структуру растительности имеет рекреационный сосняк разнотравно-злаковый. Древостой в результате многолетнего и интенсивного рекреационного использования территории разрежился и приобрел парковый характер – старые 160–180-летние сосны с крупными раскидистыми кронами размещаются на значительном удалении друг от друга, почти не сохранился липовый ярус, лишь отдельные липы напоминают о ее прежнем значительном участии в составе древостоя. Почти все стволы деревьев сосны имеют повреждения: засмолившиеся зарубки, ожоги комлей и т.д. Подлесок отсутствует, лишь в непосредственной близости от стволов сосны, где вытаптывание меньше, можно наблюдать рябину вместе с немногочисленным угнетенным сосновым подростом. Здесь же сохраняются немногие растения, напоминающие о прежнем характере травяно-кустарничкового покрова; в их числе черника, брусника, сныть.

Видами с наибольшей встречаемостью и обилием становятся различные злаки: полевица тонкая (*Agrostis tenuis*), овсяницы красная и луговая (*Festuca rubra*, *F. pratensis*), мятлик луговой (*Poa pratensis*); им сопутствуют душистый колосок (*Anthoxanthum odoratum*), вейники (*Calamagrostis arundinacea*, *C. epigeios*), ежа сборная (*Dactylus glo-*

Т а б л и ц а 4

Механический состав почвы в березняке лещиново-волосистоосоковом, разрез 4, опытное Серебряноборское лесничество, кв. 34

Глубина взятия об- разца, см	Гигроско- пическая влажность,	Фракции, мм							
		1-0,5	0,5-0,25	0,25- 0,05	0,05- 0,01	0,01- 0,005	0,005- 0,0001	< 0,001	< 0,01
4-8	1,23	14,09	19,23	31,56	22,30	6,46	4,96	1,40	12,82
9-14	1,05	11,42	18,95	36,77	19,58	7,48	3,56	2,24	13,28
20-30	0,72	10,57	17,85	40,98	18,20	5,34	2,48	4,58	12,40
40-50	0,61	8,58	16,81	31,61	33,00	3,04	3,56	2,40	9,00
50-60	1,03	4,28	11,94	42,98	31,52	2,08	3,60	3,60	9,28
75-85	2,11	2,32	3,47	33,41	45,58	0,88	5,94	8,40	
109-117	1,74	14,85	17,87	35,88	20,22	0,84	0,54	9,80	11,18
180-200	2,31	0,47	1,51	39,42	41,48	2,24	1,28	13,60	17,12
270-290	2,68	0,40	0,98	33,82	44,20	3,80	4,40	12,40	20,60

merata), щучка дернистая (*Deschampsia caespitosa*), овсяница овечья (*Festuca ovina*), пырей ползучий (*Agropyron repens*), мятлики (*Poa angustifolia*, *P. trivialis*, *P. annua*). Эти виды и формируют основу травяного покрова, заняв место лесного разнотравия. Встречается также немало представителей лугово-лесного разнотравия, в числе которых тысячелистник (*Achillea millefolium*), буквица лекарственная (*Betonica officinalis*), купырь лесной (*Anthriscus silvestris*), василек луговой (*Centaurea jacea*), герань луговая (*Geranium pratense*), зверобой (*Hypericum maculatum*, *H. perforatum*), короставник (*Knautia arvensis*), вербейник (*Lysimachia nummularia*), лютик ползучий (*Ranunculus repens*), клевера (*Trifolium medium*, *T. hybridum*, *T. repens*), вики (*Vicia cracca*, *V. sepium*) и многие другие. Вдоль тропинок могут в изобилии расти подорожник большой (*Plantago major*), птичья гречиха (*Polygonum aviculare*) и другие виды с очень высокой антропоустойчивостью. Как правило, они лишены декоративной ценности и поэтому не обрываются отдыхающими, устойчивы к вытаптыванию и вследствие этого способны выдерживать высокие рекреационные нагрузки.

Формирование растительности такого рода свидетельствует о "выходе" сосняка с липой снытево-разнотравного на IV, а местами и V стадию рекреационной дигрессии и трансформации исходного типа леса в рекреационный производный — сосняк разнотравно-злаковый, где только сосна в некоторой степени сохраняет свое прежнее положение, хотя по существу эдификатором уже не является. Сформировавшееся сообщество относительно устойчиво, но оно не способно к самовоспроизводству, поскольку древесные породы здесь не возобновляются; не приходится сомневаться в том, что через 20-25 лет сосна исчезнет полностью и лесное сообщество заменится луговым; только с помощью комплекса лесохозяйственных и организационных мероприятий этот процесс можно предотвратить.

Надо сказать, что процесс олуговения характерен для очень многих типов леса, подвергшихся интенсивному рекреационному воздействию; как правило, он идет по одной и той же схеме. Вытаптывание, влекущее за собой уплотнение верхних горизонтов почвы и повреждение или уничтожение типично лесных видов растений, приводит к их исчезновению из-под полога леса; только по небольшим "островкам" напочвенного покрова у оснований деревьев можно получить представление об исходном составе и первоначальной структуре этого яруса.

В тех же лесорастительных условиях, что и сосняк с липой снытево-разнотравный, встречаются участки производных березняков, сформировавшихся несколько десятков лет на старых пашнях. Там, где эти березняки не вытаптываются, можно наблюдать сложившийся травяной покров с преобладанием осоки волосистой (*Carex pilosa*),

которой сопутствует ряд других лесных видов: сныть, костяника, ландыш и т.д. Но там, где посещаемость достаточно высока, эти виды практически полностью исчезают, ведущую роль в травяном покрове начинают играть лугово-лесные злаки: полевица тонкая, колосок душистый, ежа сборная, щучка дернистая, мятлик однолетний, мятлик луговой, овсяница красная; среди представителей разнотравия — тысячелистник, купырь лесной, буквица, гравилаты речной и городской (*Geum rivale*, *G. urbanum*), короставник, черноголовка (*Prunella vulgaris*), лютик ползучий, подорожник большой, клевер ползучий. Таким образом, и в березняке мы встречаем тот же набор видов, отличающихся повышенной антропоустойчивостью и высокой сопротивляемостью по отношению к рекреационному воздействию. И в сосняке и в березняке травяной покров под влиянием этого фактора трансформируется в одном и том же направлении.

Аналогичную картину мы наблюдаем и в других условиях местобитаний, например на склонах водораздела с дерново-слабоподзолистыми почвами — глубокоогулевыми на двучленных отложениях — песках, подстилаемых тяжелой супесью и легким суглинком (описание и определение почвы даны В.А. Бганцевой, механический анализ почвенных образцов выполнен В.В. Антюхиной). Как можно видеть из табл. 4, почва здесь существенно отличается от почвы в сосняке. Иным был и исходный тип леса, принадлежавший к группе сложных ельников (ельник с дубом лещиновый волосистоосоковый).

Здесь объектами наблюдений были березняк лещиновый волосистоосоковый и рекреационный березняк разнотравно-злаковый. В обоих случаях полнота древостоев 0,7–0,8, возраст 70–80 лет.

Для контрольного участка характерно наличие густого подлеска из лещины с примесью рябины. Фон травяного покрова образует осока волосистая, которой сопутствуют представители мезо- и гигрофильного разнотравия: сныть, копытень (*Asarum europaeum*), ландыш, зеленчук (*Galeobdolon luteum*), сочевичник, вороний глаз, лютик кашубский (*Ranunculus cassubicus*), подлесник (*Sanicula europaea*), звездчатка жестколистная (*Stellaria holostea*) и др. Растет несколько видов папоротников, также указывающих своим присутствием на достаточно влажные и богатые почвы.

На интенсивно посещаемой площади эти виды уступают место злакам и антропоустойчивому разнотравью. Повышенным обилием выделяются полевица собачья (*Agrostis canina*), лисохвост луговой (*Alopecurus pratensis*), душистый колосок, буквица лекарственная, василек луговой, ежа сборная, щучка дернистая, овсяницы овечья, луговая и красная. Таким образом, и здесь, в иных орографических и почвенных условиях, мы находим практически все тот же набор видов. Следовательно, в формировании растительности (исключая /древесный ярус) лесов в условиях интенсивного рекреационного пользования назначения фактор рекреационного воздействия становится одним из ведущих, чем и объясняется видовое и структурное сходство растительности нижних ярусов несмотря на существенные различия лесорастительных условий.

Наблюдения на постоянных пробных площадях, заложенных на участках с разной рекреационной освоенностью, предполагается продолжить. Периодическое описание растительности, обстоятельная характеристика изменчивости ее видового состава и структуры позволят не только следить за состоянием опытных объектов, но и получать ценную и разнообразную информацию относительно динамики биогеоценозов при различной интенсивности рекреационного воздействия; контролем служат участки леса, где посещаемость отдыхающими минимальна или вообще практически отсутствует.

В.А. Бганцова

ВЛИЯНИЕ РЕКРЕАЦИОННОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ НА НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА ПОЧВ СЛОЖНЫХ СОСНЯКОВ И БЕРЕЗНЯКОВ

В статье В.А. Бганцовой, В.Н. Бганцова, Л.А. Соколова (см. выше) обстоятельно рассмотрено влияние рекреационных нагрузок на свойства почв. В первую очередь рекреационное воздействие сказывается на плотности (объемной массе и порозности), твердости и водопроницаемости почв. Менее значительно изменяются химические свойства почвы.

Изменение почв над влиянием рекреационных нагрузок более ярко проявляется на почвах тяжелого механического состава (суглинистых и глинистых). Значительное уплотнение суглинистых дерново-подзолистых почв отмечается до глубины 10–18–25 см (Карпачевский, 1981; Соколов, 1983; Спиридонов, 1975; Таран и др., 1976), в то время как на почвах более легкого механического состава уплотнение распространяется на меньшую глубину. Исследования рекреационного воздействия на супесчаные дерново-подзолистые почвы в Серебряноборском опытном лесничестве показали, что существенное уплотнение наблюдается только до глубины 4 см (Васильева, 1973).

В почвах легкого механического состава даже при длительном рекреационном воздействии те водно-физические свойства, которые обуславливаются в первую очередь характером порового пространства, изменяются слабо или сохраняются на исходном уровне. Экспериментально установлено, что в песчаных почвах водопроницаемость может снижаться в десятки раз, а в суглинистых и глинистых — в сотни раз (Исаев, 1977). По данным Домзала (Domzal, 1983), увеличение плотности песчаной подзолистой почвы с 1,0 до 1,7 г/см³ практически не изменило ее гидрофизические характеристики: кривые зависимости весовой влажности от плотности почвы при различных рF параллельны. При этом воздухоемкость была не ниже 15–20%, тогда как уплотнение тяжелосуглинистых черноземов и особенно черных слитных почв привело к снижению воздухоемкости до 4–6%.

Экспериментальные данные свидетельствуют об определенной буферной способности песчаных почв по отношению к уплотняющему действию при рекреационных нагрузках. "Буферность" почв легкого механического состава обусловлена особыми физико-механическими свойствами песчаных масс (слабой сжимаемостью вследствие значительной жесткости скелета и отсутствия гидратных оболочек), а также структурно-текстурными особенностями песков.

В данной работе сделана попытка выяснить изменения почв под влиянием многолетнего рекреационного воздействия в сосняках и производных березняках на территории Серебряноборского опытного лесничества Лаборатории лесоведения АН СССР; краткая характеристика растительности и физико-химических свойств изучавшихся участков леса приведена в предыдущей главе.

Поскольку влияние рекреационных нагрузок на песчаных почвах проникает на незначительную глубину, исследованиями был охвачен верхний 5–10-сантиметровый слой почвы в пределах органогенного (A_0 , A_d), гумусового (A_1), реже переходного — A/B — горизонтов. Определялись следующие характеристики почвы: а) содержание гумуса методом И.В. Тюрина и групповой состав гумуса в модификации В.В. Пономаревой и Т.А. Плотниковой (трехкратная повторность из смешанных образцов); б) плотность верхнего 0–5 см слоя почвы буром Н.А. Качинского объемом 100 см³ (десятикратная повторность); в) рН водной вытяжки из образцов верхнего пятисантиметрового слоя почвы потенциометрически (десятикратная повторность). Изучены также динамика влажности почвы (весовым методом) и динамика содержания аммиачного азота (колориметрический метод с реактивом Неслера) в трехкратной повторности для каждого срока наблюдений из смешанных образцов.

Т а б л и ц а 1

Изменение плотности почвы в сосняках и березняках Серебряноборского лесничества при рекреационном использовании

Тип леса	M	σ^2	σ	$V, \%$	m
Сосняк с липой					
снитево-разнотравный	1,11	0,0057	0,0756	6,8	0,02
тропа	0,88	0,0087	0,0932	10,6	0,03
Сосняк разнотравно-злаковый	1,03	0,0164	0,1282	12,4	0,04
Березняк 1					
лещиновый волосисто-осоковый	0,97	0,0055	0,0742	7,6	0,02
тропа	1,50	0,0072	0,0848	5,7	0,03
Березняк 2					
разнотравно-злаковый	1,08	0,0038	0,0618	5,7	0,02
Березняк 3					
рябиновый разнотравный	0,87	0,0143	0,1196	13,7	0,03
Березняк 4					
разнотравно-злаковый	0,93	0,0042	0,0644	6,9	0,02
тропа	1,56	0,0053	0,0728	4,7	0,02

П р и м е ч а н и е. M – среднее значение плотности почвы; σ^2 – дисперсия; σ – среднее квадратичное отклонение; V – коэффициент вариации; m – ошибка среднего.

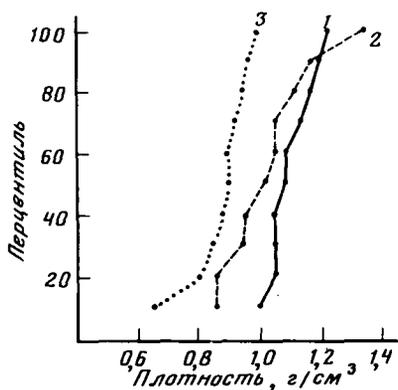
Одним из первых признаков рекреационной освоенности леса служит появление дорожно-тропичной сети.

В результате длительного рекреационного воздействия сосняк с липой снитево-разнотравный (контроль) трансформируется в сосняк разнотравно-злаковый (IV степень рекреационной дигрессии). При этом плотность почвы возрастает до $1,03 \pm 0,04$ г/см³ по сравнению с почвой на контрольной площади с минимальной рекреационной нагрузкой, где среднее значение плотности почвы составляет $0,88 \pm 0,03$ г/см³ (табл. 1). В то же время плотность почвы на дорожках и тропах в сосняке с липой возрастает до $1,11 \pm 0,02$ г/см³. Таким образом, существенное увеличение плотности почвы происходит не по всей площади рекреационно используемого участка, а в местах постоянного наиболее интенсивного движения отдыхающих. Относительно небольшое изменение плотности почвы в рекреационном сосняке разнотравно-злаковом по сравнению с контрольным участком связано также с упругостью злакового напочвенного покрова, который ослабляет уплотняющее действие рекреационной нагрузки.

Вариационный ряд распределения величин плотности почвы в исследуемых сосняках (рис. 1) подтверждает наличие четкой тенденции увеличения плотности почвы по мере возрастания рекреационной нагрузки.

Многочисленными исследованиями установлено, что с возрастанием рекреационной дигрессии насаждений содержание гумуса в почве в целом уменьшается (Бондарь, 1984; Марфенина и др., 1984; Пшоннова, 1956; Сокол, 1968; Чертов, 1969; и др.). Однако на ранних стадиях дигрессии часто наблюдается отклонение от этой закономерности (Карпачевский и др., 1978; Соколов, 1983). Л.А. Соколовым отмечено незначительное (на 0,23%) содержание органического углерода в слое почвы под участком II степени дигрессии; на участке III степени дигрессии содержание гумуса уменьшалось в 3 раза по сравнению с контрольным участком.

Переход сосняка с липой в сосняк разнотравно-злаковый сопровождается изменением морфологического строения верхних горизонтов почвенного профиля. В сосняке разнотравно-злаковом подстилка приобретает характер лесного войлока, постепенно переходящего в плотную дернину. Органогенные горизонты исследуемых сосняков более чем в 2 раза различаются по содержанию органического углерода (табл. 2). Гуму-



Р и с. 1. Вариационные ряды распределения величин плотности почвы в горизонте A_1 (0–5 см)

1 — тропа в сосняке с липой; 2 — сосняк с липой; 3 — сосняк разнотравно-злаковый

совый горизонт в сосняке с липой снытево-разнотравном характеризуется большей мощностью и более высоким содержанием гумуса.

Возрастание рекреационной нагрузки существенно сказалось не только на морфологии органогенных и органо-минеральных горизонтов, общем содержании гумуса, но и привело к изменению его качественного состава. В верхней части гумусовых горизонтов (2–5 см) со-

держание углерода гуминовых кислот (в % от веса почвы) практически одинаково, однако отношение $C_{ГК}/C_{ФК}$ уменьшается в почве сосняка разнотравно-злакового на 0,3, что, очевидно, связано с некоторым увеличением содержания фракции фульвокислот (см. табл. 2).

В нижних слоях (5–10 см) органо-минеральных горизонтов исследованных почв изменения фракционного состава гумуса носят более отчетливый характер. Для почвы сосняка разнотравно-злакового отмечается резкое уменьшение содержания фульвокислот до 0,41% от веса почвы (по сравнению с 0,94% в горизонте A_{12} сосняка с липой). Заметно уменьшается и содержание гуминовых кислот, при этом отношение $C_{ГК}/C_{ФК}$ возрастает до 2,1 по сравнению с 1,4 в сосняке с липой. Полученные данные позволяют предположить, что с возрастанием рекреационной нагрузки в верхней части гумусового горизонта на фоне общего уменьшения содержания органического углерода создаются условия для образования более низкомолекулярных гумусовых веществ фульвокислотной природы.

Изменение растительности и фитоклимата в результате антропогенного воздействия приводит к изменению режимных характеристик почвы. Наблюдения за влажностью почвы с мая по сентябрь показали, что все горизонты почвы в сосняке разнотравно-злаковом характеризуются меньшими ее значениями. Наибольшие отличия от влажности отмечены в верхних органогенных горизонтах (подстилке и дернине). Влажность подстилки в сосняке с липой снытево-разнотравном значительно выше, чем дернины в сосняке разнотравно-злаковом, для нее характерны и более высокие ампли-

Т а б л и ц а 2

Фракционный состав гумуса, в % С к абсолютно сухой почве

Горизонт	Глубина, см	С общий %	Гуминовые кислоты (гк)			
			1	2	3	Сумма
Сосняк с липой снытево-разнотравный						
АО	0–2	47,81	4,81	1,49	3,40	9,70
A_{11}	2–5	5,56	1,30	0,18	0,44	1,92
A_{12}	5–10	4,45	1,01	—	0,30	1,31
Сосняк разнотравно-злаковый						
АО	0–2	20,37	2,59	—	1,75	4,34
A1	2–5	4,74	1,11	0,28	0,59	1,98
A_{1B}	5–10	2,33	0,44	0,27	0,15	0,86
Выбитый участок, лишенный растительности						
A1	2–6	1,71	0,30	0,11	0,33	0,74

туды колебания в течение всего периода наблюдений (рис. 2). Характер варьирования влажности органо-минеральных горизонтов в обоих сосняках одинаков.

Изучение динамики содержания в почве подвижного NH_4 показало, что почва и подстилка в сосняке с липой характеризуются более высоким средним уровнем содержания NH_4 по сравнению с почвой сосняка разнотравно-злакового в течение всего периода наблюдений (рис. 3). Отмечается сравнительно низкий коэффициент вариации для изменения содержания NH_4 в верхнем слое гумусового горизонта в течение сезона (12–22%), тогда как в других слоях коэффициент вариации равен 40–80% (табл. 3).

Изучение рекреационных изменений некоторых свойств почв проводилось также в производных березняках: 1) березняк лещиновый волосистоосоковый; 2) березняк разнотравно-злаковый; 3) березняк рябиновый разнотравный; 4) березняк разнотравно-злаковый. Краткая характеристика растительности исследуемых березняков дана в предыдущей статье.

Березняки 3 и 4 сформированы в сходных с исследованными сосняками литологических и орографических условиях. Березняки 1 и 2 расположены на склоне водораздела с дерново-слабоподзолистыми супесчаными почвами, более тяжелыми по механическому составу, чем почвы в березняках 3–4. В связи с этим исследование рекреационных изменений почв проводилось параллельно в двух группах березняков.

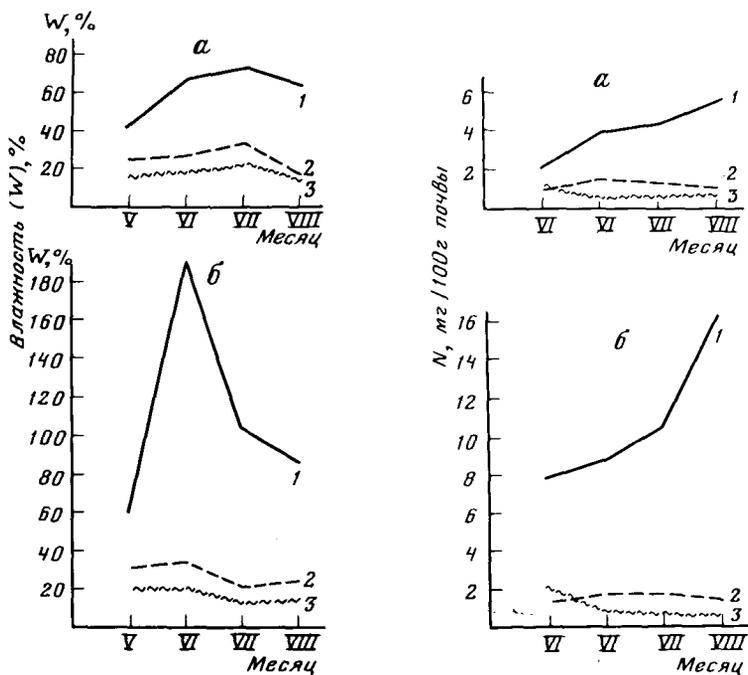
В первую очередь обращает на себя внимание сходный характер изменения плотности и рН почвы на тропах в березняках 1 и 4 (табл. 1, 4). Плотность почвы достигает значений 1,50–1,56 г/см³. При этом заметно снижается актуальная кислотность почвы. Величины рН возрастают до $5,74 \pm 0,06$ в березняке 1 и до $5,66 \pm 0,07$ в березняке 4 и становятся практически одинаковыми. Таким образом, сильное уплотнение почвенной массы на тропах, полная деградация органогенных и гумусовых горизонтов под влиянием вытаптывания обуславливают формирование профилей с одинаковыми значениями плотности и рН почвы, не зависящими от того типа березняка, в котором сформирована дорожно-тропиночная сеть.

Более интенсивное рекреационное использование березняка разнотравно-злакового (2) по сравнению с березняком лещиновым волосистоосоковым (1) на средних значениях плотности почвы практически не сказалось (см. табл. 1). В то же время параллельное расположение кривых вариационного ряда распределения величин плотности свидетельствует об определенной тенденции увеличения плотности почвы в рекреационном березняке 2.

Сходный характер изменения плотности почвы при рекреационном воздействии наблюдается и в паре березняков 3–4. Наряду с незначительным (статистически

Фульвокислоты (фк)

1а	1	2	3	Сумма	$C_{Гк}/C_{Фк}$
Сосняк с липой снытево-разнотравный					
1,57	3,62	0,26	1,62	7,07	1,4
0,26	0,25	0,49	0,23	1,23	1,6
0,23	0,31	0,30	0,10	0,94	1,4
Сосняк разнотравно-злаковый					
0,46	2,50	3,50	0,73	7,19	0,6
0,19	0,63	0,53	0,25	1,60	1,2
0,13	0,23	0,02	0,03	0,41	2,1
Выбитый участок, лишенный растительности					
0,15	0,14	—	0,14	0,43	1,7



Р и с. 2. Динамика влажности подстилки и верхних горизонтов почвы в сосняке разнотравно-злаковым (а) и сосняке с липой снытево-разнотравном (б), 1984 г.

1 — 0–2 см; 2 — 2–5 см; 3 — 5–10 см

Р и с. 3. Динамика содержания аммиачного азота в подстилке и в верхних горизонтах почвы в сосняке разнотравно-злаковом (а) и в сосняке с липой снытево-разнотравном (б)

1 — 0–2 см; 2 — 2–5 см; 3 — 5–10 см

недостовверным) увеличением средних значений при анализе вариационных рядов распределения отмечается закономерное возрастание плотности почвы в березняке разнотравно-злаковом (4).

Обращают на себя внимание сходные величины плотности почвы (как по средним значениям, так и по характеру вариационных рядов распределения) в березняке рябиново-разнотравном и контрольном сосняке с липой снытево-разнотравном,

Т а б л и ц а 3

Динамика содержания аммиачного азота в почвах сложных сосняков, 1984 г., мг N/100 г почвы

Горизонт	Глубина, см	Май	Июнь	Июль	Август	Среднее	Кoeffициент вариации, %
Сосняк с липой снытево-разнотравный							
AO	0–2	7,81	8,67	10,39	16,51	10,84	36,2
A1 ₁	2–5	1,34	1,64	1,66	1,34	1,50	11,9
A1 ₂	5–10	1,97	0,71	0,53	0,45	0,92	77,4
Сосняк разнотравно-злаковый							
AO	0–2	2,06	3,79	4,16	5,46	3,87	36,2
A1	2–5	0,90	1,36	1,05	0,84	1,04	22,3
A1B	5–10	1,10	0,43	0,42	0,42	0,59	57,3

Т а б л и ц а 4

Изменение рН почвы в березняках Серебряноборского лесничества при рекреационном использовании

Тип леса	M	σ^2	σ	$V, \%$	m
Березняк 1					
лещиновый волосисто-осоковый	5,46	0,0508	0,2254	4,1	0,07
тропа	5,74	0,0370	0,1925	3,3	0,06
Березняк 2					
разнотравно-злаковый	5,59	0,0457	0,2138	3,8	0,07
Березняк 3					
рябиновый разнотравный	5,09	0,0609	0,2470	4,8	0,06
Березняк 4					
разнотравно-злаковый	5,03	0,0558	0,2362	4,7	0,08
тропа	5,66	0,0475	0,2179	3,8	0,07

П р и м е ч а н и е. M – среднее значение рН почвы; σ^2 – дисперсия; σ – среднее квадратичное отклонение; V – коэффициент вариации; m – ошибка среднего.

т.е. на участках в наименьшей степени подверженных рекреационной дигрессии (см. табл. 1).

Как уже отмечалось, существенные изменения кислотности почвы при рекреационном воздействии наблюдались только на дорожках и тропах. Изменения рН на остальных участках носят незакономерный характер (табл. 4).

Таким образом, исследование почвенного покрова в сложных сосняках и производных березняках Серебряноборского опытного лесничества, находящихся на разных стадиях рекреационной дигрессии, выявило отчетливые тенденции в изменении ряда свойств почвы.

Деградация сложного сосняка с липой и переход его в сосняк разнотравно-злаковый вследствие рекреационной нагрузки приводят к трансформации морфологического строения верхнего горизонта почвенного профиля. Наряду с этим происходит заметное изменение некоторых физических и химических свойств почвы: плотность почвы возрастает от 0,88 до 1,03 г/см³, на тропах – до 1,11 г/см³; на фоне общего уменьшения содержания и запасов гумуса происходит существенное изменение его качественного состава.

Динамика влажности почвы в контрольном и рекреационном сосняках в течение летнего сезона имеет сходный характер, при этом абсолютные величины влажности во всех горизонтах почвы сосняка разнотравно-злакового имеют меньшие значения. Отмечается и более высокий уровень содержания подвижного NH₄ в почве сосняка с липой снытево-разнотравного по сравнению с почвой сосняка разнотравно-злакового в течение всего периода наблюдения.

Характер изменения свойств почв при рекреационном использовании березняков имеет в целом ту же тенденцию, однако отмечается более слабая выраженность выявленных различий: средние значения плотности почвы в контрольных и рекреационных березняках различаются недостоверно, в то же время характер кривых вариационного ряда распределения величин свидетельствует о четкой тенденции увеличения плотности почвы в березняках разнотравно-злаковых; изменение кислотности почвы носит незакономерный характер, отмечается лишь заметное понижение кислотности почвы на тропах.

ЛИТЕРАТУРА

- Бондарь В.И.* Химические свойства темно-серых лесных почв в рекреационных дубравах южной левобережной лесостепи УССР // Лесоводство и агромелиорация. Киев: Наук. думка, 1984. Вып. 68. С. 15–18.
- Васильева И.Н.* Влияние вытаптывания на физические свойства почвы и корневые системы растений // Лесоводственные исследования в Серебряноборском опытном лесничестве. М.: Наука, 1973. С. 36–44.
- Исаев В.И.* Применение механики грунтов для изучения водно-физических свойств лесных почв в результате воздействия антропогенных факторов // Повышение продуктивности лесов лесоводственными приемами. М.: ВНИИЛМ, 1977. С. 169–187.
- Карпачевский Л.О.* Лес и лесные почвы. М.: Лесн. пром-сть, 1981. 264 с.
- Карпачевский Л.О., Морозова Г.В., Зубкова Т.В.* Структура почвенного покрова лесных биогеоценозов в высокой рекреационной нагрузкой // Структура почвенного покрова и использование почвенных ресурсов. М.: Наука, 1978. С. 47–52.
- Марфенина О.Е., Жевелева Е.М., Зарифова З.А., Розина М.С., Макарова Н.А., Офицерова О.В.* Влияние нормированных рекреационных нагрузок на свойства бурых лесных почв // Вестн. МГУ. Сер. 17. Почвоведение. 1984. № 3. С. 52–58.
- Пищоннова В.Г.* Изменение плодородия дерново-подзолистых почв под влиянием хозяйственной деятельности человека в лесопарках. Киев: Изд-во АН УССР, 1956. С. 43–44.
- Сокол И.М.* Влияние выпаса скота на свойства лесных почв // Лесн. хоз-во. 1968. № 3. С. 31–32.
- Соколов Л.А.* Изменение физических свойств почв и роста насаждений под влиянием рекреационных нагрузок в парках и лесопарках Подмосковья: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.: МГУ, 1983. 25 с.
- Соколов Л.А., Зеликов В.Д.* Изменение свойств почв в лесных биогеоценозах с высокой рекреационной нагрузкой // Лесоведение. 1982. № 3. С. 16–23.
- Спиридонов В.Н.* Влияние уплотнения почвы на прирост деревьев в лесопарках Новосибирского научного центра // Изв. СО АН СССР. Сер. биол. наук. 1975. № 10, вып. 2. С. 3–8.
- Таран И.В., Спиридонов В.Н., Бакулин В.Г.* Особенности роста корней сосны и березы на искусственно уплотненной почве в лесопарках Новосибирского научного центра // Растительные богатства Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск: Наука, 1976. С. 113–122.
- Чертов О.Г.* Изменение химических свойств и гумусового состояния лесных почв при их деградации // Сборник научно-исследовательских работ Лен. НИИЛ. 1969. Вып. 12. С. 342–347.
- Domzal H.* Compaction of solid phase and its role in the formation of the water-air properties of soils // Zesz. probl. post. nauk rol. 1983. N 230. P. 137–154.

УДК 630*114.68

С.В. Егорова, В.А. Лаврова

ВЛИЯНИЕ РЕКРЕАЦИОННОГО ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ НА МИКРОФЛОРУ И АЗОТФИКСИРУЮЩУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ В СОСНЯКАХ

Рекреационное использование лесных массивов затрагивает все компоненты лесных биогеоценозов, в том числе и почвенную микрофлору. Ухудшается рост древостоя, выпадают подлесок и многие лесные травянистые растения, разрушается и исчезает подстилка. Меняются и условия фитосреды. В частности, при значительном уменьшении сомкнутости древостоя усиливается освещенность под пологом леса, увеличивается количество достигающих почвы осадков, что меняет ее тепловой и водный режим. Вместе с тем уменьшается масса и меняется количественный состав органического вещества, поступающего на почву с опадом древесных пород, особенно лиственных и подлеска. Снижение полноты древостоя и усиление освещенности под пологом леса приводит к формированию травяного покрова с преобладанием лугово-лесных и луговых видов.

Сосняки, выполняющие рекреационные функции, чувствительны к действию рекреации. В.Н. Спиридонов (1973) отмечает меньшую устойчивость сосны к рекреационной нагрузке, чем березы и осины. В.П. Прохоров (1977) показал, что в сосняках на IV ста-

дии дигрессии прирост у сосны снижается в результате ухудшения лесорастительных условий. На значительное отрицательное влияние антропогенных факторов на сосновые леса Подмосквья указывает Г.А. Полякова и др. (1981). Деградация фитоценоза связана в значительной степени с неблагоприятным воздействием рекреационных нагрузок на почву.

В.Д. Зеликов и В.Г. Пшоннова (1961) установили на примере лесопарков Москвы, что искусственное уплотнение почвы неблагоприятно отражается на росте и общем состоянии деревьев многих пород, в том числе и сосны.

Плотность почв в сосняках лесопарков Подмосквья изучалась Ю.Д. Ищиным (1965). В результате интенсивного посещения образуется густая дорожно-тропиночная сеть, имеющая уплотненную поверхность. Плотность почвы на лесных тропинках по сравнению с "целинными" участками увеличивается в 1,5–1,8 раза.

Л.А. Соколов и В.Д. Зеликов (1982) считают, что при образовании тропиночной сети происходит разрушение естественных парцелл и формируется система специфических рекреационных образований – почвенных вазонов – замкнутых чашеобразных участков глубиной до 40 см с плотными стенками под дорожками и плотным основанием из иллювиального горизонта. Разрастание злакового покрова в вазонах и образование дернин приводят к уплотнению почвы. В зоне поверхностного уплотнения почва деформируется, почвенные комочки разрушаются, уменьшается порозность, снижается водопроницаемость, увеличивается глубина промерзания вазона зимой. Весной вода с троп стекает в вазон, в центре его увеличивается влажность, может возникнуть временное избыточное увлажнение, усиливается анаэробиз. Летом вазоны могут пересыхать.

Изменения почвенной среды обитания многих организмов вызывает существенные сдвиги в их жизнедеятельности, численности и соотношении видов. Н.Д. Юрьева и др. (1976) определили реакцию почвенных беспозвоночных на изменение физического режима почвы в 80-летнем березняке на дерново-среднеподзолистых почвах Московской области. Наиболее сильно изменяются численность и видовой состав почвенных беспозвоночных в верхних слоях почвы, подверженных действию вытаптывания. К антропогенному воздействию чувствительны все группы почвенных беспозвоночных.

Рекреация оказывает неблагоприятное влияние и на сообщество почвенных микроорганизмов, являющихся одним из постоянных компонентов биогеоценоза. Изменение численности, видового состава и соотношения различных групп микроорганизмов в почвах рекреационных лесов влияет на процессы минерализации органических остатков. В результате нарушается естественное функционирование лесного биогеоценоза в целом. Возникает необходимость изучения этих нарушений в целях сохранения природных систем и восстановления нарушенных. Изменение деятельности почвенных микроорганизмов непосредственно связано с изменением почвенно-экологических условий, растительности, фауны почвенных беспозвоночных и т.д.

В лесных почвах важная роль в минерализации растительных остатков принадлежит грибам. Л.Г. Буровой и И.Л. Трапидо (1975) для 80-летних рекреационных березняков Подмосквья показаны изменения флористического состава и численности макромицетов. При рекреационном лесопользовании увеличивается количество микоризообразователей и уменьшается численность подстилочных сапрофитов. Появляется новая группа макромицетов – капрофиты. При длительных рекреационных нагрузках возрастает численность грибов на участках средней вытоптанности. На сильно вытоптаных участках грибы не встречаются, за исключением одного вида – *Cantharellus cibarius*.

Значительные изменения микрофлоры отмечаются и в хвойных лесах, поскольку они более чувствительны к рекреации. О.Е. Марфенина и др. (1984) в отношении хвойных лесов показали, что при рекреации меняется структура комплексов почвенных микроскопических грибов. На суглинистых дерново-подзолистых почвах Подмосквья на тропях число микроскопических грибов снижалось в 1,5–7 раз. В контроле насчитыв-

валось 7,95 тыс./г почвы, на тропах — 0,95 тыс./г. Видовое разнообразие грибов и масса грибного мицелия снижаются, так же как индекс разнообразия (по Шеннону) и коэффициент выравненности (по Пиелу). Особенно понижается частота встречаемости *Mortierella ramanniana*.

В почвах рекреационных лесов претерпевают изменения также бактериальные сообщества, т.е. меняется направленность процессов минерализации и трансформации органических и минеральных веществ, вызываемых бактериями. На нарушения естественной структуры микробных ценозов при антропогенной нагрузке указывают многие исследователи (Машинский, 1975; Большакова, 1973; Андреев, 1980; Соколов, Зеликов, 1982; Пастернак и др., 1983; и т.д.).

Изменения, произошедшие в составе микрофлоры дерново-подзолистой супесчаной почвы сосняка с липой в результате посещения леса отдыхающими, были изучены В.С. Большаковой (1973).

П.С. Пастернак и др. (1983) показали неблагоприятное влияние рекреации на микрофлору темно-серой лесной почвы под дубом, ясенем и кленом остролистным. Для темно-серых почв также характерны снижение в составе микрофлоры численности непоробразующих бактерий, наличие большого количества спорообразующих форм в виде вегетативных клеток, уменьшение численности актиномицетов, замедление разложения клетчатки.

Несмотря на определенную изученность проблемы влияния рекреации на микрофлору почвы, все же ее многие аспекты остаются еще не выясненными. Несомненный интерес представляет вопрос о состоянии микрофлоры почвы в случае образования дернового покрова в рекреационных сосняках, изменения направленности микробиологических процессов, процесса почвообразования в целом и обеспеченности древесных пород элементами минерального питания за счет минерализации растительных остатков. Важно также знать изменения в круговороте веществ, вызванные нарушением естественной лесной обстановки. Нуждается в дальнейшем изучении также вопрос о возможности восстановления вытопанных и уплотненных почв. Для выяснения этого необходимо иметь представление об изменениях под влиянием рекреации состава микробных ценозов почв, биологической активности почв, размеров поступающего в экосистему азота атмосферы и т.д. Выяснение изменений этих процессов в рекреационных сосняках явилось задачей наших исследований.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования проводились в Серебряноборском опытном лесничестве в сосняке с липой снытево-разнотравном и сосняке разнотравно-злаковом (далее в тексте — сосняк с липой и сосняк злаковый). Микрофлора почвы исследовалась нами на покрытых травяным покровом участках вне тропинок и игровых площадок, т.е. в местах, именуемых Л.А. Соколовым и В.Д. Зеликовым (1982) "почвенными вазонами". Образцы для анализов отбирались из пяти мест; определения проводились по среднему образцу. Были сделаны два анализа микрофлоры почвы в 1982 г., три — в 1983 г. и один — в 1984 г. В сосняке с липой анализировалась микрофлора следующих горизонтов: АО (0–2 см) — подстилка из хвои сосны и листьев дуба, липы, лещины, рябины; А₁ (2–5 см) — перегнойно-аккумулятивный темноокрашенный горизонт; А₂ (5–10 см) — несколько более светлый горизонт; А_{1В} (10–15 см) — светло-желтый горизонт. В сосняке злаковом: А_д (0–2 см) — дернина; А₁ (2–6 см) — темноокрашенный, гумусовый горизонт; А_{1В} (6–11 см) — близкий к вышележащему, но более светлый, уплотненный; В (11–16 см) — светло-желтый, песчаный горизонт.

Анализы микрофлоры проводились по методике, принятой в отделе почвенных микроорганизмов ИНМИ АН СССР. Аммонификаторы учитывались на мясо-пептонном агаре (МПА), споры — в пастеризованном посеве на МПА с сусло-агаром, грибы — на подкисленном сусло-агаре, актиномицеты — на крахмало-аммиачном агаре (КАА), клетчаткоразлагающие — на среде Гутчинсона, олигонитрофилы — на Эшби-агаре, нитри-

фикаторы – на среде Виноградского, денитрификаторы – на среде Березовой. Нитрификаторы учитывались по образованию нитратов, денитрификаторы и анаэробы – по газообразованию. Активность каталазы определялась по А.Ш. Галстяну (1978). Кислотность почвы (pH_{H_2O}) определялась потенциометрически в свежих образцах.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Микрофлора почвы сосняков Серебряноборского лесничества изучалась неоднократно (Терехов, Еникеева, 1964; Большакова, Степанова, 1968; Большакова, 1973, 1974), поэтому мы остановимся только на изменениях, связанных с рекреационным использованием.

Исследования, проводившиеся в 1973 г., позволили зафиксировать происшедшие в результате рекреации изменения растительности (Балашова, 1973), почвы (Васильева, 1973) и микрофлоры (Большакова, 1973).

В частности, было установлено, что в результате интенсивной посещаемости леса произошло изменение ряда свойств почвы: увеличился ее объемный вес, уменьшились водопроницаемость, насыщенность почвы корнями не только лиственных пород, но и сосны и одновременно увеличилась насыщенность корнями травяных, особенно злаковых растений (Васильева, 1973).

Вследствие рекреации меняются не только плотность, влажность, температура, аэрация почвы, но и состав, масса и время поступления растительных остатков в почву.

Изменение, с одной стороны, материала для разложения, обуславливающее биохимические особенности процесса минерализации, с другой – определенная трансформация фитосреды и вызывают те сдвиги в составе почвенной микрофлоры, которые характеризуют направленность минерализационных процессов. В рекреационных сосняках иначе протекают процессы почвообразования, круговорота веществ, питания растений, т.е. происходят глубокие сдвиги во всем лесном биогеоценозе в целом. Поскольку микроорганизмы являются неотъемлемой частью биогеоценоза, то их изучение нам представляется весьма необходимым.

Изменения микрофлоры почвы в рекреационных сосняках Серебряноборского опытного лесничества были описаны В.С. Большаковой (1973). На участках с разной посещаемостью автором отмечено неблагоприятное влияние частой и интенсивной посещаемости на протекающие в почве микробиологические процессы. В подстилке и перегнойно-аккумулятивном горизонте снизилось общее количество микроорганизмов и изменилось соотношение некоторых физиологических групп. Уничтожение части подлеска, уменьшение массы опада и подстилки, уплотнение почвы – все это вызывает уменьшение численности неспорообразующих бактерий и снижение интенсивности процессов аммонификации и разложения клетчатки. Чем сильнее степень нарушения сосняка, тем более ослаблена деятельность микроорганизмов в почве.

Наши исследования проводились в том же лесном массиве, как уже отмечалось, но только в относительно хорошо сохранившемся сосняке с липой и в сосняке последней, пятой стадии дигрессии – сосняке злаковом, где не осталось ни подлеска, ни подстилки, а травяной покров сильно изменился.

Определение влажности почвы в сосняке лециновом и злаковом в разные годы показало, что в достаточно влажные годы в течение вегетационного периода существенных различий между ними не обнаруживается (табл. 1). Можно только отметить, что в сосняке с липой в нижних горизонтах влажность была несколько ниже, чем в сосняке злаковом, что обусловлено потреблением влаги из нижних горизонтов корнями деревьев. Потери влаги в "почвенных вазонах", как это отмечали Л.А. Соколов и В.Д. Зеликов (1982), в наших условиях не наблюдалось. Влажность почвы, очевидно, не могла оказывать влияния на развитие микрофлоры в почве.

Были выявлены некоторые различия в кислотности почвы (табл. 2). В сосняке злаковом pH несколько иная, чем в сосняке с липой, что может влиять на состав микрофлоры.

Таблица 1

Влажность дерновослабоподзолистой почвы в сосняках, %

Горизонт	Слой, см	Срок определения					
		13.VII 1981	27.XI 1982	31.V 1983	21.VII 1983	20.X 1983	16.V 1984
Сосняк с липой							
АО	0-2	72,3	203,4	37,2	120,0	199,0	47,7
A1 ₁	2-5	27,8	25,8	10,5	21,1	18,4	30,6
A1 ₂	5-10	15,2	17,7	6,8	13,1	15,5	23,3
A1B	10-15	11,2	13,1	5,3	8,9	13,3	-
Сосняк злаковый							
A _d	0-2	36,1	39,6	13,0	32,9	40,3	46,4
A1	2-6	20,5	22,5	-	20,8	17,7	23,1
A1B	6-11	15,8	11,1	12,7	15,7	15,7	15,7
B	11-16	13,9	10,6	10,2	12,0	14,3	-

Таблица 2

Кислотность почв в сосняках

Сосняк с липой			Сосняк злаковый		
Горизонт	Слой, см	pH _{H₂O}	Горизонт	Слой, см	pH _{H₂O}
АО	0-2	6,22 ± 0,15	АД	0-2	5,58 ± 0,11
A1 ₁	2-5	5,10 ± 0,09	A1	2-6	5,32 ± 0,10
A1 ₂	5-10	4,78 ± 0,10	A1B	6-11	5,35 ± 0,17

В результате большой рекреационной нагрузки в сосняке злаковом совсем редуцирована лесная подстилка, поэтому в исследуемых типах леса почвенные горизонты, особенно верхний, различны и сравнивать их трудно. Нижележащие горизонты более сходны между собой. Проведенные наблюдения показывают, что подстилка как субстрат, богатый органическим веществом, значительно обильнее заселена микроорганизмами, чем верхний дерновый слой сосняка злакового (табл. 3). Значительная масса органического вещества подстилок благодаря деятельности почвенных беспозвоночных, грибов и микроорганизмов подвергается минерализации. В сосняке злаковом состав и масса растительного органического вещества весьма отличны от такового в сосняке с липой, что отражается и на составе микрофлоры. В минеральных горизонтах сосняка с липой и сосняка злакового микробиологическая деятельность наиболее активно протекает в верхних слоях. С глубиной она ослабевает, но различия проявляются по всему профилю. В сосняке с липой многочисленны аммонифицирующие бактерии, растущие на МПА. В сосняке же злаковом обильно представлена микрофлора, использующая минеральные формы азота (растущие на КАА) и олигонитрофилы (на Эшби-агаре). Это может служить показателем того, что в почве сосняка злакового процесс минерализации органического вещества протекает более глубоко, чем в сосняке с липой, в него вовлекаются труднодоступные органические соединения. О более глубокой степени минерализации органического вещества на задерненных участках свидетельствует также высокая численность актиномицетов и спорообразующих бактерий, разлагающих труднодоступные органические остатки, наряду с уменьшением неспорообразующих флюоресцирующих бактерий, развивающихся на первых стадиях разложения свежего органического вещества. Из спорообразующих бактерий в злаковом сосняке больше содержится *Bacillus mycoides*, *Bac. megaterium*, *Bac. idosus*, *Bac. cereus*.

Т а б л и ц а 3

Изменение микрофлоры почвы в сосняках (тыс. в 1 г абс. сухого вещества, среднее из 5 анализов 1982–1983 гг.)

Тип леса	Горизонт	Слой, см	Общее количество			Спорообразующие бактерии (М + С)	Флюоресцирующие бактерии (МПА)	Актиномицеты (КАА)	Микроскопические грибы (СА)
			МПА	КАА	Эшби-агар				
Сосняк с липой	АО	0–2	64 596	255 365	390 472	79	133 946	5259	806
	A1 ₁	2–5	1 726	15 064	20 060	134	446	548	60
	A1 ₂	5–10	633	2 430	2 805	64	90	272	46
	A1B	10–15	583	2 012	2 703	32	58	139	26
	Среднее	2–15	980	6 502	8 552	77	198	319	44
Сосняк злаковый	A _d	0–2	36 957	114 556	156 055	155	6 862	2928	399
	A1	2–6	1 355	28 286	19 224	181	60	963	79
	A1B	6–11	515	3 478	4 013	191	51	528	45
	B	11–16	450	3 431	5 292	90	50	403	41
	Среднее	2–16	773	11 731	9 509	154	53	622	56

Т а б л и ц а 4

Изменение состава микроскопических грибов (среднее из 5 анализов, тыс. в 1 г абс. сухого вещества)

Горизонт	Слой, см	Состав грибов				
		Mucor	M. ramaniana	Zygorhynchus	Penicillium	Trichoderma
Сосняк с липой						
АО	0–2	12,11	19,04	0	350,80	74,48
A1 ₁	2–5	2,30	9,56	0	41,90	2,57
A1 ₂	5–10	1,32	9,75	0,13	27,80	2,19
A1B	10–15	0,37	4,45	0,06	15,97	0,83
Среднее	2–15	1,33	7,92	0,06	28,55	1,86
Сосняк злаковый						
A _d	0–2	7,46	0,22	3,49	318,86	25,23
A1	2–6	0,69	0,19	2,76	49,54	3,03
A1B	6–11	0,24	0,20	3,87	32,14	2,19
B	11–16	0,23	0,11	1,36	20,78	1,14
Среднее	2,5–16	0,39	0,18	2,66	34,15	2,12

Почвы сосняка с липой богаче *Vac. agglomeratus*, в них чаще встречаются бациллы типа *Vac. suanogei*, имеющие синюю окраску. Такое распределение видов также свидетельствует о глубине минерализационного процесса в почве под плотным травяным покровом.

В.С. Большаковой (1973) отмечались аналогичные изменения состава микрофлоры – увеличение в почве деградированного сосняка доли спорообразующих бактерий, в том числе *Vacillus idosus* и *Vac. cereus*, а также актиномицетов.

Подобные изменения в составе микрофлоры в рекреационных условиях лесопарка Харькова установлены П.С. Пастернаком с соавторами (1983). Они также указывают на увеличение численности *Vac. musoides* с возрастанием рекреационной нагрузки.

Численность микроскопических грибов в обоих сосняках довольно близка, но их

Таблица 5

Численность нитрифицирующих, денитрифицирующих и анаэробных бактерий в сосняках титр

Горизонт	Слой, см	Нитрификаторы			Денитрификаторы	
		1983 г.			1982 г.	
		май	июль	декабрь	июль	декабрь
Сосняк с липой						
AO	0-2	10^{-4}	10^{-7}	10^{-6}	10^{-3}	10^{-5}
A1 ₁	2-5	10^{-5}	10^{-7}	10^{-6}	10^{-4}	10^{-5}
A1 ₂	5-10	10^{-5}	10^{-6}	10^{-6}	10^{-3}	10^{-5}
Сосняк злаковый						
A _d	0-2	10^{-4}	10^{-5}	10^{-4}	10^{-6}	10^{-4}
A1	2	10^{-5}	10^{-6}	10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}
A1B	6-11	10^{-4}	10^{-4}	10^{-4}	10^{-4}	10^{-4}

видовой состав различен (табл. 4). В почвах сосняка с липой преобладают представители рода *Mucor*, в том числе *M. gamanniana*, встречается *Fusarium*, триходермы очень мало. В почве сосняка злакового чаще встречается *Zygorhynchus*, а также *Penicillium* и *Trichoderma*, что может быть показателем более высокой степени минерализации органического вещества. *M. gamanniana* развивается только в лесных почвах, а в луговых и окультуренных, как правило, не встречается. Этот организм в известной мере может служить индикатором на деградацию лесных почв. О.Е. Марфенина с соавторами (1984) также отмечала снижение *M. gamanniana* при рекреации. В.С. Большакова (1973) обнаруживала довольно большие количества *M. gamanniana* в относительно слабо деградированном сосняке.

Уплотнение почвы в сосняке злаковом, нарушение ее структуры и связанное с этим нарушение режима аэрации в сторону усиления анаэробнозиса способствовали некоторым сдвигам анаэробных процессов (табл. 5). Анаэробы, представленные в основном клостридиальными формами, среди которых много азотфиксаторов, чаще встречаются в уплотненных почвах сосняка злакового. Весьма активно анаэробные микроорганизмы развиваются осенью во влажной подстилке, которая создает на грани с почвой микроаэрофильные условия. Численность бактерий, способных к денитрификации, в обоих типах леса примерно одинакова, только в сосняке злаковом (в самом верхнем дерновом горизонте) их сравнительно много.

В сосняках с липой и злаковым выявлена довольно высокая численность нитрифицирующих бактерий. В.С. Большаковой (1973) не были обнаружены бактерии-нитрификаторы на участках, подвергшихся сильному антропогенному действию, процесс нитрификации был подавлен. Согласно полученным нами данным, в случае развития травяного покрова на нарушенных вытаптыванием участках, процесс нитрификации восстанавливается. Наибольшая численность нитрификаторов обнаруживается в сосняке злаковом в слое 2-6 см.

По данным П.С. Пастернака с соавторами (1983), численность нитрификаторов и денитрификаторов уменьшается в темно-серых лесных почвах в лиственных насаждениях последней стадии дигрессии. Численность же анаэробов менялась мало.

В составе микрофлоры, разлагающей клетчатку, существенных сдвигов нами не отмечено (табл. 6). Только в сосняке злаковом увеличена несколько численность клетчаткоразлагающихся бактерий и уменьшено количество актиномицетов, численность клетчаткоразлагающих грибов не изменялась. Активность разложения клетчатки в сосняке злаковом немного ниже, чем в контроле. Следует отметить приуроченность клетчаткоразлагающих микроорганизмов к верхним горизонтам и резкое падение

Денитрификаторы			Анаэробы				
1983 г.			1982 г.		1983 г.		
май	июль	декабрь	июль	декабрь	май	июль	декабрь
Сосняк с липой							
10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻³	10 ⁻¹⁰	10 ⁻⁸	10 ⁻⁶	10 ⁻⁸	10 ⁻¹²
10 ⁻⁵	10 ⁻⁵	10 ⁻³	10 ⁻¹⁰	10 ⁻³	10 ⁻⁸	10 ⁻⁸	10 ⁻⁷
10 ⁻³	10 ⁻⁶	10 ⁻²	10 ⁻⁵	10 ⁻²	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁴
Сосняк злаковый							
10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁸	10 ⁻⁵	10 ⁻⁸	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸
10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻²	10 ⁻¹⁰	10 ⁻⁴	10 ⁻⁹	10 ⁻⁸	10 ⁻⁵
10 ⁻⁴	10 ⁻⁶	10 ⁻³	10 ⁻⁸	10 ⁻⁴	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹	10 ⁻⁴

в более глубоких, бедных клетчаткой слоях. Аналогичная картина отмечалась О.С. Тереховым и М.Г. Еникеевой (1964).

По данным Л.А. Соколова и В.Д. Зеликова (1982), разложение льняной ткани в вазоне за лето составляет $11,3 \pm 3,1\%$, в контроле – $37,2 \pm 4,8$, на уплотненных тропях $1,0 \pm 0,6\%$.

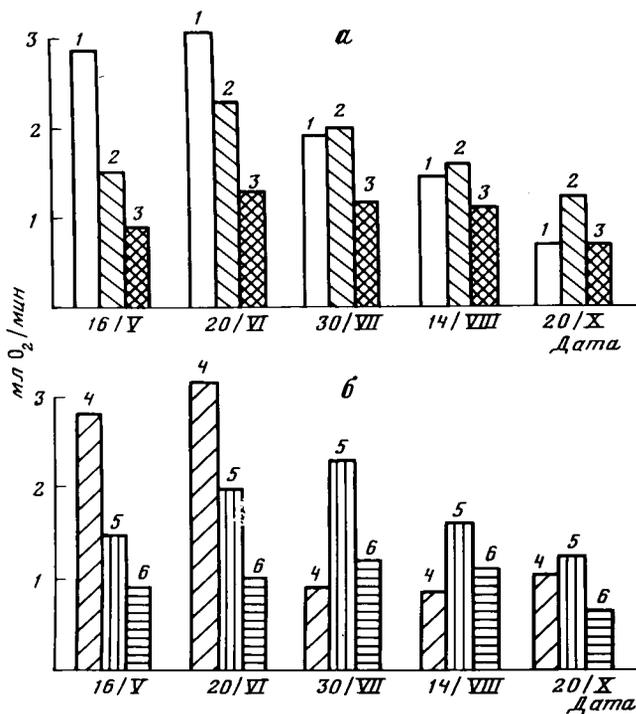
В.С. Большакова (1973) установила, что с увеличением рекреационной нагрузки в сосняках процесс разложения клетчатки сильно замедляется. Если в контроле клетчатка разлагалась за лето на 47%, то в нарушенном рекреацией сосняке рябиновом – на 14%. Она указывает на возрастание роли микроскопических грибов в разложении клетчатки с увеличением рекреационной нагрузки. В наших исследованиях этого не отмечалось; видимо, густой и флористически богатый травяной покров улучшает развитие клетчаткоразлагающих бактерий, однако неблагоприятные почвенные условия не способствуют активизации этого процесса.

Скорость разложения клетчатки является одним из показателей биологической

Т а б л и ц а 6

Развитие клетчаткоразлагающих микроорганизмов в сосняках (тыс. в 1 г абсолютного сухого вещества)

Горизонт	Слой, см	Общее количество	В том числе			Разложение клетки, %
			бактерии	грибы	актиномицеты	
Сосняк с липой						
АО	0–2	33,3	30,3	0,1	0	53
A1 ₁	2–5	20,6	10,0	4,5	5,9	36
A1 ₂	5–10	13,8	1,4	7,4	4,2	21
A1B	10–15	4,6	0,1	2,6	1,8	14
Среднее	2–15	12,9	3,8	4,8	3,9	24
Сосняк злаковый						
A _d	0–2	30,9	23,0	2,0	1,1	62
A1	2–6	18,0	9,4	5,2	0,8	29
A1B	6–11	9,4	1,8	6,7	0,6	13
B	11–16	7,4	2,1	2,8	3,8	10
Среднее	2–16	11,7	4,4	4,9	2,8	17



Р и с. 1. Активность каталазы в почве сосняка с липой (А) и сосняка злакового (Б) В горизонтах: А₀ (1), А₁' (2), А₁'' (3), А_д (4), А₁ (5) и А₁В (6)

активности почв. Наряду с разложением клетчатки интенсивность биологических процессов в почве определяется их ферментативной активностью. Наиболее характерным показателем биологической активности почв являются ферменты катализа и инвертаза. Ферментативные системы определяют синтез и разложение органических веществ, мобилизацию элементов питания растений. Активность ферментов почвы в сосняках изучалась Т.А. Щербаковой и Л.А. Володиной (1973).

Каталазная активность почв определялась нами в 1984 г. в обоих типах сосняков (рис. 1). Очевидно, что ферментативные биохимические процессы в сосняке злаковом протекают несколько иначе, чем в сосняке с липой.

В первой половине вегетационного периода (май—июнь) в сосняке злаковом высокая каталазная активность наблюдается в горизонте А_д, что объясняется активным ростом трав в этот период. В горизонтах А₁ и А₁В она ниже. Во второй половине лета (июль—август), когда снижаются ростовые процессы, активность фермента каталазы в горизонте А_д падает и становится ниже, чем в горизонте А₁ и А₁В, где она несколько возрастает по сравнению с весной. В сосняке легиновом каталазная активность в горизонте А₁ и А₁В в первой половине лета выше, чем в сосняке злаковом. С июля активность каталазы по этим горизонтам в среднем одинаковая и самой низкой повсеместно становится в октябре. В целом же можно сказать, что в горизонтах А₁ и А₁В в сосняке с липой она снижается от начала лета к осени, а в сосняке злаковом возрастает от весны к лету и снижается к осени. Наиболее отчетливо это проявляется в горизонте А₁.

Динамика развития микрофлоры почвы в течение вегетационного периода обуславливается рядом экологических факторов. Постоянной зависимости от влажности почв не наблюдалось, поскольку дефицита влаги в эти годы не было (табл. 7). На фоне сравнительно благоприятного влагообеспечения существенное влияние оказывают фазы развития растений. Так, в ненарушенном сосняке с липой наибольшее количество микроорганизмов насчитывается осенью, поскольку идет поступление свежего органи-

Таблица 7

Сезонные изменения микрофлоры в сосняках (млн. в 1 г абсолютно сухого вещества)

Месяц	МПА	КАА	Эшби-агар	МПА	КАА	Эшби-агар
Сосняк с липой						
		АО			А1	
Май	15,3	349,8	473,4	0,3	2,1	2,9
Июль	31,0	265,3	385,4	0,6	1,1	1,7
Октябрь	88,6	225,9	308,4	1,3	5,8	7,8
Декабрь	152,7	318,7	553,8	0,4	5,2	10,1
Сосняк злаковый						
		A _d			А1	
Май	9,3	180,8	250,1	0,3	15,5	11,6
Июль	15,6	43,0	76,3	0,5	8,0	4,7
Октябрь	75,3	41,3	68,2	0,9	4,7	6,1
Декабрь	17,3	53,5	78,9	0,5	3,3	4,9

ческого вещества с опадом. В опаде численность микроорганизмов на 1–2 порядка выше, чем в подстилке. В перегнойно-аккумулятивном горизонте также можно отметить некоторое оживление микробиологической деятельности к осени. В сосняке злаковом, наоборот, большая численность микроорганизмов была в весенние месяцы. Наиболее четко это прослеживается по отношению к микрофлоре, использующей минеральный азот, и олигонитрофильным микроорганизмам. Количество аммонификаторов (МПА) возрастает осенью, что связано с отмиранием трав.

В мае 1984 г. нами был сделан разовый анализ микрофлоры в сосняке с липой и злаковым и, кроме того, была взята сильно уплотненная почва на краю футбольного поля, расположенного недалеко от пробной площади в сосняке злаковом. Структура почвы сильно нарушена, ухудшен водный, воздушный режим, в связи с отсутствием растительности нет поступления органического вещества; это явно выраженная крайняя степень деградации почвы. Микрофлора в таких почвах сильно редуцирована (табл. 8). Численность многих групп микроорганизмов уменьшена почти на порядок. Многие виды микроорганизмов выпадают совсем. Из микроскопических грибов в нижнем слое не выявлены вовсе виды рода *Mucor*, *Zygorhynchus*, *M. ramanniana*, *Trichoderma*, *Alternaria*, *Fusarium*. Микрофлора представлена только видами рода *Penicillium*. В верхнем и нижнем слоях не были обнаружены клетчаткоразлагающие бактерии, встречались только грибы и актиномицеты. Разложение клетчатки очень слабое. Значительно снизилась обсемененность почвы неспорообразующими бактериями и спорами бактерий. Видовой состав спорообразующих бактерий не изменяется (табл. 9). Процессы минерализации и трансформации органического вещества в почвах такой сильной степени деградации протекают крайне слабо.

Леса лесопаркового пояса Москвы имеют в основном дерново-подзолистые почвы, характерная особенность которых — стабильный недостаток азота. В этой связи изучение азотфиксации, благодаря которой происходит постоянное пополнение запасов азота в почве за счет деятельности азотфиксирующих микроорганизмов, является весьма важным для более полного и разностороннего представления о последствиях всевозрастающей рекреационной нагрузки; необходимо выявление изменений в круговороте азота, и в частности тех, которые характеризуют его приходную часть.

В лесных биогеоценозах, где роль бобовых растений, как правило, очень незначительна, связывание атмосферного азота осуществляется преимущественно свободно живущими микроорганизмами. В литературе имеется ряд данных, правда еще далеко не пол-

Т а б л и ц а 8

Влияние рекреации на микрофлору почвы сосняков (тыс. в 1 г абсолютно сухого вещества), 1984 г.

Горизонт	Слой, см	Общее количество микроорганизмов			Спорообразующие бактерии (М + С)
		МПА	КАА	Эшби-агар	
Сосняк с липой					
АО	0-2	47 890	250 200	301 000	—
А1 ₁	2-6	1190	4790	7700	226
А1 ₂	6-10	656	2680	1730	85
Сосняк злаковый					
А _d	0-2	5160	39400	62900	688
А1	2-6	863	3520	3980	386
А1В	6-10	530	1890	2480	220
Футбольное поле					
А1	2-6	262	812	1070	41
А1В	6-10	67	165	220	8

ных, но уже позволяющих в известной мере охарактеризовать размеры поступления азота атмосферы в лесные биогеоценозы в условиях Подмосквья.

Определение активности азотфиксации подстилок и почв в сосняке с дубом и в 15-летних культурах сосны в типе леса сосняк мшисто-лишайниковый на слабоподзолистых песчаных почвах (Белоомутское лесничество, Московская обл.) показало слабую активность этого процесса. В этих сосняках азотфиксация была приурочена в основном к подстилкам, колеблясь от 2,7 до 4,9 мг азота на 1 кг подстилки в месяц. В горизонте А1 под сосновыми культурами она не выявлялась, а в сложном сосняке составляла 0,225 мг азота кг/мес. (Егорова, Калининская, 1980).

Исследование активности азотфиксации подстилок и почв сосняка с липой лециново-го кислично-зеленчукового на средне (сильно)-подзолистой супесчано-суглинистой почве (Мытищинский леспаркхоз, Московская обл.) также показало очень низкую ее активность — от 0,013 до 0,069 мг/кг почвы/мес. В липняке и березняке широкоотранно-зеленчуковых она была выше (до 0,202 мг на 1 кг почвы в месяц). В коренном ельнике она ниже, чем во всех производных типах леса (Егорова, Калининская, 1981).

По данным Ф.П. Кононкова (1982), полученным полевым ацетиленовым методом, в ельнике кисличнике на дерново-среднеподзолистой почве (Малинский стационар

Т а б л и ц а 9

Видовой состав спорообразующих бактерий в почвах сосняков (тыс. в 1 г абсолютно сухой почвы, горизонт А1)

Тип леса	Общее количество	Bac. myco- ides	Bac. mesen- tericus	Bac. mega- terium	Bac. ido- sus	Bac. cereus	Bac. agglome- ratus
Сосняк с ли- пой	266	42	0	0	30	138	4
Сосняк зла- ковый	384	98	0	0	73	198	5
Футбольное поле	42	10	0	0	12	15	3

Неспорообразующие бактерии	Актиномицеты	Микроскопические грибы	Разложение клетчатки			
			бактерии	грибы	актиномицеты	%
Сосняк с липой						
43570	300	520,0	15,0	3,0	0	95
436	1880	29,1	5,9	6,5	1,3	45
93	336	12,3	1,8	8,4	1,1	40
Сосняк злаковый						
720	4500	343,0	12,0	13,5	9,0	70
62	2280	30,8	2,4	10,0	4,9	45
71	363	12,2	1,6	6,0	1,2	50
Футбольное поле						
14,2	22	8,6	0	1,1	9,3	15
6	1,1	5,1	0	1,0	5,5	5

ИЭМЭЖ АН СССР, Московская обл.) величина полевой азотфиксации составляла в среднем за 90 дней около 21 кг/га.

Активность азотфиксации в дерново-подзолистых почвах определяется рядом факторов, из которых наиболее важными являются рост и развитие растений, влажность и температура. На парующем поле без растений (Московская обл.) азотфиксация составляет 1,17, под посевами тимофеевки — 6,65, под овсяницей — 8,66 кг/га/сезон. Максимум азотфиксации наблюдается в фазу колошения (Мошкова, 1979).

Аналогичные данные получены Н.П. Покровским (1981). На дерново-подзолистых почвах под посевами сельскохозяйственных культур азотфиксация в 5–10 раз выше, чем на пару. Наибольшая активность отмечалась в начале колошения. Согласно его данным, наиболее оптимальными условиями для азотфиксации в дерново-подзолистых почвах является 60% влажности от полной влагоемкости почвы и от +20 до +30°С температуры почвы, однако азотфиксация начинается уже при +10°С.

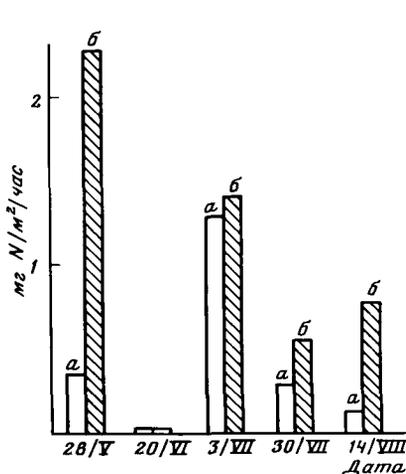
Н.К. Зубко и др. (1979), изучавшие азотфиксацию в пахотных, луговых, лесных дерново-подзолистых почвах, отмечают наиболее низкую азотфиксацию в лесу. В дерново-подзолистых почвах под пашней фиксировалось 3,3, под лугом — 7,5, под лесом — 1,4 кг/га за вегетационный период.

Рекреационная нагрузка, приводящая к изменению почвенных условий и растительности, не может не отразиться на деятельности азотфиксирующих микроорганизмов и размерах поступающего в лесные биогеоценозы азота. Наиболее существенным фактором, влияющим на процесс азотфиксации в рекреационных лесах, является наряду с широко распространенным явлением вытаптывания трав смена лесной травяной растительности на злаковую при разреживании древостоя сосняков.

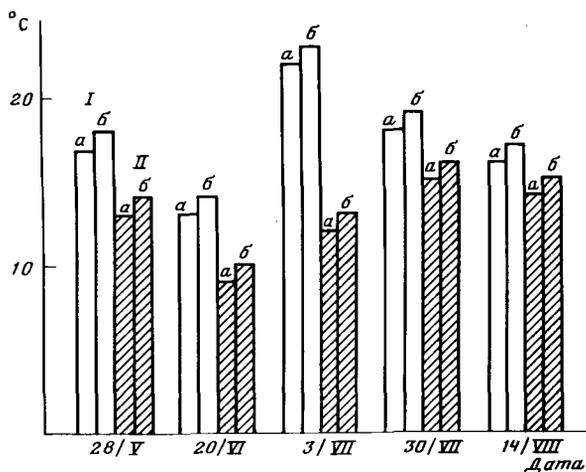
При вытаптывании растений процесс азотфиксации сводится, вероятно, к минимуму, поскольку, как указывалось выше, даже в парующей почве он очень низок. При смене же лесной растительности на злаковый покров можно ожидать усиление процесса азотфиксации, поскольку в ризосфере злаков активность азотфиксации весьма высокая.

В.А. Лавровой (1981) показано, что в ризосфере луговика дернистого и вейника лесного активность азотфиксации в десятки раз может превышать таковую в почве. Высокую азотфиксирующую активность в ризосфере мятлика лугового и тимофеевки луговой наблюдали О.А. Берестецкий и Л.Ф. Васюк (1983).

Определение азотфиксации полевым ацетиленовым методом (Умаров, 1976) прово-



Р и с. 2. Азотфиксация в сосняке с липой (а) и в сосняке злаковом (б)



Р и с. 3. Температура воздуха (I) и почвы (II) в сосняке с липой (а) и сосняке злаковом (б)

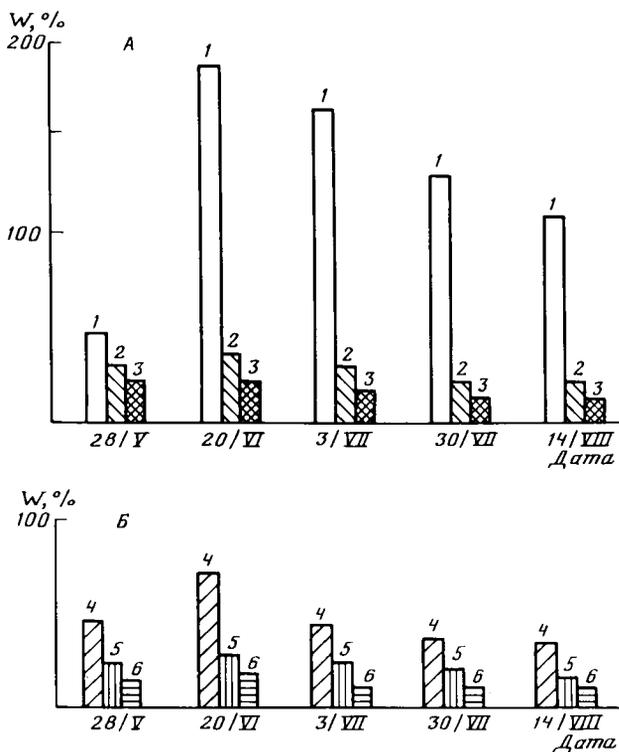
дилось нами в 1984 г. на газовом хроматографе ЛХМ-8МД с пламенно-ионизационным детектором. Для определения азотфиксации в полевых условиях были выбраны постоянные площадки. В сосняке с липой травяной покров представлен типично лесными видами: много сныти, кислица, костяника, земляника. Имеется подстилка из хвой сосны, листьев лиственных пород (липы, дуба, рябины, лещины) и опада трав. Почва очень рыхлая. Травяной покров сосняка злакового состоит из различных видов мятлика и других злаков, лютика ползучего, клевера среднего, манжетки и других лугово-лесных растений (см. статью Г.П. Рысиной и Л.П. Рысина).

В течение периода наблюдений активность азотфиксации в сосняке злаковом была выше, чем в сосняке лещиновом (рис. 2). Однако уровень азотфиксации не был постоянен и менялся в связи с изменениями температуры (рис. 3), влажностью почвы (рис. 4) и фазами развития растений.

Весна 1984 г. была ранняя, теплая. С середины мая установилась жаркая (25–27°) погода, что обусловило активность этого процесса в конце мая. Под пологом сосняка с липой травы еще не цвели, тогда как в сосняке злаковом некоторые виды уже цвели, а многие злаки находились в фазе колошения, что определило сравнительно высокую активность азотфиксации. Середина июня характеризовалась резким сильным и длительным похолоданием с дождем, и это снизило уровень азотфиксации, а в конце июня азотфиксация не выявлялась, хотя большинство трав находилось в фазе цветения.

И.М. Рыжова и М.М. Умаров (1979) отмечали для Подмоскovie зависимости азотфиксации от температуры и погодных условий года. Азотфиксация под луговым биоценозом была незначительной в июне, характеризующимся низкими температурами, но увеличивалась после повышения температуры.

В третьей декаде июня началось потепление, которое в сочетании с периодическими осадками привело к значительной активации процесса азотфиксации как в сосняке с липой, так и в сосняке злаковом. К тому времени некоторые злаки продолжали цвести так же, как и ряд других растений, что также обуславливало максимальный уровень азотфиксации в тот период. В июне–июле, согласно определениям С.В. Егоровой и Т.А. Калининской (1981), наблюдалась максимальная численность азотфиксаторов в дерново-подзолистых почвах ельника и производных типов леса (Мытищинский леспаркхоз), что связано с более обильными корневыми выделениями растений в фазу бутонизации–цветения. Корневые выделения служат энергетическим материалом для осуществления процесса связывания молекулярного азота воздуха, и азотфиксаторы, как правило, многочисленны в ризосфере трав.



Р и с. 4. Влажность почвы в сосняке с липой (А) и сосняке злаковом (Б)
В горизонтах: А₀ (1), А₁' (2), А₁'' (3), АД (4), А₁ (5) и А₁'(6)

В конце июля и в августе азотфиксация пошла на убыль, несмотря на благоприятную температуру и влажность почвы. Это понижение связано с переходом растений к плодоношению и концу вегетации. Сентябрь был весьма холодный. Согласно данным других исследователей, азотфиксация в лесу часто имеет второй подъем, связанный с поступлением опада при прочих благоприятных условиях (Петров-Спиридонов, 1985).

И.М. Рыжова и М.М. Умаров (1979), изучавшие динамику азотфиксации под суходольным разнотравно-злаковым лугом на дерновой среднемощной многогумусовой почве (Малинский стационар ИЭМЭЖ АН СССР, Московская обл.), отмечали относительно низкую азотфиксацию весной, возрастание ее к середине лета. Во второй половине июля в период наибольшего развития травостоя она достигала максимума (4,7 мгN/м²/ч) и снижалась к осени. Осенью повышения активности азотфиксации, характерного для лесных биогеоценозов, на лугу не наблюдалось.

По нашим определениям, в сосняке с липой фиксируется около 15 кгN/га за вегетационный период с учетом суточной динамики, в сосняке злаковом — около 30 кгN/га. По уровню азотфиксации сосняк злаковый приближается к суходольному разнотравно-злаковому лугу, где за вегетационный период фиксируется до 55 кгN/га (Рыжова, Умаров, 1979).

Основываясь на наших и литературных данных, можно сказать, что в сосняке злаковом увеличиваются размеры поступления азота атмосферы в биогеоценоз и меняется динамика этого процесса. В лесу за счет опада возможно осеннее повышение активности азотфиксации, которое не наблюдается на лугах.

Активность азотфиксации в почвах, помимо прочих факторов, зависит от количества и качественного состава присутствующих в них азотфиксирующих микроорганизмов. В большинстве микробиологических исследований по дерново-подзолистым почвам лесов учитывалась только суммарная численность анаэробных бактерий из рода Clostridi-

Таблица 10

Состав азотфиксаторов в почвах сосняков (тыс. в 1 г абсолютно сухого вещества), 1984 г.

Горизонт	Слой, см	Анаэробы (общее число)	Споровые (пастеризо- ванный по- сев)	<i>Clostridium</i> <i>Cl. buty-</i> <i>pasteuria-</i> <i>ricum</i>	<i>Cl. aceto-</i> <i>butylicum</i>	<i>Vac. poly-</i> <i>tuxa</i>	Азотфикса- торы	
Сосняк с липой								
AO	0-2	3000	7	2,4	9,7	0,022	0,6	165
A1	2-10	45	9	0,6	3,2	0,019	0,13	15
Сосняк злаковый								
A _d	0-2	1125	165	24,0	112	0,112	16,5	142
A1 + A1B'	2-11	54	24	5,4	5,4	0,030	3,6	30
Футбольное поле								
A1	2-6	2,2	2,2	0,2	0,5	0,003	0,07	1,65

dium, представители которого являются основной группой азотфиксаторов в этих почвах (Мишустин, Емцев, 1974; Егорова, Лаврова, 1982). Однако подробного изучения видового состава этой группы в почвах подзоны хвойно-широколиственных лесов ранее не проводилось. С.В. Егоровой и Т.А. Калининской (1980) определялась общая численность азотфиксирующих бактерий в почвах лесов Московской области, но качественный состав этой группы микроорганизмов и влияющие на него факторы не изучались.

В данном исследовании, помимо определения общей численности анаэробных азотфиксирующих бактерий в подстилке и почве, изучался их видовой состав и выяснялось, как сказались на них рекреационное воздействие на лес.

Общая численность анаэробных бактерий определялась при посеве почвенных суспензий на жидкую среду Федорова—Калининской (Федоров, Калининская, 1961) с сахарозой и ломтиками картофеля по методу предельных разведений. Присутствие анаэробов устанавливали по наличию в посеве газообразования. С помощью ацетиленового метода в посевах определялась азотфиксирующая активность. Для дифференциального учета наиболее распространенных видов из рода *Clostridium* (*Cl. butyricum*, *Cl. pasteurianum*, *Cl. acetobutylicum*) использовали жидкие селективные среды, разработанные В.Т. Емцевым (1965). С целью выяснения наличия спорообразования у бактерий, производящих брожение в посевах разведений почвенных суспензий на среде Федорова—Калининской, производился их пересев на свежую среду с пастеризацией и без пастеризации.

Установлено, что в почве участка с рекреационной нагрузкой численность клостридий всех трех видов значительно выше, чем на контрольном участке (табл. 10). В месте, где отсутствовал травяной покров, содержание всех учитываемых групп очень низкое. Численность *Cl. butyricum* и *Cl. pasteurianum* были близкими, а количество *Cl. acetobutylicum* было незначительным, что характерно для подзолистых почв (Мишустин, Емцев, 1974).

В опыте с пастеризацией было показано, что численность неспорообразующих бактерий, сбраживающих углеводы, выше по сравнению со спорообразующими. В посеве, подвергшемся пастеризации, выявилось присутствие спорообразующего факультативно-анаэробного азотфиксатора *Vacillus polytuxa*. Его наличие было установлено по образованию характерной тянущейся слизистой пленки на поверхности жидкой среды. При высеве из нее на чашки с картофельным агаром были получены отдельные колонии и впоследствии чистые культуры этого азотфиксатора. Их способность фиксировать азот была подтверждена с помощью ацетиленового метода. Численность *Vac. polytuxa* в почве леса с рекреационной нагрузкой значительно выше по сравнению с контрольным участком.

Из пробирок, в которых отмечалось брожение, но не содержалось спорových форм, был сделан высев на агаризованную безазотную среду Эшби. С этой среды были выделены отдельные колонии, способные сбраживать углеводы на жидких средах. Таким образом, было показано присутствие в почвах лесов группы бактерий, растущих как в аэробных, так и в анаэробных условиях. Численность этих неспорообразующих факультативно-анаэробных бактерий в дерновоподзолистых почвах лесов превышает численность спорообразующих анаэробных бактерий из рода *Clostridium*.

С помощью ацетиленового метода определялась азотфиксирующая способность в посевах на жидкой среде Федорова—Калининской. Как показали полученные результаты, в посевах, где не отмечалось брожения, азотфиксирующая активность отсутствовала. В посевах с брожением азотфиксация выявлялась не всегда. Однако численность факультативно-анаэробной группы азотфиксаторов была выше, чем численность клостридий. По-видимому, представители выявленной факультативно-анаэробной группы бактерий лишь частично обладают азотфиксирующей активностью в отличие от клостридий, которые, как правило, все способны фиксировать молекулярный азот. Чистые культуры этих бактерий, выделенные на безазотной агаризованной среде Эшби, обладали значительной азотфиксирующей активностью и были идентифицированы как представители семейства *Enterobacteriaceae*. Очевидно, эти неспорообразующие факультативно-анаэробные азотфиксирующие энтеробактерии совместно с клостридиями играют основную роль в накоплении азота в почвах лесов за счет его фиксации из атмосферы.

Поскольку клостридиальные азотфиксаторы обладают большей продуктивностью азотфиксации (Мишустин, Шильникова, 1968) по сравнению с азотфиксирующими энтеробактериями, увеличение содержания клостридий в почвах сосняка злакового, возможно, является одним из факторов, который способствует более высокой интенсивности процесса азотфиксации в почвах этого участка. Развитию этой группы азотфиксаторов, по-видимому, способствовало некоторое уплотнение почвы под влиянием рекреации, что ухудшило ее аэрацию. Однако наиболее важным следует считать присутствие травянистой растительности, способствующей обогащению почвы органическим веществом в результате прижизненных корневых выделений и корневого отпада. При отсутствии растений численность всех групп азотфиксирующих бактерий резко снижалась.

Подводя итог проведенных наблюдений, можно сделать вывод, что для сосняка злакового, сформировавшегося из сосняка с липой под действием длительного и интенсивного рекреационного лесопользования, характерны разрушение естественных ценозов микроорганизмов в почве и образование новых в соответствии с изменением всей экологической обстановки. Увеличение потока солнечной радиации, непосредственное увлажнение поверхности почвы атмосферными осадками, уплотнение почвы и формирование на ней дернины, изменение состава и массы органического вещества, поступающего в почву, — все это изменило численность и видовое разнообразие почвенных микроорганизмов, участвующих в минерализации органического вещества растительных остатков. В сосняке злаковом возросла численность микроорганизмов, использующих минеральные формы азота, олигонитрофилов, спорообразующих бактерий, актиномицетов, нитрификаторов, триходермы, т.е. тех групп микроорганизмов, которые используют и вовлекают в круговорот веществ более сложные, труднодоступные органические соединения. Почвообразование сопровождается усилением дернового процесса.

В сосняке с липой преобладают неспорообразующие аммонификаторы, много муконовых грибов, особенно *M. ramanniana*, являющегося типичным обитателем лесных почв и редко встречающегося в луговых и пахотных землях. Общая численность микроскопических грибов в обоих сосняках близка, но комплекс видов, составляющих ценоз, различен.

В сосняке злаковом, где из-за уплотнения почвы ухудшена ее аэрация, обильнее развита анаэробная микрофлора, в том числе клостридиальные формы. Численность

денитрифицирующих микроорганизмов не изменилась в сосняке злаковом по сравнению с контролем. Интенсивность разложения клетчатки, определяемая в лабораторных условиях, в почве сосняка злакового несколько ниже, чем сосняка лещинового, хотя численность клетчаткоразлагающих бактерий несколько возросла. Численность же микроскопических грибов, разлагающих клетчатку, в том и другом сосняке одинакова.

Имеются некоторые различия в динамике развития почвенной микрофлоры. В сосняке с липой наибольшее количество микроорганизмов в почве отмечается осенью, что обусловлено поступлением массы органического вещества с опадом древесных пород. В сосняке злаковом обильное развитие микрофлоры наблюдается весной. Минерализация органического вещества, освобождение и поступление минеральных питательных веществ в общебиологический круговорот меняются во времени под влиянием рекреации по сравнению с естественными, не нарушенными сосняками. Определение содержания гумуса и его качественного состава в почве сосняка лещинового и сосняка злакового, проводившееся В.А. Бганцевой (см. статью в наст. сборнике), показало, что в сосняке злаковом уменьшено содержание гумуса и изменен его состав. В сосняке злаковом меньше гуминовых кислот. Количество фульвокислот в обоих сосняках примерно одинаковое, но уменьшение гуминовых кислот изменило их соотношения в органическом веществе почвы. Таким образом, с одной стороны, уменьшение массы поступающего в почву органического вещества в сосняке злаковом, с другой – иная направленность микробиологических процессов, обуславливающих минерализацию разнокачественных растительных остатков, привели к некоторым сдвигам почвообразовательного процесса, в частности к изменению массы и состава органического вещества почвы, а также к изменению интенсивности процесса аммонификации и азотного режима почв. В сосняке лещиновом в течение всего вегетационного периода выше содержание подвижного аммония. Это, очевидно, связано с большим количеством поступающего с опадом растительного материала и многочисленностью развивающихся на нем спорообразующих бактерий, энергично аммонифицирующих свежее органическое вещество. Снижение их численности в сосняке злаковом и увеличение доли спорообразующих бактерий способствуют снижению в нем интенсивности процесса аммонификации.

Наряду с минерализацией органического вещества, благодаря которой растения обеспечиваются элементами минерального питания, весьма важно для их роста пополнение запасов азота в почве за счет его биологической фиксации из атмосферы. Разрастание травяного покрова в сосняке злаковом способствует развитию этого процесса. Здесь за вегетационный период (1984 г.) фиксировано около 30 кг азота на 1 га. В сосняке лещиновом его фиксируется в 2 раза меньше – 15 кг/га. Одним из факторов, способствующем высокой активности азотфиксации в сосняке злаковом, является увеличение численности бактерий из рода *Clostridium*, обладающих высокой азотфиксирующей способностью. Наряду с другими азотфиксаторами эти бактерии развиваются в основном в ризосфере травянистых растений, где осуществляют процесс азотфиксации за счет энергетического материала корневых выделений.

Биологическая активность почвы, определяемая по активности фермента каталазы, в сосняке злаковом существенно не изменилась. Весной и осенью в обоих сосняках она была одинаково низкой, а летом она выше. В сосняке с липой она возрастает от мая к июню, затем падает к осени, а в сосняке злаковом возрастает от мая к июлю, затем также снижается к осени.

В случае полного вытаптывания травяного покрова (например, на футбольном поле в сосняке злаковом) численность всех групп микроорганизмов в сильно деградированной почве понижается примерно на порядок. Многие виды микроорганизмов выпадают совсем. Жизнедеятельность живых организмов в таких почвах затухает.

ЛИТЕРАТУРА

- Андреюк Е.И.* Структура микробных ценозов почв с различной антропогенной нагрузкой //Тр. Ин-та микробиологии и вирусологии АН КазССР. 1980. Т. 26. С. 79–90.
- Балашова С.С.* Изменение растительности сложных боров под влиянием деятельности человека //Лесоводственные исследования в Серебряноборском опытном лесничестве. М.: Наука, 1973. С. 21–36.
- Берестецкий О.А., Васюк Л.Ф.* Азотфиксирующая активность в ризосфере и на корнях небольших растений //Изв. АН СССР. Сер. биол. 1983. № 1. С. 44–50.
- Большакова В.С.* Изменение микрофлоры лесной почвы при нарушении коренного сосняка в лесопарковых условиях //Лесоводственные исследования в Серебряноборском опытном лесничестве. М.: Наука, 1973. С. 77–87.
- Большакова В.С.* Микрофлора лесных почв //Природа Серебряноборского лесничества в биогеоценоотическом освещении. М.: Наука, 1974. С. 273–302.
- Большакова В.С., Степанова М.Ф.* Микрофлора почвы сложного сосняка после вырубki лещины //Сложные боры хвойно-широколиственных лесов и пути ведения лесного хозяйства в лесопарковых условиях Подмоскoвья. М.: Наука, 1968. С. 75–88.
- Бурова Л.Г., Трапидо И.Л.* Микробиологические особенности березняка волосистоосокового в связи с длительным рекреационным воздействием //Лесоведение. 1975. № 1. С. 49–55.
- Васильева И.Н.* Влияние вытаптывания на физические свойства почвы и корневые системы растений //Лесоводственные исследования в Серебряноборском опытном лесничестве. М.: Наука, 1973. С. 36–45.
- Галстян А.Ш.* Унификация методов определения активности ферментов в почве //Почвоведение. 1978. № 2. С. 107–114.
- Егорова С.В., Калининская Т.А.* Активность фиксации азота в песчаных почвах сосновых культур //Лесоведение. 1980. № 4. С. 71–73.
- Егорова С.В., Калининская Т.А.* Азотфиксация в коренном ельнике и производных типах леса Подмоскoвья //Лесоведение. 1981. № 5. С. 31–37.
- Егорова С.В., Лаврова В.А.* Микрофлора и азотфиксирующая активность почв коренных и производных типов леса //Леса Западного Подмоскoвья. М.: Наука, 1982. С. 211–218.
- Емцев В.Т.* Методы количественного учета различных видов маслянокислых и ацетобутиловых бактерий в почве //Докл. ТСХА. 1965. Ч. 2, вып. 109. С. 123–130.
- Зеликов В.Д., Пишоннова В.Г.* Влияние уплотнения почвы на насаждения в лесопарках //Лесн. хоз-во. 1961. № 12. С. 34–37.
- Зубко Н.К., Серегин М.С., Чундерова А.И., Тащев С.С.* Роль несимбиотических азотфиксаторов в азотном балансе почв //Микробиология. 1979. Т. 48, вып. 1. С. 114–117.
- Ишин Ю.Д.* О плотности почв в сосняках лесопарков Подмоскoвья //Докл. ТСХА. 1965. Вып. 115. С. 195–199.
- Кононков Ф.П.* Азотфиксация в некоторых типах лесных биогеоценозов подзоны южной тайги: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.: МГУ, 1982. 24 с.
- Лаврова В.А.* Изучение природы и продуктивности лесных биогеоценозов южной части лесной зоны ЕТС в связи со сменой пород и факторами среды в целях разработки мероприятий рационального ведения хозяйства, увеличения всех полезностей леса. М. 1981. С. 119–127. Деп. в ВИНТИ № 76091594.
- Марфенина О.Е., Макарова Н.А., Смирнова В.П.* Влияние рекреационного вытаптывания на микроскопические грибы в почве //Вестн. МГУ. Сер. 17, Почвоведение. 1984. № 2. С. 28–31.
- Машинский Л.О.* Некоторые исследования устойчивости лесных насаждений в условиях Подмоскoвья к рекреационным нагрузкам //Географические проблемы организации туризма и отдыха. М.: Ин-т географии, 1975. Вып. 2. С. 72–77.
- Мишустин Е.Н., Емцев В.Т.* Почвенные азотфиксирующие бактерии рода Clostridium. М.: Наука, 1974. С. 250.
- Мишустин Е.Н., Шильникова В.К.* Биологическая фиксация атмосферного азота. М.: Наука, 1968. С. 530.
- Мошкова М.В.* Сезонная динамика несимбиотической азотфиксации в дерново-подзолистой почве //Сезонная динамика почвенных процессов: Материалы 2-го симпозиума "Биодинамика почв" Таллин: АН ЭССР, 1979. С. 112–114.
- Пастернак П.С., Самойлова И.И., Бондарь В.И.* Влияние рекреации на микрофлору темно-серой лесной почвы лесопарковой зоны Харькова //Лесоведение. 1983. № 3. С. 55–63.
- Петров-Стиридов А.А.* Азотфиксация в дерново-среднеподзолистых почвах в березняках и на вырубках //Почвоведение. 1985. № 4. С. 70–78.
- Покровский Н.П.* Периодическая и постоянная фиксация азота атмосферы свободноживущими бактериями в почве: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.: ТСХА, 1981. С. 13.
- Полякова Г.А., Малышева Т.В., Флеров А.А.* Антропогенное влияние на сосновые леса Подмоскoвья. М.: Наука, 1981. 144 с.
- Прохоров В.П.* Влияние высоких рекреационных нагрузок на радиальный прирост сосны Карельского перешейка //Лесн. журн. 1977. № 4. С. 153–155.

Рыжова И.М., Умаров М.М. Динамика азотфиксации в луговом биогеоценозе //Почвоведение. 1979. № 8. С. 89–42.

Соколов Л.А., Зеликов В.Д. Изменение свойств почвы в лесных биогеоценозах с высокой рекреационной нагрузкой //Лесоведение. 1982. № 3. С. 16–22.

Спиридонов В.Н. Отношение сосны, березы и осины к уплотнению почвы//Изв. СО АН СССР. Сер. биол. наук. 1973. № 10, вып. 2. С. 160–162.

Терехов О.С., Еникеева М.Г. Сравнительная микробиологическая характеристика некоторых лесных почв Серебряноборского и Подушкинского лесничества Московской области //Стационарные биогеоценозические исследования в южной подзоне тайги. М.: Наука, 1964. С. 171–182.

Умаров М.М. Ацетиленовый метод изучения азотфиксации в почвенно-микробиологических исследованиях //Почвоведение. 1976. № 11. С. 119–123.

Федоров М.В., Калининская Т.А. Отношение азотфиксирующей микобактерии (*Mycobacterium* 301) к различным источникам углерода и дополнительным факторам роста //Микробиология. 1961. Т. 30, № 5. С. 833–838.

Щербакова Т.А., Володина Л.А. Активность карбогидаз и окислительных ферментов в почвах сосновых лесов //Изучение лесных фитоценозов. Минск: Наука и техника, 1973. С. 101–110.

Юрева Н.Д., Матеева В.Г., Трапидо И.Д. Рекреационное воздействие на комплекс почвенных беспозвоночных в березняках Подмоскovie //Лесоведение. 1976. № 2. С. 27–34.

УДК 582.26

Т.И. Алексахина

ИЗМЕНЕНИЕ ПОЧВЕННОЙ АЛЬГОФЛОРЫ СЛОЖНЫХ СОСНЯКОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ РЕКРЕАЦИОННЫХ НАГРУЗОК

Рекреационные воздействия на природу в настоящее время можно рассматривать как один из основных антропогенных факторов. При этом следует отметить тенденции к постоянному росту интенсивности рекреационных нагрузок на природные сообщества, особенно в связи с возрастающей урбанизацией. Леса как одно из основных мест отдыха занимают особое положение среди природных биогеоценозов в плане существенно усиливающихся рекреационных воздействий. Своевременная оценка нарушений естественно сложившихся процессов развития лесных биогеоценозов, происходящих под влиянием человеческой деятельности, должна рассматриваться как главное условие рационального управления этими процессами. В связи с этим необходимо учитывать все пути раннего диагностирования таких сдвигов.

Изменения, возникающие под влиянием антропогенных нагрузок, могут иметь различный генезис. Следует различать, по-видимому, две основные группы таких нарушений — как непосредственно под прямым влиянием человека, так и вследствие косвенного воздействия за счет нарушения сбалансированных в норме связей между разными компонентами лесного биогеоценоза. При этом, естественно, наибольший интерес представляют прямые изменения, происходящие в природной экосистеме в результате непосредственного воздействия антропогенного фактора. Именно эти изменения являются инициаторами сложных вторичных процессов, ведущих к деградации первичного сообщества.

Вследствие этого анализ процессов, происходящих в травянистом покрове, почве и сообществах живых организмов, обитающих в ее верхних слоях и в лесных подстилках — именно они подвергаются наиболее интенсивному прямому воздействию при рекреационных нагрузках, — имеет принципиальное значение для оценки судьбы всего биогеоценоза в целом. В этих процессах, следуя В.И. Вернадскому, призывавшему в одном из писем к А.П. Виноградову к изучению "мелких форм жизни", следует искать первопричины крупных изменений фитоценозов в целом.

Рекреационные нагрузки приводят к нарушению лесного биогеоценоза на всех его уровнях: повреждаются древостой, подрост и подлесок, изменяются травяно-кустарничковый ярус, мохово-лишайниковый покров (Зеликов, Пшоннова, 1961; Бала-

шова, 1973; Полякова и др., 1981; Мальшева, Толпышева, 1982; и др.). Разреженность древостоя и подлеска приводит к сдвигам гидротермического режима под пологом леса. В результате происходят существенные изменения многих физических и ряда химических свойств почвы (Ишин, 1965; Чертов, 1969; Васильева, 1973; Соколов, Зеликов, 1982).

Таким образом, нарушается среда обитания многих наземных и почвенных организмов, что приводит к перестройке их комплексов. Воздействие рекреации было изучено по отношению к макромицетам (Бурова, Трапидо, 1975) и микромицетам (Марфенина, Макарова, 1984 а, б), почвенным беспозвоночным (Юрьева и др., 1976) и различным группам бактерий (Большакова, 1973; Андрюк, 1980; Пастернак и др., 1983; и др.). Почти во всех случаях обнаружены заметные изменения в численности, разнообразии видов и других признаках изученных организмов. Сделаны попытки выявить показатели реакции организмов на рекреацию и процессы восстановления естественных сообществ.

Вместе с тем накоплена интересная информация о влиянии различных антропогенных факторов еще на один компонент почвенной биоты — водоросли.

Было исследовано влияние на эту группу различных видов промышленных загрязнений (Неганова и др., 1978; Шилова и др., 1979; Штина и др., 1984; Steubing, 1967; и др.), мелиоративных и лесохозяйственных мероприятий (Алексахина, 1981; Штина и др., 1981; Алексахина, Штина 1984), удаления растительности и подстилки (Неганова и др., 1978; Шушуева, 1980; Артамонова, 1985; Rosa, 1962; и др.).

Проведенные исследования показали, что фототрофная группа микроскопических почвенных организмов — водоросли — достаточно чутко реагируют на антропогенные воздействия. Во всех случаях это приводит к существенной перестройке альгофлоры: изменяются разнообразие видов, соотношения между отдельными группами водорослей, состав доминант, количественные показатели, величины биомассы и ряд других признаков. Оказалось возможным выделить ряд индикаторных групп и видов водорослей.

При этом одни мероприятия чаще всего активизируют развитие водорослей (например, вырубка леса, орошение в богарных условиях), другие оказывают на них отрицательное влияние (в частности, химическое и нефтяное загрязнение почвы, воздействие промышленных газоаэрозольных выбросов и др.).

При возрастающем объеме работ, касающихся антропогенного воздействия на водорослевые группировки в различных условиях, влияние рекреации на почвенные водоросли в лесном биогеоценозе в литературе пока не освещено.

Работа проводилась в Серебряноборском лесничестве Московской области в сосняке с липой (контроль, минимальная посещаемость) и в сосняке злаковом (опыт, подвержен интенсивному вытаптыванию). Почва дерново-слабоподзолистая супесчаная. В течение 1983—1984 гг. собирались и анализировались подстилка, дернина, верхние горизонты почвы, свежий опад 3 раза за вегетационный период — до, во время и после периода массового посещения леса населением. Сбор материала проводился одновременно с почвоведом и микробиологами. В сосняке злаковом, кроме лесного участка, для сравнения была исследована расположенная рядом игровая площадка, которая в результате сильного вытаптывания полностью лишена высшей растительности. Был проведен отбор проб на лесных тропинках. Подробное описание растительности, свойств почвы, гидротермических условий для изученных участков приводятся в сборнике выше — в разделах, авторами которых являются Л.П. Рысин, В.А. Бганцова, С.В. Егорова и В.А. Лаврова.

При изучении рекреационного воздействия на водоросли основное внимание уделялось: 1) видовому разнообразию водорослей и их жизненных форм; 2) составу комплексов доминирующих видов; 3) степени реакции отдельных групп и видов водорослей; 4) характеру распределения водорослей в подстилке и почве; 5) сезонным изменениям группировок.

При определении видового состава водорослей применяли прямое микроскопирова-

Т а б л и ц а 1

Видовой состав почвенных водорослей на участках с различной рекреационной нагрузкой

Участок	Cyanophyta		Chlorophyta		Xanthophyta		Bacillariophyta		Общее число видов
	Число видов	%	Число видов	%	Число видов	%	Число видов	%	
Сосняк с липой	7	9,5	43	58,0	19	25,7	5	6,8	74
	Под травяным покровом								
Сосняк злаковый	10	12,7	38	48,1	26	32,9	5	6,3	79
	Травяной покров отсутствует								
	5	12,5	21	52,5	12	30,0	2	5,0	40
Общее число видов на всех участках	15	13,4	58	51,8	32	26,8	7	6,2	112

ние свежего материала, чашечные культуры со стеклами обрастания (Lund, 1945), жидкие культуры. В качестве последних использовали среду Данилова на почвенной вытяжке из исследуемых почв, в некоторых случаях — чистую почвенную вытяжку.

Всего на исследованных участках обнаружены 112 видов водорослей, из которых основную массу составляют эдафотфильные водоросли и лишь 4,5% приходится на долю амфибиальных и гидрофильных видов.

Лишь 22% от всех найденных видов являются общими для всех трех вариантов. Четвертая часть всех видов встречается только в контрольном лесу, 32% — лишь на нарушенных рекреацией участках, причем 28% этих видов являются общими для обеих опытных площадей; 59% всех видов найдено на двух лесных участках, из них почти треть приходится на долю общих видов.

Т а б л и ц а 2

Распределение числа видов водорослей разных порядков в верхних слоях почвы на участках с различной рекреационной нагрузкой

Участок	Горизонт, глубина, см	Общее число видов в горизонте	Cyanophyta		
			Nostocales	Oscillatoriales	
Сосняк с липой	AO	0—1,5	63	3	4
	A1 ₁	1,5—5	40	0	1
	A1 ₂	5—10	27	0	0
	Общее число видов		74	3	4
	Под травяным покровом				
Сосняк злаковый	A _d	0—2	68	1	7
	A1	2—6	41	0	3
	A1B	6—10	26	0	0
	Общее число видов		79	1	9
	Травяной покров отсутствует				
		0—0,2	29	0	5
		0,2—5	21	0	2
	Общее число видов		40	0	5
Общее число видов на всех участках			112	3	12

Различия между рекреационно нарушенным и контрольным лесными участками по общему числу выявленных видов водорослей не столь существенны (табл. 1). Сходно и соотношение между отделами водорослей, характерное для лесных почв умеренной зоны: до 58% видов составляют зеленые и до 33% — желтозеленые водоросли, невелико содержание синезеленых (до 13%), совсем незначительна представленность диатомовых водорослей — не больше 7%.

Однако при рекреационном воздействии обнаруживаются изменения в распределении порядков водорослей внутри отделов (табл. 2), представленности определенных групп водорослей складывающимися их видами, в составе комплекса доминирующих видов водорослей. При сохраняющемся преобладании видов из Chlorococcales (до 50% от общего числа видов зеленых водорослей) на вытоптанном участке уменьшается содержание видов из порядков Chlamydomonadales и Ulotrichales, зато увеличивается значение видов из Chlorosarcinales. Только на антропогенном участке найдена тетра-споровая водоросль *Hyphomonas schizochlamys*.

Из порядка Chlorococcales на всех участках встречаются *Spongiochloris excentrica*, *Chlorococcum hyphosporum* и *Ch. infusionum*, *Chlorella vulgaris* и *Ch. ellipsoidea*, причем в контроле все они входят в доминирующий комплекс, тогда как в опыте только два из них — *Spongiochloris excentrica* и *Chlorococcum infusionum* — сохраняют значительное развитие.

Обильные в контроле виды Соссомуха обнаруживаются в опытном лесу в небольших количествах, а на лишенном растительности участке совсем исчезают. Зато очень обычной для нарушенных участков становится *Scotiella levicostata*, интенсивность развития которой возрастает с увеличением степени вытоптанности.

Совсем не встретились на вытоптаных площадях Соссомуха *dispar*, *Oocystidium ovale*, *Protosiphon botryoides*, *Dictyosphaerium pulchellum* var. *ovata*, виды *Dictyococcus*.

Уменьшение на рекреационно нарушенных участках обилия и разнообразия влаголюбивых хламидомонад достигает почти полного их исчезновения на вытоптанном участке без растительности. Здесь обнаружено всего два вида — *Chlamydomonas gloeogama* f. *gloeogama* и *Ch. oblongella*, причем встречались они лишь единичными экземплярами и никогда не давали массовых разрастаний. Интересно отметить, что *Ch. oblongella*

Chlorophyta		Xanthophyta				Bacillariophyta	
Chlamydomonadales	Chlorococcales	Chlorosarcinales	Ulotrichales	Tetrasporales	Heterococcales	Tribonematales	Rhaphynales
7	19	2	7	0	13	3	5
10	11	0	4	0	11	3	0
8	9	0	1	0	9	0	0
12	21	2	8	0	15	4	5
Под травяным покровом							
8	18	3	5	1	16	5	5
5	10	4	3	1	14	1	0
3	9	1	1	0	12	0	0
8	19	4	6	1	21	5	5
Травяной покров отсутствует							
1	6	0	4	0	9	2	2
1	8	3	2	0	4	1	0
2	11	3	5	0	9	3	2
15	27	4	11	1	27	5	7

впервые была найдена в Англии в сильно утоптанной почве парка (Lund, 1947). Обедненность хламидомонадами вытоптаных участков подтверждается при исследовании тропинок.

Надо отметить, что на рекреационном участке меняется и характерное для естественных лесных условий распределение хламидомонад по почвенным слоям: наибольшее их видовое разнообразие и обилие обнаруживаются не как обычно на некоторой глубине от поверхности, а в самом верхнем горизонте — A_d , тогда как активизация хламидомонад в подстилке контрольного леса была отмечена только в период самой высокой влажности.

В сосняке с липой из порядка Chlorosarcinales встретились лишь в небольшом количестве *Borodinella polytetras*, а в свежем опаде — *Chlorosarcinopsis minor*. В сосняке злаковым эти виды, вошедшие уже в доминирующий комплекс, дополняются еще *Tetracystis aggregata* и *Fridmannia* sp., тоже имеющими значительное развитие. На игровой площадке два вида — *Chlorosarcinopsis minor* и *Fridmannia* sp. — сохраняют свое обилие, а *Borodinella polytetras* встречается лишь эпизодически.

Из порядка Ulotrichales на всех участках был найден *Chlorhormidium flaccidum* var. *nitens*; в контрольном лесу в доминирующий комплекс вместе с ним входят также *Ulothrix variabilis* и *Desmococcus vulgaris*, а на опытном — *Protoderma viride*, *Stichococcus minor* и *Gloeotila protogenita* встретились только в контрольном лесу.

На антропогенном участке сохраняется преобладание одноклеточных видов из *Heterococcales*.

Более разнообразными становятся виды *Pleurochloris*, *Polydriella*, *Ellipsoidion*. Происходит замена видов внутри одного рода. Например, вместо *Monodus dactylococcoides* и *M. chodatii* на опытном участке встречена *M. guttula*; вместо *Bumilleriopsis simplex* — *B. peterseniana*. Появились такие виды, как *Pleurogaster lunaris*, *Chloridella neglecta*, *Gloeobotrys chlorinus*.

Одним из существенных изменений в комплексе водорослей нарушенного участка является возрастающее значение желтозеленых нитчаток. При сходном видовом разнообразии встречающиеся в контроле почти во всех случаях эпизодически (за исключением *Triobonema minus*) виды *Tribonematales* на лесном вытоптанном участке входят в доминирующий комплекс. Правда, на площадке без растительности число этих видов сокращается и развитие резко ослабевает. Такое обилие желтозеленых нитчаток, характерное для травяных луговых фитоценозов, может быть связано с олуговением, происходящим при деградации в результате вытаптывания сосняка сложного.

Общими для всех участков являются *Pleurochloris magna*, *Botrydiopsis arhiza*, *Polydriella helvetica*, *Characiopsis minima*, *Heterothrix exilis*.

Значительные изменения отмечены в комплексе синезеленых водорослей. Кроме возрастания общего числа выявленных видов *Cyanophyta* наблюдается четкая перегруппировка в их составе. Если на контрольном участке порядки *Nostocales* и *Oscillatoriales* были представлены примерно равным числом видов при доминирующем развитии первых (доминирует *Nostoc punctiforme*), то в лесу, подверженном рекреационной нагрузке, основную долю (90%) стали составлять осцилляториевые, а один сохранившийся вид — *Nostoc punctiforme* — имел очень слабое развитие. Здесь обильны *Phormidium autumnale*, *Ph. ambiguum*, *Ph. dimorphum*. На всех участках присутствовали *Phormidium foveolarum* и *Plectonema boryanum* f. *hollerbachianum*, причем последняя имела очень интенсивное развитие в самом верхнем слое почвы на площадке с максимальной вытоптанностью.

Разнообразие диатомовых водорослей на обоих участках невелико, однако на площади, подверженной антропогенному воздействию, наблюдалась довольно активная вегетация этих водорослей, тогда как под пологом леса столь значительного разрастания диатомей не обнаружено.

Состав диатомовых водорослей на контрольном и опытном участке сходен, но на вытоптанном многие из этих видов, в первую очередь самые мелкоклеточные, дают массовые разрастания. Так, экземпляры *Hantzschia amphioxys*, встреченной только

на лесных участках, в подстилке контрольного леса превышали по размерам обнаруженные в дерновом слое рекреационно нарушенного участка. На полностью вытоптанном участке сохранились лишь два вида: *Pinnularia borealis* и *Navicula pelliculosa*. Оба вида интенсивно вегетировали.

На всех исследованных участках диатомовые водоросли обнаружены только в самых верхних слоях почвенного профиля: подстилке, дернине и слое: 0–0,2 см на игровой площадке.

Черты строения водорослевой группировки, выявленной на игровом поле, где обнаружена наименее разнообразная альгофлора, подтверждают тенденции, описанные для лесного антропогенного участка, — здесь также одна треть видов приходится на долю желтозеленых водорослей, почти полностью отсутствуют хламидомонады, а синезеленые представлены лишь видами из порядка *Oscillatoriales*.

Таким образом, с одной стороны, специфика экологической обстановки, выражающаяся в олуговении травяного покрова, обуславливает появление ряда новых черт в характере водорослевого сообщества (массовое развитие желтозеленых нитчаток, синезеленых водорослей из *Oscillatoriales*, диатомей), не являющихся свойственными для лесных почв умеренной зоны, а с другой стороны, уплотнение почвы создает условия, более благоприятные для развития некоторых мелких форм как, очевидно, наиболее устойчивых по отношению к действию этого фактора.

На контрольном и рекреационно нарушенных участках не совпадают и изменения числа видов водорослей по сезонам (рис. 1). Четкой связи колебаний числа видов водорослей по сезонам с изменениями гидротермического режима на контрольном участке не прослеживается. Влияние этих условий больше сказывается на группировке водорослей опытного участка. Здесь в периоды с наиболее низкой влажностью отмечено и наименьшее разнообразие водорослей, возможно из-за выпадения ряда влаголюбивых форм. В оба года наблюдений довольно устойчивый характер носит осеннее понижение числа видов водорослей, хотя погодные условия в периоды наблюдений в 1983 и 1984 гг. были различны. В этом случае определенное значение могло иметь косвенное влияние рекреационного фактора. Так, более резкое уменьшение видового разнообразия водорослей осенью 1984 г., по-видимому, усугубилось в результате резкого похолодания вплоть до выпадения снега, что резче и быстрее сказалось на состоянии водорослей открытого вытоптанного участка. Некоторые изменения произошли на вытоптанном участке и в развитии определенных групп водорослей.

Для того чтобы оценить различия видового состава водорослевых группировок на исследуемых участках, а также охарактеризовать их специфичность, были подсчитаны коэффициенты общности, дифференциальности и специфичности (Голлербах, 1936; Грейг-Смит, 1967; Воронов, 1973).

Анализ коэффициентов общности видового состава водорослевых группировок экспериментальных участков (табл. 3) показывает, что эти группировки значительно различаются между собой. Особенно отличаются контроль и участок, полностью лишенный растительности, т.е. с наибольшей рекреационной нагрузкой ($K_{общ} = 14–18\%$). Коэффициенты общности видового состава водорослей для двух других пар сравниваемых площадей достаточно близки (как правило, 22–24%). Это может указывать на то, что степень преобразования видового состава водорослей под влиянием нарастающих рекреационных нагрузок при переходе от контрольной площади к первому участку и далее от него ко второму (полностью вытоптанному) примерно одинакова.

При дифференцированном анализе ответных реакций водорослей разных порядков можно отметить, что зеленые и желтозеленые водоросли реагируют примерно одинаково, повторяя ход изменений $K_{общ}$ для общего числа видов водорослей. Наиболее сильно на антропогенные нагрузки реагируют синезеленые водоросли ($K_{общ}$ на всех трех участках не превышают 17%).

Описанные выше выводы подтверждаются при рассмотрении коэффициентов дифференциальности. Во всех случаях эти коэффициенты имеют высокие значения, существ-

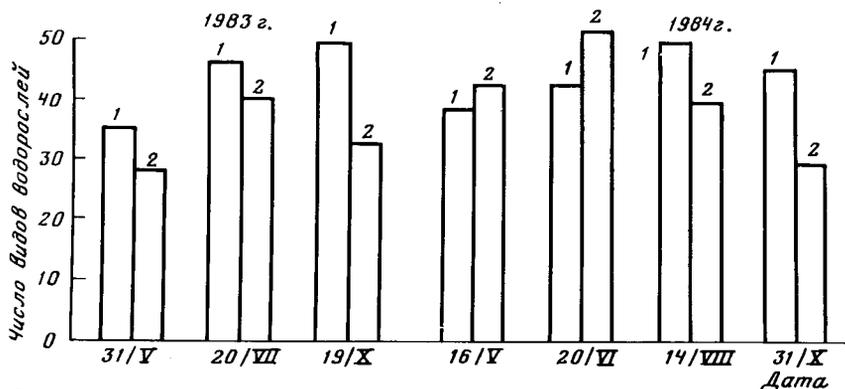


Рис. 1. Сезонные изменения числа видов водорослей в сосняке с липой (1) и в сосняке злаковым (2)

венно превышающие величины коэффициентов общности. Тем самым еще раз подтверждаются большие различия в составе водорослей изученных участков.

Довольно высокие коэффициенты специфичности видового состава водорослей (табл. 4) на лесных участках свидетельствуют о значительном своеобразии их водорослевых группировок — треть видов выявленных здесь водорослей является специфической. Уменьшение коэффициента специфичности на рекреационно нарушенных участках, причем особенно резкое на площади, лишенной высших растений (в 3 раза), очевидно, свидетельствует о потере свойств, присущих водорослевым сообществам лесных почв. На всех участках наибольший коэффициент специфичности видового состава водорослей характерен для синезеленых (40–57%), причем изменение этого показателя под влиянием рекреационной нагрузки происходит наиболее инерционно. Абсолютные значения коэффициентов специфичности по зеленым и желтозеленым водорослям ниже, а их изменения под антропогенным влиянием происходят более резко. Так, для зеленых коэффициент специфичности при максимальной рекреационной нагрузке снижается более чем в 4 раза, а для желтозеленых водорослей — более чем в 2,5 раза. При этом наблюдается некоторое увеличение коэффициента специфичности по желтозеленым водорослям на опытном лесном участке, что подтверждает выявленную ранее закономерность о возрастающем значении этого отдела водорослей при рекреационном воздействии.

Таблица 3

Коэффициент общности ($K_{\text{общ}}$) и коэффициент дифференциальности ($K_{\text{д}}$) видового состава водорослей на участках с различной рекреационной нагрузкой, %

Сравниваемый участок	Синезеленые		Зеленые		Желтозеленые		Общее число видов	
	$K_{\text{общ}}$	$K_{\text{д}}$	$K_{\text{общ}}$	$K_{\text{д}}$	$K_{\text{общ}}$	$K_{\text{д}}$	$K_{\text{общ}}$	$K_{\text{д}}$
Сосняк с липой — сосняк злаковый	15	79	24	55	24	55	22	59
Сосняк злаковый — участки с сохранившимся и уничтоженным травяным покровом	17	75	24	53	21	64	22	60
Сосняк с липой — сосняк злаковый (участок с уничтоженным травяным покровом)	14	80	17	79	18	71	16	77

Т а б л и ц а 4

Коэффициент специфичности видového состава водорослей на участках с различной рекреационной нагрузкой, %

Отдел водорослей	Сосняк с липой	Сосняк злаковый	
		участок с травяным покровом	участок без травяного покрова
Синезеленые	57	50	40
Зеленые	42	26	10
Желтозеленые	21	31	8
Общее число видов	39	30	13

Однотипные почвенные условия, зональные признаки и средообразующее влияние одной и той же древесной породы определили сходное соотношение отделов водорослей на контрольных и опытных участках. Однако изменения в состоянии фитоценозов — разреженность древесного полога, выпадение подроста и подлеска, перестройка в травяном покрове, изменение гидротермических условий в лесу, уничтожение подстилки, существенные сдвиги в физико-химических свойствах почв, т.е. нарушения при вытаптывании всей экологической ситуации, о чем говорилось выше, — становятся причиной изменений в распределении водорослей по экологическим группам.

С целью получения экологической характеристики группировок водорослей для участков с разной вытоптанностью проведен анализ этих группировок по жизненным формам (Штина, Голлербах, 1976).

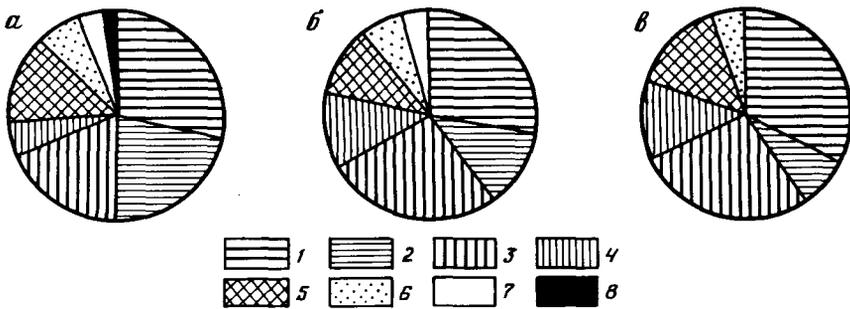
Изученные участки отличаются характером распределения видов водорослей по экологическим группам (рис. 2). Во всех рассмотренных случаях высок процент видов, принадлежащих к *Ch*-форме. Это, очевидно, естественно, так как к этой группе относятся виды, приспособленные к различным условиям существования и отличающиеся значительной выносливостью к воздействию неблагоприятных факторов среды.

На лесном нарушенном участке повышается роль *X*-формы, приуроченной обычно к слоям, затененным подстилкой или войлоком из трав (Штина, Голлербах, 1976). На этом участке на долю *X*-формы приходится почти столько же видов водорослей, сколько и на долю представителей *Ch*-формы (26 и 28% соответственно). Если на контрольном участке представители этой формы заселяют обычно верхние почвенные слои (до 5—10 см), то на антропогенном они в обилии встречаются и в дернине, влажность которой во все сроки была выше, чем в нижележащих почвенных слоях. Такие же соотношения наблюдаются и для полностью вытоптанного участка, где виды *X*-формы сохраняют свою значительную представленность.

На разреженном опытном лесном участке встречено в 2 раза больше видов водорослей *P*-формы, тяготеющей к более открытым местообитаниям и заселяющей обычно пространства между растениями. Высок процент этих светолюбивых и выносливых к недостатку влаги видов водорослей и на открытой игровой площадке. Характерно, что эта форма вообще редко встречается на почвах со значительным количеством опада (Штина, Голлербах, 1976).

В то же время изменившиеся в результате рекреационного воздействия почвенные условия, в частности режим влажности и освещенности, по-видимому, вызывают обеднение альгофлоры нарушенных участков представителями водорослей *C*- и *H*-форм, виды которых предпочитают местообитания с относительно устойчивой влажностью, более затененные и развиваются обычно под укрытием высших растений.

Обильная вегетация в сложном бору видов водорослей *CF*-формы (хотя и представленных небольшим числом) и постепенное угасание их развития на нарушенных участках могут быть связаны не только с их требовательностью к воде и теневыносливостью, но и с наличием или отсутствием листового опада. Интересно отметить в этой связи,



Р и с. 2. Спектры жизненных форм почвенных водорослей

a – сосняк с липой; *б* – сосняк злаковый; *в* – спортивная площадка в лесу; 1 – *Sh*-форма; 2 – *C*-форма; 3 – *X*-форма; 4 – *P*-форма; 5 – *H*-форма; 6 – *B*-форма; 7 – амфибиальные водоросли; 8 – гидрофильные водоросли

что обнаруженные в подстилке сосняка с липой виды водорослей этой формы были полностью идентичны выделенным из свежего опада.

Виды *B*-формы, хотя и представлены равным числом на двух исследованных лесных участках, на контрольном почти не встречались в обилии, зато в сосняке злаковом обнаруживают значительную активизацию развития. Эта тенденция сохраняется и на площадке, лишенной растительности: разнообразие видов этой формы уменьшается, зато встреченные два вида дают массовые разрастания.

Светолюбные видов, относящихся к этой форме, значительная потребность многих из них в кислороде и обуславливают в большой степени особенности их распространения.

Таким образом, экологический анализ группировок водорослей исследованных участков подтвердил основную направленность изменений альгофлоры под влиянием вытаптывания, отмеченную ранее при характеристике систематического состава исследованных участков.

Наиболее устойчивыми к антропогенным нагрузкам оказываются или виды-убиквисты с широкой экологической амплитудой приспособляемости, или светолюбивые, тяготеющие к улучшенным световым условиям, к обитанию на более открытых пространствах. Скорее всего выбиваются влаго- и тенелюбивые виды. Возможно, имеет значение и способ размножения водорослей – при размножении спорами виды легче сохраняются (Штина, Голлербах, 1976).

С точки зрения биоиндикации и общей оценки устойчивости к антропогенным воздействиям (в частности, к рекреационным нагрузкам) водорослевых сообществ лесных почв представляет интерес выявление видов водорослей, обладающих различной степенью резистентности по отношению к вытаптыванию, т.е. видов, которые были бы наиболее устойчивы к рекреационной нагрузке или, наоборот, максимально чувствительны к ней. Это представляет достаточно сложную задачу, в частности, из-за комплексного воздействия вытаптывания и вторичных явлений (например, олуговения). Тем не менее, исходя из оценки видового разнообразия водорослей на трех изученных объектах – лесном (контроль) и двух опытных, различающихся по нарастанию рекреационной нагрузки, можно попытаться условно выделить следующие три группы водорослей. Виды, которые были обнаружены на всех трех участках, можно считать, по-видимому, одними из наиболее толерантных к рекреационному фактору (I группа). Виды водорослей, которые были найдены в контроле, но не встречались на опытных участках, можно отнести, вероятно, к одним из наиболее чувствительных (II группа). Наконец, виды, представленные на двух лесных участках, но исчезнувшие на площадке без высших растений, можно отнести к группе со средней чувствительностью (III группа).

В I группу вошли в основном широко распространенные во всех почвах виды-убик-

высты, еще раз подтвердившие свою значительную выносливость и приспособленность к различным неблагоприятным условиям среды: в основном это виды *Ch*-формы (46%) и значительно меньше *H*-формы. Другие экологические группы насчитывают всего по два обычных почвенных вида. Если расположить индексы жизненных форм по степени убывания обилия последних, то получим для сравнения с другими вариантами условную формулу *ChHXCPB*.

Основную часть II группы водорослей (69%) составили виды, отличающиеся хорошо выраженной влаголюбивостью, теневыносливые, развивающиеся под укрытием высших растений, а также виды, населяющие лесную подстилку. Они относятся (по убыванию числа видов) к *C*-, *X*-, *H*-формам. Именно в эту группу вошли гидрофильные и амфибиальные виды. На долю *Ch*-формы в этой группе приходится лишь 13% от всех видов, причем в основном они и являются подстилочными.

Для II группы получаем формулу *CXHXChPB*. Интересно, что преобладание жизненных форм *X* и *C* и ранее было отмечено как характерная черта спектра жизненных форм водорослей в лесных почвах (Алексахина, Штина, 1984).

Эта группа включила, кроме перечисленных выше, виды *Chlamydomonas acuta*, *Ch. elliptica*, *Ch. terrestris*, *Monodus chodatii*, *Bumilleriopsis simplex*, *Characiopsis borziana*, *Vischeria gibbosa*, *Nostoc paludosum*, *Cylindrospermum licheniforme*, *Phormidium frigidum*, *Plectonema nostocorum*.

В III группе оказались как виды, имеющие довольно обширный ареал распространения, так и виды, встречающиеся не так часто и не повсеместно. Как и в I группе, здесь тоже преобладает *Ch*-форма, однако видовое разнообразие ее меньше. Почти равным числом видов представлены *X*- и *C*-формы и совсем незначительно — формы *H* и *B*. Формула индексов *ChXCHB* во многом напоминает формулу I группы с заметным снижением участия *H*-формы и выпадением формы *P*.

С полученными выше составами групп можно сравнить также списки видов, встречаемых на двух нарушенных участках, для которых получили формулу *XPHChB*. Они тоже, по-видимому, могут быть отнесены к устойчивым формам, но уже по отношению не только к лесным видам.

Проведенный анализ еще раз подтвердил, что виды *C*-формы являются наиболее чувствительными к воздействию вытаптывания. Наибольшей устойчивостью обладают представители форм *Ch* и *X*, средней — формы *H*.

Виды *P*-формы отозвались на косвенные изменения, связанные со сменой типа леса, в то же время проявив значительную устойчивость непосредственно к вытаптыванию. Кроме встреченных во всех вариантах видов *Phormidium foveolarum*, *Plectonema bogyanum* f. *hollerbachianum* на полностью выбитой игровой площадке сохранились *Phormidium valderia* f. *majus*, *Ph. fragile*, *Ph. bogyanum*.

Из *B*-формы два вида отреагировали на изменившиеся условия: *Hantzschia amphioxus* (о ней было сказано выше) и *Pinnularia* sp. Остальные виды оказались довольно устойчивыми.

Для более тонкой дифференциации видов по устойчивости к вытаптыванию требуются специальные экспериментальные исследования.

Таким образом, в результате проведенных исследований выявлена реакция почвенных водорослей на рекреационное воздействие, выразившаяся в существенной перестройке водорослевых группировок. При этом обнаружена различная чувствительность к этому антропогенному фактору у разных видов водорослей. С одной стороны, почвенные водоросли, по-видимому, можно рассматривать как существенный биоиндикатор изменений, происходящих в лесу при рекреационных нагрузках. С другой стороны, исследования такого рода позволяют выявить виды наиболее быстро "выбиваемые" при вытаптывании, что должно быть важно с точки зрения сохранения объектов живой природы.

ЛИТЕРАТУРА

- Алексахина Т.И.* Водоросли в светло-каштановой почве под лесными полосами // Повышение устойчивости защитных насаждений в полупустыне. М.: Наука, 1981. С. 172–179.
- Алексахина Т.И., Штина Э.А.* Почвенные водоросли лесных биогеоценозов. М.: Наука, 1984. 150 с.
- Андреюк Е.И.* Структура микробных ценозов почв с различной антропогенной нагрузкой // Тр. Ин-та микробиологии и вирусологии АН КазССР. 1980. Т. 26. С. 79–90.
- Артамонова В.С.* Альгосинузии почв Присалаирья: Автореф. дис. . . . канд. биол. наук. Новосибирск, 1985. 18 с.
- Балашова С.И.* Изменение растительности сложных боров под влиянием человека // Лесоводственные исследования в Серебряноборском опытном лесничестве. М.: Наука, 1973. С. 21–35.
- Большакова В.С.* Изменение микрофлоры лесной почвы при нарушении коренного сосняка в лесопарковых условиях // Лесоводственные исследования в Серебряноборском опытном лесничестве. М.: Наука, 1973. С. 77–87.
- Бурова Л.Г., Трапидо И.Л.* Микологические особенности березняка волосистоосокового в связи с длительным рекреационным воздействием // Лесоведение. 1975. № 1. С. 49–55.
- Васильева И.Н.* Влияние выпатывания на физические свойства почвы и корневые системы растений // Лесоводственные исследования в Серебряноборском опытном лесничестве. М.: Наука, 1973. С. 36–45.
- Воронов А.Г.* Геоботаника. М.: Высш. шк. 1973. 384 с.
- Гецен М.В., Перминова Г.Н.* Изменение состава водорослевых группировок биогеоценозов тундры в связи с ее освоением // Географические аспекты охраны флоры и фауны на северо-востоке европейской части СССР. Сыктывкар, 1977. С. 50–55.
- Голлербах М.М.* К вопросу о составе и распространении водорослей в почвах // Тр. БИН АН СССР. Сер. 2. 1936. Вып. 3. С. 99–301.
- Грейг-Смит Г.* Количественная экология растений. М.: Мир, 1967. С. 359.
- Зеликов В.Д., Пионова В.Г.* Влияние уплотнения почвы на насаждения в лесопарках // Лесн. хоз-во, 1961. № 12. С. 34–36.
- Ишин Ю.Д.* О плотности почв в сосняках лесопарков Подмосквья // Докл. ТСХА. 1965. Вып. 115. С. 195–199.
- Мальшева Т.В., Толпышева Т.Ю.* Влияние выпатывания на восстановление напочвенного лишайникового покрова // Биогеохимические аспекты криптоиндикации: (Тез. докл. симпозиум по биоиндикации Всесоюз. конф. "Биогеохимический круговорот веществ", г. Пушкино Моск. обл., 7–9 дек. 1982 г.). Таплин, 1982. С. 52–53.
- Марфенина О.Е., Макарова Н.А., Смирнова В.П.* Влияние рекреационного выпатывания на микроскопические грибы в почве // Вестн. МГУ. Сер. 17, Почвоведение. 1984а. № 2. С. 28–31.
- Марфенина О.Е., Макарова Н.А.* Комплекс почвенных микромицетов как показатель восстановления рекреационно нарушенных биогеоценозов // Биол. науки. 1984б. № 9. С. 99–104.
- Неганова Л.Б., Шилова И.И., Штина Э.А.* Альгофлора техногенных песков нефтегазодобывающих районов Среднего Приобья и влияние на нее нефтяного загрязнения // Экология. 1978. № 3. С. 29–35.
- Носкова Т.С.* Особенности группировок водорослей некоторых растительных ассоциаций // Вопросы биологии и экологии доминантов и эдификаторов растительных сообществ. Пермь: Перм. пед. ин-т, 1968. С. 376–381.
- Пастернак П.С., Самойлова И.И., Бондарев В.И.* Влияние рекреации на микрофлору темно-серой лесной почвы // Лесоведение. 1983. № 3. С. 55–63.
- Полякова Г.А., Мальшева Т.В., Флеров А.А.* Антропогенное влияние на сосновые леса Подмосквья. М.: Наука, 1981. 144 с.
- Ружижская С.С.* Влияние антропогенных факторов на рост основных древесных пород: Автореф. дис. . . . канд. биол. наук. М., 1970. 24 с.
- Соколов Л.А., Зеликов В.Д.* Изменение свойств почвы в лесных биогеоценозах с высокой рекреационной нагрузкой // Лесоведение. 1982. № 3. С. 16–22.
- Спирidonов В.Н.* Отношение сосны, березы и осины к уплотнению почвы // Изв. СО АН СССР. Сер. биол. наук. 1973. Вып. 2. № 10. С. 160–162.
- Чапыгина О.Я.* Закономерности развития почвенных водорослей в хвойных и лиственных лесах Подмосквья. Автореф. дис. . . . канд. биол. наук. Л., 1977. 24 с.
- Чертов О.Г.* Изменение химических свойств и гумусового состояния лесных почв при их деградации // Сб. научно-исследовательских работ по лесному хозяйству. ЛенНИИЛХ, 1969. Вып. 12. С. 342–346.
- Шилова И.И., Неганова Л.Б., Штина Э.А.* Влияние минерализованных аптсеноманских вод на почвенную альгофлору. (На примере Сургутского нефтедобывающего района) // Биологические проблемы Севера. VIII симпозиум: (Тез. докл.). Апатиты, 1979. С. 47–48.
- Штина Э.А., Антипина Г.С., Козловская Л.С.* Альгофлора болот Карелии и ее динамика под воздействием естественных и антропогенных факторов. Л.: Наука, 1981. 270 с.

- Штина Э.А., Голлербах М.М. Экология почвенных водорослей. М.: Наука, 1976. 144 с.
- Штина Э.А., Шилова И.И., Неганова Л.Б. Влияние дымо-газовой эмиссии на развитие водорослей в почве // Изв. АН СССР. Сер. биол. 1984. № 5. С. 780–784.
- Шушурова М.Г. Водоросли серых лесных почв юга Западной Сибири // Водоросли, грибы и лишайники юга Сибири. М.: Наука, 1980. С. 128–137.
- Юрьева Н.Д., Матвеева В.Г., Гранидо И.Л. Рекреационное воздействие на комплекс почвенных беспозвоночных в березняках Подмосковья // Лесоведение. 1976. № 2. С. 27–34.
- Lund J.W.G. Observations on soil algae. I: The ecology, size and taxonomy of British soil diatoms. Pt I // New Phytol. 1945. Vol. 44, N 2. P. 196–219.
- Lund J.W.G. Observation on soil algae. III: Species of Chlamydomonas Ehr. in relation to variability within the genus // Ibid. 1947. Vol. 46, N 2. P. 185–194.
- Rosa K. Mikroefafon in degradierten Kieferbestand und in Topfen auf Tertiarem Sand in Nova Ves bei Ceske Bydejojvice // Acta Univ. carol. Biol. Suppl. 1962. P. 7–30.
- Steubing L. Untersuchungen über die Veränderung der Mikroflora eines Waldbodens durch einige dringenes Heizöl // Angew. Bot. 1967. Bd. 15, N 6. S. 275–286.

УДК 591.524.21 + 591.55 7.2

С.Ю. Грюнталь

ВЛИЯНИЕ РЕКРЕАЦИОННОГО ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ПОЧВЕННОЕ НАСЕЛЕНИЕ СОСНЯКОВ

По степени изменения лесных насаждений под воздействием рекреации принято различать до пяти стадий дигрессии (Карпизонова, 1967; и др.). К настоящему времени опубликованы данные относительно почвенного населения лесов, находящихся на I–IV стадиях рекреационной нарушенности (Лавров, 1981; Захаров и др., 1982; и др.).

В задачу настоящего исследования входило выяснение особенностей почвенной мезофауны в биогеоценозах, находящихся на V стадии рекреационного воздействия. Учеты проводили в мае–сентябре 1984 г. в Серебрянборском лесничестве Московской области методом почвенных раскопок. В сосняке с липой сныгвево-разнотравном (контроль) и сосняке разнотравно-злаковом, сформировавшемся в результате длительного и интенсивного рекреационного воздействия (V категория состояния), было взято по 12 почвенных проб площадью 0,25 м². В определении собранного материала приняли участие Л.М.Веселова, А.Б.Рывкин, И.А.Ушаков (Staphylinidae), С.И.Головач (Diplopoda), Т.С.Перель (Lumbricidae), Л.П.Титова (Geophilidae) и И.Х.Шарова (личинки Carabidae), которым автор выражает глубокую благодарность.

Было установлено (табл. 1), что общая плотность почвенного населения на контрольном участке была около 300 экз./м². Подобная численность отмечена в других малонарушенных типах сосняков Серебрянборского лесничества (Перель, 1964). В сосняке злаковом средняя численность почвенных беспозвоночных была в 1,6 раза ниже, чем на контрольном участке. На снижение плотности микро- и мезофауны под влиянием рекреации указывают и другие исследователи (Юрьева и др., 1976; Барбашова, 1983; Юрьева, 1983). Снижение плотности наблюдается в первую очередь у таких групп, как многоножки и дождевые черви. Среди многоножек в сосняке злаковом совсем не отмечен *Monotarsobius curpites* (табл. 2) — характерный лесной вид, обитающий в верхнем слое почвы (0–10 см), реже в подстилке (Залесская и др., 1982). Специальные исследования показали, что, чем больше мощность подстилки, тем выше плотность этого вида (Захаров и др., 1982). Кроме того, этими же почвенными зоологами показано, что в малонарушенных лесах распределение *M. curpites* более или менее равномерное, тогда как в насаждениях III стадии этот вид концентрируется в местах с наибольшей мощностью подстилки. *M. curpites* — широкий полифаг с преобладанием в рационе коллембол (Сергеева, 1983), и поэтому распределение этого вида определяется не пищей, а наличием лесной подстилки.

Т а б л и ц а 1

Средняя численность (в экз. на 1 м²) ведущих систематических групп почвенной мезофауны в сосняках разных типов

Группа	Сосняк с липой	Сосняк злаковый	Группа	Сосняк с липой	Сосняк злаковый
Lambricidae	148,3	101,0	В том числе		
Aranea	19,3	16,3	Staphylinidae	14,5	16,7
Opiliones	20,3	3,3	Carabidae	15,4	11,7
Myriapoda	58,3	2,6	Elateridae	8,8	5,3
Coleoptera	38,7	39,3	Прочие Coleoptera	—	5,6
			Diptera	2,3	14,7
			Прочие	1,3	2,3
			Средняя численность	288,5	179,5

Т а б л и ц а 2

Видовой состав, численность на 1 м² и обилие (в %) Myriapoda в сосняках

Группа	Сосняк с липой	Сосняк злаковый	Группа	Сосняк с липой	Сосняк злаковый
Chilopoda	58,3	2,6	Strigamia pusillus Selv.	6,7	—
В том числе			Geophilus proximus	—	100
Lithobiidae (Monotarsobius curtipes C.Koch)	48,0	—	C.L.Koch		
Geophilidae	10,3	2,6	Diplopoda	8,3	0,3
В том числе, %			В том числе, %		
Actocephalus macrocephalus Folk.-Dobr.	93,3	—	Ommatoiulus sabulosus (L.)	84,0	—
			Leptoiulus proximus (Nem.)	12,0	100
			Polydesmus complanatus (L.)	4,0	—

Отсутствием лесной подстилки в рекреационном сосняке, возможно, объясняется и единичное нахождение в этом типе леса кивсяков *Leptoiulus proximus proximus*, в то время как на контрольном участке плотность многоножек была весьма высокой (см. табл. 2).

Резкое снижение плотности под влиянием рекреации характерно для многоножек-геофилов (см. табл. 2). В отличие от литобид и кивсяков они обитают в минеральных слоях почвы, в подстилке практически не встречаются. В сосняке злаковом отмечен лишь эврибионтный *Geophilus proximus*, населяющий как леса, так и открытые ландшафты (Залесская и др., 1982).

Под влиянием рекреации снижается также и плотность дождевых червей (табл. 3). На их долю на обследованных площадях приходится около 50% от общего числа мезофауны. Представлены они тремя обычными в Подмоскowie эврибионтами (Перель, 1964, 1979). Под влиянием вытаптывания не только снижается средняя численность дождевых червей, но и изменяется соотношение жизненных форм (по классификации Перель, 1975). На контрольном участке доля подстилочных *Lumbricus rubellus* и *Dendrobaena octaedra* была выше (42,9%), чем на рекреационном участке (31,0%). На снижение участия поверхностно обитающих дождевых червей под влиянием рекреации есть указания и в литературе (Юрьева и др., 1976; Барбашова, 1983).

Средняя численность жесткокрылых на обоих участках была одинаковой (см. табл. 1). Почти совпадает и плотность таких наиболее многочисленных семейств жуков,

Т а б л и ц а 3

Видовой состав и обилие (в %) дождевых червей в сосняках

Вид	Сосняк с липой	Сосняк злаковый
<i>Nicodrillus caliginosus</i> Sav.	57,1	69,0
<i>Lumbricus rubellus</i> Hoffm.	42,2	31,0
<i>Dendrobaena octaedra</i> Sav.	0,7	—
В с е г о экз. (100%)	445	303

Т а б л и ц а 4

Видовой состав и обилие (в %) жесткокрылых в сосняках

Вид	Сосняк с липой	Сосняк злаковый	Вид	Сосняк с липой	Сосняк злаковый
Сем. Carabidae			Сем. Staphylinidae		
<i>Cychrus caraboides</i> L.	2,2	—	<i>Lathrobium brunripes</i> F.	4,6	—
<i>Carabus granulatus</i> L.	2,2	—	<i>Othius punctulatus</i> Gz.	4,6	—
<i>C. nemoralis</i> Muell.	6,5	—	<i>O. volans</i> S. Sahlb.	—	8,0
<i>Trechus secalis</i> Pk.	8,7	17,1	<i>Gyrohypnus angustatus</i> Steph.	—	2,0
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i> F.	6,5	11,4	<i>Xantholinus tricolor</i> F.	14,0	—
<i>P. melanarius</i> III.	—	2,8	<i>Philonthus intermedius</i> Lac.	—	4,0
<i>P. nigrita</i> F.	2,2	5,7	<i>Ph. carbonarius</i> Gyll.	—	10,0
<i>P. strenuus</i> Pz.	2,2	2,8	<i>Ph. rotundicollis</i> Men.	—	2,0
<i>P. aethops</i> Pz.	2,2	—	<i>Ph. atratus</i> Grav.	2,3	—
<i>Calathus micropterus</i> Duft.	4,3	—	<i>Ph. decorus</i> Grav.	4,6	—
<i>C. melanocephalus</i> L.	—	22,8	<i>Ph. mannerheimi</i> Fauv.	2,3	—
<i>Amara communis</i> Pz.	—	8,5	<i>Ph. varians</i> Pk.	2,3	—
<i>A. brunnea</i> Gyll.	—	20,0	<i>Ph. cognatus</i> Steph.	—	4,0
<i>Harpalus latus</i> L.	60,9	8,66	<i>Gabrius subnigritulus</i> Reitt.	2,3	6,0
<i>Acupalpus exiguus</i> Dej	2,2	—	<i>Heterothops quadripunctatus</i> Grav.	—	4,0
В с е г о экз. (100%)	46	35	<i>Quedius fuliginosus</i> Grav.	14,0	—
Сем. Staphylinidae			<i>Aleocharinae</i>	4,6	30,0
<i>Arpedium quadratum</i> Grav.	2,3	—	Личинки	16,3	2,0
<i>Tachyporus chrysomelinus</i> L.	—	6,0	В с е г о экз. (100%)	43	50
<i>T. macropterus</i> Steph.	—	6,0	Elateridae		
<i>T. scutellaris</i> Rey	—	2,0	<i>Athous subfuscus</i> Mull.	65,4	12,5
<i>Tachinus rufipes</i> Deg.	9,3	—	<i>A. niger</i> L.	—	6,3
<i>T. collaris</i> Grav.	—	2,0	<i>Corymbites pectinicornis</i> L.	—	6,3
<i>Stenus junco</i> Pk.	—	2,0	<i>Agriotes</i> spp.	—	75,0
<i>S. clavicornis</i> Scop.	—	2,0	<i>Dolopius marginatus</i> L.	34,6	—
<i>S. fulvicornis</i> Steph.	—	8,0	В с е г о экз. (100%)	26	16
<i>Stilicus rufipes</i> Germ.	16,3	—			

как жужелицы, стафилины и щелкуны. Однако по составу видов и экологической структуре населения этих семейств между обследованными биотопами выявляются существенные различия. Так, в сосняке с липой среди жужелиц господствует группа лесных видов — 95,7%. К ней относятся все собранные в этом биотопе виды, кроме *Pterostichus strenuus*, *P. nigrita* и *Acupalpus exiguus* (табл. 4). Известно, что эти лесные виды постоянно встречаются, а часто и доминируют в различных типах леса подзоны широколиственно-еловых лесов (Перель, 1964; Шарова, 1971; Грюнталь, 1983). В сос-

Т а б л и ц а 5

Экологическая структура населения почвенных беспозвоночных
(в %) в сосняках и на суходольных лугах

Группа беспозвоночных	Сосняки		Суходольные луга*
	с липой	злаковый	
Лесные	98,6	40,7	3,1
Открытоживущие	—	39,0	54,6
Эврибионтные	—	13,6	42,3
Прочие	1,4	6,7	—

*По материалам В.Г.Матвеевой (1970).

няке злаковом участие этих видов по сравнению с контролем заметно сокращается (57,1%). Здесь собраны лишь *Trechus secalis*, *Pterostichus oblongopunctatus*, *Harpalus latus* и *Amara brunnea*, почти все зарегистрированы и на контрольном участке. По нашим раскопкам, плотность первых двух из перечисленных видов была почти одинаковой как на контрольном, так и на рекреанном участках. В насаждениях III стадии *Trechus secalis* концентрируется исключительно в типично лесных условиях, хотя в контроле он распределен более или менее равномерно (Захаров и др., 1982). В отличие от этих двух видов плотность *H. latus* в сосняке злаковом по сравнению с сосняком с липой сокращается более чем в 9 раз. Подобная реакция *H. latus* на рекреационное воздействие выявлена и другими исследователями (Захаров и др., 1982).

В сосняке злаковом появляются виды жуелиц, *Calathus melanocephalus* и *Amara communis*, которые предпочитают открытые ландшафты (общее обилие 31,4%).

Подобное изменение наблюдается и у стафилинов. Так, на смену лесным *Stilicus rufipes*, *Philonthus decorus*, *Ph. mannerheimi* приходят виды, характерные для открытых пространств: *Tachyporus chrysomelinus*, *Philonthus intermedius*, *Heterothops quadripunctulatus* (см. табл. 4).

Незначительное снижение плотности под влиянием рекреации характерно и для личинок щелкунов (см. табл. 1). Однако, как и для двух других семейств жесткокрылых, реакция этой группы почвенных беспозвоночных проявляется в изменении видового состава (см. табл. 4) и экологической структуры населения. На контрольном участке отмечены только лесные виды (*Athous subfuscus* и *Dolopius marginatus*). В сосняке злаковом участие лесных видов (*A. subfuscus* и *Corymbites rectini cornis*) резко сокращается, составляя около 19%. По наблюдениям Е.Л.Гурьевой (1959 — цит. по: Перель, 1964), *A. subfuscus* и *D. marginatus* — типично лесные виды, являющиеся детрито- и мицетофагами и предпочитающие леса, в которых на поверхности почвы сохраняется подстилка. Лесные виды в сосняке злаковом заменяются представителями рода *Agriotes*, характерного для открытых пространств (участие 75,0%).

Таким образом, проведенные исследования показывают, что изменения почвенно-микrokлиматических условий в лесах под влиянием рекреации сказываются и на почвенной мезофауне. Происходит изменение экологической структуры населения в сторону увеличения открытоживущих и эврибионтных форм (табл. 5), причем на V стадии рекреационной дигрессии эти изменения затрагивают не только население подстилки (литобииды, кивсяки, жуелицы, стафилины), но и собственно почвенных беспозвоночных (геофилы, проволочники, дождевые черви). Между тем по сравнению с населением суходольных лугов в сосняке злаковом более чем в 10 раз выше участие лесных групп и значительно ниже — открытоживущих и эврибионтных беспозвоночных (см. табл. 5).

ЛИТЕРАТУРА

- Барбашова Л.Г.* Фауна почвенных беспозвоночных разнотравно-злакового березняка и ее изменение под влиянием выпаса // Фауна и экология почвенных беспозвоночных Московской области. М.: Наука, 1983. С. 186–199.
- Григонталь С.Ю.* Комплексы жулици (Coleoptera, Carabidae) в лесах подзоны широколиственно-еловых лесов // Фауна и экология почвенных беспозвоночных Московской области. М.: Наука, 1983. С. 85–98.
- Залесская Н.Т., Титова Л.П., Головач С.И.* Фауна многоножек (Myriapoda) Подмосковья // Почвенные беспозвоночные Московской области. М.: Наука, 1982. С. 179–200.
- Захаров А.А., Бызова Ю.Б., Друк А.Я.* и др. Почвенные беспозвоночные – индикаторы состояния рекреационных ельников Подмосковья // Биоиндикация состояния окружающей среды Москвы и Подмосковья. М.: Наука, 1982. С. 40–53.
- Карписонова Р.А.* Дубравы лесопарковой зоны Москвы. М.: Наука, 1967. 103 с.
- Лавров М.Т.* Влияние рекреационных нагрузок на почвенно-зоологические комплексы мезофауны основных биогеоценозов и экосистем // Проблемы почвенной зоологии: Тез. докл. VII Всесоюз. совещ. Киев: Ин-т зоологии АН УССР, 1981. С. 116–117.
- Матвеева В.Г.* Почвенная мезофауна лугов и полей Подмосковья // Фауна и экология животных. М., 1970. С. 21–46. (Учен. зап. МГПИ им. В.И.Ленина; № 394).
- Перель Т.С.* Комплексы почвенных беспозвоночных в некоторых типах леса Серебряноборского опытного лесничества // Стационарные биогеоценологические исследования в южной подзоне тайги. М.: Наука, 1964. С. 183–194.
- Перель Т.С.* Жизненные формы дождевых червей (Lumbricidae) // Журн. общ. биологии. 1975. Т. 36, № 2. С. 189–202.
- Перель Т.С.* Распространение и закономерности распределения дождевых червей фауны СССР. М.: Наука, 1979. 272 с.
- Сергеева Т.К.* Зоофагия *Monotarsobius curtipes* (Chilopoda, Lithobiomorpha) в ельниках Подмосковья // Зоол. журн., 1983. Т. 62, вып. 7. С. 1003–1008.
- Шарова И.Х.* Особенности биотопического распределения жулици (Coleoptera, Carabidae) в зоне смешанных лесов Подмосковья // Фауна и экология животных. М., 1971. С. 61–86. (Учен. зап. МГПИ им. В.И.Ленина; № 465).
- Юрьева Н.Д.* Действие расщепленных и массивных рекреативных нагрузок на комплекс микроартропод в ельниках и березняках Подмосковья // Фауна и экология почвенных беспозвоночных Московской области. М.: Наука, 1983. С. 205–209.
- Юрьева Н.Д., Матвеева В.Г., Трапидо И.Л.* Рекреационное воздействие на комплексы почвенных беспозвоночных в березняках Подмосковья // Лесоведение, 1976. № 2. С. 27–34.

УДК 502.75 : 582 (470.311)

Г.П.Рысина

СОХРАНЕНИЕ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ ВИДОВ ДЕКОРАТИВНЫХ ЛЕСНЫХ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ

Известно, что охрана растений неразрывно связана с охраной их биотопов и тех сообществ, в состав которых они входят. Поэтому общепризнанным является факт, что наиболее надежным способом сохранения флоры и растительности служит организация заповедных территорий разных рангов. Однако опыт показал, что даже в заповедниках, где растения защищены от непосредственного истребления, их популяции нередко продолжают сокращаться. Поэтому наряду с пассивным сохранением растений остается актуальным поиск путей и методов их активной охраны. К числу таких активных действий относится культивирование охраняемых растений, создание специализированных экспозиций и коллекций и т.п.

Одним из важных направлений активных действий в охране исчезающих и редких видов растений является восстановление нормального соотношения видов в нарушенных фитоценозах. Предлагается сохранять и размножать редкие и исчезающие виды растений в различных ботанических учреждениях (преимущественно в ботанических садах) для последующего восстановления их популяций в естественных условиях; речь идет

о возвращении видов растений в места их обитания, откуда они по той или иной причине исчезли, или же поселять их в новые, сходные с прежними места обитания.

В последнее десятилетие эта проблема привлекает пристальное внимание ученых. В печати и на различного рода совещаниях, посвященных вопросам охраны природы, все чаще подчеркивается целесообразность таких действий. Однако, несмотря на то что проблема искусственного переноса растений в природные условия важна и актуальна, до настоящего времени количество публикаций, отражающих практические действия в этом направлении, пока еще очень невелико (Соболевская, 1983; Игнатов, 1984; Карпионовна, 1985; и др.). Не разработаны не только методика этой работы, но даже терминология и формулировка понятий (Лукс, 1981; Соболевская, 1984).

Так, перенос растений в природные условия разные авторы именуют различно. Это и "возвращение в природные условия" (Цицин, 1976), и "репатриация" (Красная книга, 1975; Мальшев, 1980; и др.) и "реинтродукция" (Решения сессии Совета ботанических садов СССР, 1975; Прилипко, 1980; Соболевская, 1983; Игнатов, 1984; Hempel, 1978; Grech, 1981; и др.), и "реакклиматизация" (Денисова, Белоусова, 1973; Шапокене, 1978; и др.), и "реставрация" (Кондратюк, Бурда, 1983; и др.). Нередко одни и те же авторы в своих публикациях используют разные термины.

Под перечисленными терминами обычно понимается искусственное возвращение вида, размноженного в условиях культуры, в природные местообитания; при этом обычно не делается различий между возвращением растений в еще сохранившиеся, хотя и малочисленные природные популяции, и созданием новых искусственных популяций (Тихонова, 1982). В порядке обсуждения Ю.А.Лукс (1981) предложил систему терминов, учитывающих происхождение исходного материала и место его размножения и возвращения.

В последние годы наряду с проблемой сохранения редких и исчезающих видов растений внимание исследователей привлекает задача сохранения и восстановления флористического богатства территорий, подвергающихся интенсивному антропогенному воздействию. Наиболее выразительным примером таких территорий являются пригородные леса, выполняющие рекреационные функции. Усиливающийся с каждым годом антропогенный пресс приводит к нарушению их структуры и неизбежному обеднению флористического состава. Следствием многолетнего выпалывания и выборочного уничтожения наиболее декоративных растений в пригородных лесах стала деградация травостоя, уменьшение его красочности и привлекательности. Чтобы предотвратить этот процесс, на рекреационных лесных территориях необходим не только запрет на сбор и продажу высокодекоративных травянистых растений, но и активные меры сохранения и восстановления этих растений в пригородных лесах (Карпионовна, 1985; Ланина, 1984; Ланина, Махалов, 1985; и др.). Разумеется, первостепенное значение имеет научно обоснованная организация рекреационного лесопользования и контроль за соблюдением установленных режимов (Таран, 1985; и др.).

В предлагаемой статье излагаются результаты исследований, проведенных на научно-исследовательской базе Лаборатории лесоведения АН СССР — опытном Серебряноборском лесничестве (Одинцовский район, Московская обл.). Здесь с 1945 г. ведутся комплексные стационарные исследования, начатые по инициативе В.Н.Сукачева. В последнее десятилетие в программу работ стационара включены вопросы, связанные с проблемой охраны лесов при одновременной оптимизации рекреационного лесопользования.

В числе поставленных задач было выяснение возможности восстановления в лесах Подмосковья некоторых видов травянистых растений, некогда здесь довольно обычных, но теперь резко сокративших свою встречаемость или вообще фактически выпавших из состава растительных сообществ. Решение этих вопросов является частью общей задачи разработки способов сохранения и обогащения флористического разнообразия лесопарков Подмосковья.

Ниже приводятся результаты наблюдений и экспериментов, объектами которых послужили медуница узколистная (*Pulmonaria angustifolia* L.), прострел раскрытый,

сон-трава [*Pulsatilla patens* (L.) Mill.], печеночница благородная (*Hepatica nobilis* Mill), ветреница дубравная (*Anemone nemorosa* L.) и ветреница лесная (*Anemone sylvestris* L.). Эти растения отличаются высокой эстетической привлекательностью и являются подлинным украшением подмосковных лесов. К сожалению, они встречаются все реже, а в ближнем Подмоскowie уже фактически полностью исчезли. Когда в 1945 г. при создании Серебряноборского стационара было проведено флористическое обследование территории (Никитин, Гребенникова, 1961), названные виды были включены в список флоры лесов Серебряноборского лесничества. При более позднем обследовании этой территории мы были вынуждены констатировать, что эти виды в местах их бывшего обитания практически отсутствуют (исключение составила лишь ветреница дубравная; Рысина, 1974). Решением исполнительных комитетов Московского областного и Московского городского Советов народных депутатов они подлежат охране на территории лесопаркового защитного пояса Москвы (Ланина, 1984).

Медуница узколистная – представитель ранневесенней флоры. Отличается декоративностью благодаря ярко-синим цветкам и крупным прикорневым листьям. Кисте-корневой многолетник с ограниченной способностью к вегетативному размножению. Размножается преимущественно при помощи семян, рассеиванию которых способствует муравьи.

Среднеевропейский вид с широкой экологической амплитудой. На территории СССР встречается лишь в средней полосе европейской части, не доходя до Волги. На территории Московской области обитает в сухих и свежих сосновых и сосново-дубовых лесах. В Серебряноборском лесничестве медуница узколистная встречалась прежде в сосняках надпойменных террас, в частности в сосняке лещиновом чернично-разнотравном (Никитин, 1961). Этот тип леса связан с достаточно плодородными дерново-слабо-подзолистыми супесчаными почвами на мощных древнеаллювиальных песках. Реакция почвы слабокислая (Максимова, 1980). Древостой двухъярусный с общей сомкнутостью 0,8. В первом ярусе господствует сосна, единично присутствуют липа и береза. К нижнему ярусу относятся древовидные экземпляры рябины и молодые липы. В составе подроста липа, немного клена, редко торчки дуба, возобновление сосны отсутствует.

В подлеске (сомкнутость 0,6) преобладают крупные кусты рябины и лещины, ниже которых размещаются бузина, жимолость, черемуха, малина, волче лыко, бересклет бородавчатый. Травяной покров отличается рыхлостью сложения с проективным покрытием около 70%. Вертикальная структура трехъярусная. В первом подъярусе преобладают сныть и папоротники: мужской и игольчатый, орляк, кочедыжник женский. Во втором, более густом подъярусе основное участие принимают осока пальчатая, черника, костяника, гравилат городской и некоторые другие виды. Нижний подъярус образуют живучка, кислица, земляника и реже встречающиеся майник, фиалка собачья и др. Моховой покров развит слабо, по-видимому, из-за обильного ежегодного опада листовых пород. Чаще других встречается мох Шребера, растущий небольшими пятнами (Рысин, 1964 а, б, 1974; Ильинская и др., 1982).

Весной, когда облиственные деревьев и кустарников еще только начинается, под полог леса проникает около 25% общей световой радиации. По мере распускания и роста листьев затенение быстро увеличивается, и уже к первой декаде июня средняя освещенность в лесу составляет 4% от освещенности открытого места. В дальнейшем она остается на этом же уровне (3–4%) (Рысин, 1964б).

В начале 60-х годов нами был проведен ценопопуляционный анализ растительности этого типа леса, который позволил более глубоко вскрыть ценогическое положение отдельных видов растений на основании возрастного состава их ценопопуляций (Рысин, Рысина, 1966). Согласно наблюдениям С.А.Никитина и Е.Ф.Гребенниковой (1961), медуница узколистная в этом типе леса полностью проходила свой жизненный цикл (цвела, плодоносила, давала полноценные семена и жизнеспособное потомство, т.е. имела ценопопуляцию нормального типа). Однако в момент наших исследований она

была отнесена к группе видов с ценопопуляциями регрессивного типа, т.е. постепенно выпадающих из состава растительных сообществ. Здесь изредка встречались цветущие особи, которые уже не давали жизнеспособного потомства, не наблюдалось и вегетативного размножения. При исследованиях, проведенных позднее, медуница узколистная в этом типе леса не отмечалась совсем (Ильинская и др., 1982). Следует отметить, что к той же группе видов мы отнесли и сосну, несмотря на то, что в настоящее время она выполняет функцию эдификатора. Постепенное разрастание липы и лещины усиливает затенение под пологом леса, полностью исключая возможность возобновления сосны.

Опыт по восстановлению ценопопуляции медуницы узколистной в сосняке лещиновом чернично-разнотравном был заложен по следующей схеме. Под пологом леса подготовлены площадки (размером 1 м², повторность опыта в каждом варианте десятикратная), на которых: а) снята подстилка, б) снята дернина и в) перекопан верхний слой почвы до глубины 15 см.

Одновременно в том же типе леса на территории 0,4 га был вырублен подросток, в результате чего освещенность на уровне травяного покрова возросла с 3–4 до 15–20%. Здесь также была заложена серия площадок с аналогичным способом обработки поверхности почвы. Третья серия площадок была заложена на участке, где подросток был вырублен, а почва перекопана на штык лопаты.

На каждую площадку было посеяно по 200 семян медуницы первой репродукции, полученных на экспериментальном коллекционном питомнике. (Исходный семенной материал собран в Белоомутском лесничестве – в Луховицком районе Московской области*.) Лабораторная всхожесть семян, использованных в опыте, составляла около 50%. Грунтовая всхожесть на питомнике была от 1 до 15%, варьируя в разные годы посева в связи с различиями температур и влажности.

Опыт продолжался 10 лет. На участке под пологом леса за время наблюдений только на площадках с перекопанным верхним слоем почвы появились единичные всходы, но и они погибли к концу первого вегетационного периода. Непроросшие семена в скором времени были съедены насекомыми и грызунами или потеряли жизнеспособность вследствие грибных заболеваний. Иные результаты дал опыт на участке с вырубленным подростком. Здесь на площадках с перекопанным верхним слоем почвы около 45% высевных семян проросли уже в первую весну после перезимовки в почве. Часть семян, как и на питомнике, продолжала прорастать в последующие годы. Около 20% молодых растений на втором году жизни цвели и дали полноценные семена. На площадках со снятой дерниной проросло до 35% высевных семян, но всходы развивались значительно медленнее, большая часть их (почти 70%) погибла уже к концу первого вегетационного периода. На площадках, где была удалена лишь подстилка, проросли лишь очень немногие семена.

Следует заметить, что рубка подростка и связанное с ней резкое увеличение освещенности стимулировали развитие многих видов растений травяного яруса, усилив их способность и к семенному и к вегетативному размножению. В результате спустя некоторое время особи медуницы узколистной, появившиеся на площадках, были подавлены, а затем и вовсе выгеснены более конкурентноспособными особями других видов.

В третьем варианте опыта на площадках с перекопанной почвой после посева свежес-

* Экспериментальный коллекционный питомник заложен на стационаре в сосняке разнотравно-брусничном (возраст 90 лет). Почва участка дерново-слабоподзолистая, очень рыхлая, песчаная, с большим количеством гальки, с хорошей влаго- и воздухопроницаемостью. 20 лет назад здесь находился приусадебный участок при домике лесника, поэтому почва отличается улучшенным агрофоном. Поверхность почвы после посева семян мы мульчировали опадом сосновой хвои, что достаточно надежно предохраняло ее от появления мхов. При отсутствии мульчи появлялся густой покров из *Brachythecium salebrosum* (Web. et Mohr.) Bryol. eur., *Atrichum undulatum* (Hedw.) P. B., которые мешали появлению всходов и их дальнейшему развитию. Улучшенные условия освещения при достаточном плодородии почвы в условиях питомника способствуют тому, что молодые растения медуницы уже на втором году жизни цветут и дают семена.

собранных семян медуницы за участком проводили постоянный уход — все растения, кроме медуницы, тщательно уничтожались. В результате здесь образовалась интродукционная ценопопуляция нормального типа. Растения цветут, плодоносят и дают жизнеспособное потомство. Всходы появляются группами, преимущественно вблизи материнских растений, но здесь значительная их часть гибнет из-за того, что густая тень, создаваемая разросшимися листьями, препятствует их нормальному развитию. В лучшем состоянии находятся всходы, появившиеся в стороне, куда семена заносит муравьи.

Таким образом было установлено, что не приходится надеяться на восстановление ценопопуляции медуницы узколистной в сосняке лещиновом чернично-разнотравном, откуда она выпала в процессе эндозоогенеза сообщества, ограничиваясь лишь одним посевом семян. Хотя местообитание сохранило прежние почвенные условия, но изменился световой режим, сложились новые взаимоотношения между растениями, эколого-фитоценогическая ниша, которую прежде занимала медуница, исчезла. Сформировался новый фитоценоз с качественно иной фитосредой, и даже искусственное нарушение отдельных компонентов (вырубка подлеска, удаление подстилки) не решает проблемы реинтродукции медуницы. Недостаточно и "разового" направленного изменения среды обитания; очевидно, необходимо постоянно сохранять осуществленные изменения путем регулярного ухода за опытными делянками. После прекращения ухода фитоценоз "отторгает" вид, ставший для него чужим.

Прострел раскрытый (сон-трава) — средневропейский лугово-степной мезоксерофит. На территории Московской области его распространение ограничено тремя разобщенными районами. Один из них находится на крайнем юге области — в Серебряно-прудском районе. Два других вытянуты узкими полосами вдоль рек Москвы и Оки. На юге области, особенно в ее юго-восточном углу (например, Белоомутское лесничество Луховицкого лесхоза), вид встречается еще довольно часто в лишайниково-зеленомошных и зеленомошных сосняках, формирующихся на древних террасах р. Оки. По долине р. Москвы он заходил на север, прежде был довольно обилен в самых близких окрестностях Москвы: Кузьминках, Хорошове, Щукине, Быкове (Кауфман, 1889; Сырейщиков, 1906). Но эти местообитания, войдя в черту города, оказались сильно нарушенными, а нередко и вовсе уничтоженными.

В настоящее время сохранились лишь небольшие фрагменты москворецкой части ареала. Наиболее сохранившейся можно считать ценопопуляцию этого вида в сосняке зеленомошно-овсяницево-м на территории дачного поселка Николина гора (Одинцовский район, близ с. Успенское).

В Серебряноборском лесничестве прострел довольно часто встречался в 40–50-х годах. Наиболее характерными местообитаниями его здесь были светлые сосняки на грибах, сложенных толщей песчаных отложений, окаймляющих русло р. Москвы и ее притоков. Эта территория издавна является излюбленным местом отдыха москвичей, в связи с чем напочвенный покров в значительной части сосняков-зеленомошников сильно изменен (в его покрове теперь преобладают злаки), а прострел подвергался буквально хищническому истреблению*. Отдыхающие не только обрывали цветущие побеги, но и выкапывали растения с корнем для пересадки его на приусадебные участки. В результате этот вид выпал из покрова Серебряноборских сосняков.

В естественных условиях прострел размножается семенами. Н.А.Цибанова (1976), изучавшая этот вид в степных ценозах Курской области, отмечает высокую способность прострела к вегетативному размножению с помощью корневых отпрысков, чему способствуют сенокос и выпас скота. В сосняках Подмосковья подобного явления нам

* Сон-трава очень декоративна в течение всего вегетационного периода. Ранней весной (в апреле) еще до распускания листьев, когда появляются ее крупные лиловые цветки бокальчатой формы, густо опушенные серебристыми волосками. Привлекательно растение и летом после разворачивания листьев, когда сильно удлиняющийся стебель несет на верхушке плоды, очень украшающие растение — отдельные плодики покрыты длинными шелковистыми волосками.

наблюдать не приходилось. Т.Н.Казанцева (1975) в сосновых лесах юго-западной части Мещеры тоже не отмечала у прострела способности к вегетативному размножению. Созревание семян обычно заканчивается к середине июня, а в годы с холодной и затяжной весной — в июле. Плоды — многосемянки, состоящие из многочисленных односемянных плодиков; опадают вблизи материнских растений, здесь же появляется большая часть всходов (Рысина, 1973, 1981а, б). Лабораторная всхожесть семян от 60 до 80%, грунтовая значительно ниже (в наших опытах на питомнике она составляла от 9,5 до 35% и в значительной мере определялась состоянием субстрата). В экспериментальном питомнике при посеве свежесобранных семян первые всходы появляются уже через месяц. Семена, посеянные в более поздние сроки (в сентябре—октябре), прорастают весной следующего года (обычно в мае). К концу вегетационного периода формируются молодые растеньица, несущие семядоли и розетку из 2—4 листьев, сильно варьирующие по длине листовой пластинки и черешка. Более крупные особи на втором-третьем году жизни в питомнике цветут и плодоносят.

Опыт по восстановлению прострела в лесах Серебряноборского лесничества был проведен в сосняке разнотравно-брусничном, где этот вид встречался прежде. Леса этого типа занимают верхние склоны невысоких (5—7 м) плоских бугров второй и третьей надпойменной террасы р. Москвы. Почва дерново-слабоподзолистая, супесчаная на речном аллювии. В механическом составе преобладают фракции мелкого песка и крупной пыли. Верхний горизонт почвы беден азотом, содержание гумуса 1,6%. Гуминовые кислоты преобладают над фульвокислотами. Реакция почвы от 5,0 в верхних слоях до 6,3 в почвообразующем песке (Максимова, 1980). Древостой сосновый с единичной примесью березы поникшей, одноярусный, III бонитета. Подrost представлен преимущественно сосной с единичной примесью березы, дуба, осины и липы. Подлесок как ярус не развит, встречаются отдельные низкие экземпляры рябины, крушины, бересклета, жимолости и др. Травяной покров мозаичный, хорошо развитый. Вертикальная структура покрова трехъярусная. В верхнем подъярусе преобладают веник лесной и наземный, встречаются щитовник игольчатый и кочедыжник женский. В среднем подъярусе — осока стоповидная, ландыш, костяника, черника, подмаренник мягкий, купена лекарственная и др. Нижний подъярус образуют овсяница овечья, брусника, земляника черноголовка и др. Среди мхов наиболее обильны дикранум завитой и мох Шребера. Они покрывают 25% поверхности почвы, образуя сомкнутый покров под кронами сосен и в густых куртинах подроста (Ильинская и др., 1982).

Участок для проведения опыта огорожен провололочной сеткой, защищающей его от вытаптывания. Почва была перекопана на глубину до 20 см, и все растения других видов, появлявшиеся после перекопки, тщательно уничтожались. На делянке размером до 20 м² были посеяны семена прострела первой репродукции, полученные на коллекционном питомнике. Исходный материал собран в районе Николиной горы (примерно в 20 км от места посева). Наблюдения проводились 12 лет. За это время на участке сформировалась интродукционная микропопуляция, имеющая в своем составе растения различных возрастных групп — от всходов до плодоносящих особей.

Одновременно в этом же типе леса на делянках с перекопанной почвой были высажены особи прострела, размноженные на питомнике. Молодые растения (1—3 года жизни) хорошо перенесли пересадку (приживаемость на новом месте составила около 80%), и в дальнейшем они успешно развивались, образовав, как и в первом варианте опыта, интродукционную ценопопуляцию нормального типа. Опыты с пересадкой взрослых растений оказались неудачными, что связано с особенностями биоморфологии подземных органов растений этого вида (Рысина, 1981 б).

Вторая серия опытов была заложена на о-ве Лохин (Опалиховский лесопарк). Здесь на вершинах и склонах дюноподобных грив эолово-аллювиального происхождения в условиях очень низкой посещаемости растут сосняки, близкие соснякам, которые встречаются на террасах р. Оки, откуда и были взяты семена для посева. Опыт проведен в следующих вариантах: а) при ненарушенных условиях, б) на площадках со снятой дерниной, в) на площадках с перекопанным верхним слоем почвы (во всех вариантах

повторность опыта была 10-кратной). Для опыта использованы участки двух типов сосновых боров: сосняка извилистошучково-овсяницевого и сосняка зеленомошно-овсяницевого.

Эти сосняки имеют слаборазвитые поверхностно-подзолистые почвы с низким запасом гумуса, азота и зольных элементов, кислые в верхнем горизонте (Максимова, 1980). Растительность отличается простотой вертикальной структуры. Древостой чисто сосновый, одноярусный. Подлесок не развит. Подрост сосны групповой, разновозрастный. Травяной покров рыхлый, мозаичный, двухъярусный. В сосняке извилистошучково-овсяницевом первый подъярус образован луговиком извилистым и овсяницей овечьей (покрытие 35–40%); второй сложен небольшими группами зимюльки, брусники, рамишии, кошачьей лапки и ястребинки волосистой. В сосняке зеленомошно-овсяницевом в первом подъярусе (покрытие 20–25%) преобладает овсяница; во втором (проективное покрытие 10%) – грушанки, живучка, вероника лекарственная. Мохо-лишайниковый покров в обоих типах леса имеет мощность 3–4 см и покрывает 50% поверхности почвы. В его составе доминируют дикранум завитой и мох Шребера (Ильинская и др., 1982).

Наблюдения продолжались в течение семи лет и дали довольно неожиданный результат. Только в последнем варианте на площадках с перекопанной почвой появились многочисленные всходы (7–10% от количества высеванных семян), которые развивались крайне медленно, на 7-й год опыт был прекращен, так как все растения прострела погибли. Пока трудно объяснить этот факт, поскольку местообитания южнотаежных лишайниковых боров, где были собраны семена прострела, довольно близки тем, где они были посеяны. Среднеподзолистые, рыхлые, песчаные почвы отличаются низким содержанием азота – 0,12% и гумуса – 1,26%, кислой реакцией – pH 4,0–5,2, неблагоприятными условиями увлажнения под пологом леса (Орлов и др., 1974). Но вполне доказанным можно считать, что попытка вселения вида в данный фитоценоз оказалась неудачной.

Печеночница благородная – неморальный евразийский вид. На западе своего ареала обитает в широколиственных, преимущественно буковых и грабовых лесах, где проявляет значительную требовательность к почвенному плодородию, избегает грубого гумуса, предпочитает почвы со слабокислой, нейтральной или щелочной реакцией (Kästner, 1942). В Московской области встречается довольно редко, как правило, в хвойных (еловых и сосновых лесах), на почвах от дерново-сильноподзолистых до дерново-слабоподзолистых с pH 3,9–5,2, предпочитая места с хорошо развитой подстилкой (Вахрамеева и др., 1978).

С.А. Никитин (1961) включил печеночницу в список флоры Серебряноборского лесничества, не указав конкретного местонахождения. В настоящее время мы не встречали печеночницу ни в Серебряноборском лесничестве; ни на территории природного заказника "Верхняя Москва-река" в целом.

Это очень декоративное небольшое растение с зимующими трехлопастными листьями и изящными нежными цветками особого голубого оттенка. В Подмосковье цветение начинается в конце апреля и длится обычно 3–4 недели. В годы с ранней весной цветки раскрываются уже в начале апреля.

Многолетнее изучение биологии развития печеночницы в экспериментальном коллекционном питомнике (Рысина, 1973, 1981б) позволило нам надеяться на успех опыта по реинтродукции этого вида, несмотря на вывод Р.А. Карпионовой (1978) о бесперспективности восстановления этого высокодекоративного растения в пригородных лесах Московской области.

Исходя из сведений об экологии и биологии вида, мы выбрали для опыта два участка сложных боров: сосняка лещинового чернично-разнотравного (производного от сосняка с липой) и сосняка с дубом лещинового чернично-разнотравного. Краткое описание первого типа леса приведено выше. Второй тип подробно охарактеризован Л.П. Рысиным (1974), И.И. Судницыным (1964), А.Е. Максимовой (1974) и др. Почва дерново-слабоподзолистая, супесчано-песчаная на глубоком аллювиальном песке. Опад-подстил-

ка богата растворимым органическим веществом, реакция раствора слабокислая. Почва отличается бесструктурностью и хорошей водопроницаемостью, среди почв группы типов сложных сосняков оценивается Т.С. Перель (1964) как наименее продуктивная.

Древостой двухъярусный, сомкнутый (0,8), I–II бонитета. В первом ярусе преобладает сосна, к которой в небольшом количестве примешивается береза; второй ярус из дуба с небольшой примесью липы и березы. Подлесок средней густоты (0,6), преимущественно из лещины, постоянным спутником которой являются рябина, бересклет, жимолость, реже волчье лыко, можжевельник.

Травяной покров рыхлый (проективное покрытие 65–85%), трехъярусный. Редкий первый подъярус образуют кочедыжник женский, щитовники игольчатый и мужской, орляк, вейник лесной. Во втором подъярусе обитают черника, брусника, осока пальчатая, костяника и др. Достаточно выраженный третий подъярус формируют низкие, мозаично распространенные виды: кислица, копытень, грушанки и др. Моховой покров почти не развит (Ильинская и др., 1982).

Изменение освещенности в вегетационном периоде имеет в основном, тот же характер, что и в сосняке рябиново-лещиновом. Вначале освещенность составляет в среднем около 25%, потом следует спад, и с середины первой декады июня существенных изменений уже не наблюдается. Средняя освещенность здесь составляет 6–8% (Рысин, 1964б).

В природных местообитаниях печеночница размножается преимущественно при помощи семян. В Подмоскowie плоды созревают обычно в первой декаде июня. Цветоносы полегают, плотно прижимаясь к земле, и плодики осыпаются вблизи материнских растений. Их рассеиванию способствуют муравьи. Печеночница относится к растениям, продуцирующим семена с недоразвитым зародышем, особенностью которых является затрудненное прорастание (Иванова, 1966, 1971; Рысина, 1973; и др.). При оптимальных условиях для внутрисеменного роста и развития зародыша требуется почти три месяца. Рассеявшиеся с материнского растения в начале июня, семена начинают прорастать в сентябре–октябре. При этом появляются лишь главный корень с массой сосущих корешков (Рысина, 1973). Надземные органы проростка появляются лишь после таяния снега – весной следующего вегетационного периода. Если семена после рассеивания не получат прочного контакта с почвой и зависнут в моховом покрове или рыхлой подстилке, зародыш в них не будет развиваться, они могут погибнуть. Семя, попавшее в почву, также сильно зависит от окружающей среды. При подсыхании почвы подсыхает и семя, так как семенная кожура его отличается высокой водопроницаемостью. При этом рост зародыша в семени приостанавливается, а при последующем набухании семени возобновляется. Длительное пересыхание, как и переувлажнение, приводит в большинстве случаев к гибели семян (Рысина, 1981б). Вероятно, этим, в частности, объясняется сильное варьирование грунтовой всхожести, наблюдаемое в разных условиях. По нашим наблюдениям в экспериментальном питомнике, всхожесть семян, проращиваемых на делянках с разным режимом увлажнения, колебалась от 6 до 59%.

Как и большинство видов растений, продуцирующих семена с недоразвитым зародышем, печеночница и после появления всходов отличается замедленным развитием. На первом году жизни растение имеет только семядоли, на втором году формируется один ассимилирующий лист (Барыкина, Гулянян, 1974; Вахрамеева и др., 1978). Важно отметить, что всходы печеночницы отличаются достаточно высокой жизнеспособностью. В наших опытах на питомнике всходы хорошо переносили без полива даже очень засушливые летние месяцы и без укрытия суровые малоснежные зимы. При этом выживало до 80%.

В обоих участках леса была заложена серия площадок размером 1 м² с различными способами обработки поверхности почвы (повторность десятикратная): а) снята дернина, б) снята подстилка и в) перекопан верхний слой почвы. На каждую площадку были высеяны по 200 семян, полученных с растений, выращенных на питомнике. Эти растения выращивались из семян, собранных в природных биотопах: ельнике кислични-

ке (Дмитровский район, Московская обл.) и в сосняке с елью лещиновом зеленчуково-волосистоосоковым (Одинцовский район, Московская обл.). Опыт продолжался 11 лет.

В сосняке лещиновом лишь на перекопанных площадках появились единичные всходы, которые погибли уже на втором-третьем году жизни.

Иные результаты дал опыт в сосняке с дубом. Здесь наблюдались активное прорастание семян и дальнейшее развитие растений. Наиболее успешно этот процесс проходил на перекопанных площадках. Напротив, особенно затрудненным было прорастание семян на площадках с подстилкой, в составе которой преобладал опад дуба. На четвертом году жизни наблюдалось первое цветение у отдельных особей, а в последующие годы большинство растений успешно цвели, образуя 1–3 цветка каждое (одни и те же особи цвели с интервалом 1–3 года) и продуцировали полноценные семена. В настоящее время на участке сформировалась небольшая ценопопуляция, в составе которой имеются особи различных возрастных состояний — от всходов до плодоносящих растений. Семена, осыпающиеся вблизи материнского растения, разносятся муравьями, так что всходы появляются на значительном расстоянии от тех площадок, где 12 лет назад был сделан первый посев. Препятствием для прорастания семян и успешного дальнейшего развития всходов являются сильная уплотненность почвы (если они попадают на тропинки) или очень сильное задержание поверхности, а также листья взрослых растений печеночницы, плотно прилегающие к поверхности почвы.

Изучение развития печеночницы на экспериментальном питомнике показало, что как взрослые, так и молодые особи хорошо переносят пересадку. Особенно высокая приживаемость (95–98%) наблюдалась при производимой в мае пересадке растений первого-второго года жизни. Пересадка стимулирует развитие придаточных корней и приводит к более мощному развитию особей (Рысина, 1981 а, б). Это позволяет надеяться на успех при создании интродукционной ценопопуляции печеночницы путем пересадки особей, размноженных в питомнике. Подобный опыт заложен нами в нескольких типах леса в Серебряноборском лесничестве, в частности в сосняке лещиновом, и дал положительные результаты. О создании нормальной популяции печеночницы путем пересадки взрослых особей в подходящие биотопы сообщают В.Н. Голубев и Е.Ф. Молчанов.

Ветреница дубравная — ранневесенний эфемероид с изящными белыми цветками. Этот средневропейский вид имеет в Московской области свою юго-восточную границу. Он обильно встречается в западной и юго-западной частях области до линии Бекасово—Кубинка—Колюбакино, а прежде был распространен еще ближе к Москве вплоть до Кунцева (Кауфман, 1889; Алехин, 1930). В настоящее время в Серебряноборском лесничестве есть две ценопопуляции этого вида, очень малочисленные, но имеющие в своем составе все возрастные группы. Одна из них обнаружена в сосняке с дубом на третьей террасе р. Москвы — она образована ветреницей дубравной формой *f. normalis* Kots., в то время как другая, обитающая на водоразделе, в березняке с дубом, представлена формой *f. latifolia* Kots. Эта форма была обнаружена в 1901 г. в Можайском уезде и отличается более широкими эллиптическими долями листьев с округлыми зубцами (Старостенкова, 1976).

Была сделана попытка увеличить площадь, занятую популяцией ветреницы в сосняке с дубом. Для этой цели использованы свежесобранные семена с растений, размноженных на коллекционном питомнике. На площадках, размером 1 м² (повторность опыта десятикратная), как и в опытах с другими видами, применялся различный способ подготовки почвы (снятие подстилки и перекопка верхнего слоя до глубины 15 см). На каждую площадку высевалось по 200 семян. Наиболее обильные всходы появились на площадках с перекопанной почвой, наличие подстилки затрудняло прорастание. Однако провести точный учет оказалось невозможным. Дело в том, что сразу после посева на площадки буквально устремлялись муравьи, которые растаскивали семена.

Опыт продолжался 10 лет. За этот период времени образовались группы цветущих и плодоносящих особей, вблизи которых наблюдается достаточно обильный самосев.

Ветреница лесная — высокодекоративный травянистый многолетник. Имеет ареал

евразийского типа и широко распространена на территории СССР, но в пределах Московской области это довольно редкий вид. Если исключить южную — приокскую часть области, где она обнаруживается постоянно и в больших количествах, то для остальной территории известны лишь немногие местообитания этого вида (Старостенкова, 1976). Очень малочисленная популяция ветреницы лесной обнаружена на территории о-ва Лохин (Ильинская, Матвеева, 1980; Рысина, 1980) в сосняке лугово-разнотравно-элаковом на участке леса искусственного происхождения, созданного на пойменной дерновой глеевой супесчаной почве. Эта популяция отмечена еще Д.П. Сырейчиковым (гербарный сбор 1925 г. хранится в ГБС АН СССР). Сейчас невозможно с достаточной определенностью говорить о тех изменениях этой популяции (и в пространственном, и в количественном отношении), которые произошли за прошедшие 60 лет. Можно только констатировать, что в настоящее время существует ценопопуляция регрессивного типа — единичные особи очень редко цветут, не продуцируя семян. Подавлено и вегетативное размножение.

Учитывая удаленность острова от дорог и его изолированность, мы решили путем подсева семян попытаться изменить тенденцию развития популяции. Для этой цели были использованы семена ветреницы, собранные на берегах р. Протвы близ с. Мячкова. Однако попытка оказалась неудачной. Были получены лишь единичные всходы, которые в скором времени погибли.

Результаты проведенных экспериментов свидетельствуют о том, что широко пропагандируемое в настоящее время восстановление красочности и эстетической привлекательности рекреационных лесов путем реинтродукции исчезнувших здесь видов — задача крайне сложная. Недостаточно хорошо знать эколого-биологические особенности реинтродуцируемого вида, нужно хорошо представлять историю биогеоценоза, предназначенного для реинтродукции, и тенденцию его развития в будущем, важно выявить причины, которые вызвали исчезновение вида. Если ведущую роль играли высокие антропогенные нагрузки, но биотоп остался прежним, то для успеха реинтродукции нередко будут достаточными регулирование посещаемости и необходимый контроль за поведением отдыхающих (строгое соблюдение запрета на сбор и продажу, а тем более на выкапывание растений). Если же в процессе эндозоогенеза и биотоп, и фитоценоз претерпели необратимые изменения, то восстановление исчезнувшего вида потребует известной реконструкции уже сложившихся биогеоценозов, эта реконструкция может оказаться столь значительной, что целесообразность реинтродукции станет сомнительной.

Многолетний опыт работы по изучению возможности реинтродукции эстетически привлекательных травянистых растений в рекреационных лесах не позволяет нам согласиться с В.В.Ланиной и И.В.Махаловым (1985), считающими что на лесопарковых территориях средне- и слаборазрушенных (I и II стадия рекреационной дегрессии) возможна реинтродукция практически всех видов травянистых растений, ранее встречавшихся, но затем по разным причинам исчезнувших из травяного покрова. Еще более спорно предложение разработать рекомендации не только по наиболее эффективному, но и по самому экономичному методу реинтродукции дикорастущих растений в природные биотопы (Ланина, 1974). С нашей точки зрения, проблема восстановления вида в природных условиях, будучи весьма сложной и многоаспектной, должна решаться строго индивидуально для каждого вида и для каждого отдельного биотопа.

По-видимому, в рекреационных лесах и лесопарках повышение эстетической ценности сильно нарушенных участков целесообразно проводить путем создания полукультурных посадок на охраняемых территориях, а также создания специализированных экспозиций декоративных дикорастущих видов, которые можно использовать для популяризации идей охраны растительного мира.

ЛИТЕРАТУРА

- Алехин В.В.* Anemone nemorosa L. в Московской губернии // Тр. о-ва изучения Моск. обл. 1930. Вып. 4. С. 51–75.
- Барыкина Р.П., Гуланян Т.А.* Морфолого-анатомические исследования // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1974. Т. 79. С. 94–109.
- Белоусова Л.С.* Выявление и охрана редких и исчезающих растений флоры СССР // Бюл. ГБС. 1975. Вып. 95. С. 63–67.
- Вахрамеева М.Г., Денисова Л.В., Никитина С.В.* Биологическая флора Московской области. М.: Изд-во МГУ, 1978. Вып. 4. С. 71–78.
- Денисова Л.В., Белоусова Л.С.* Об охране редких и исчезающих растений СССР // Тез. докл. V делегат. съезда ВБО. Киев: Наук. думка, 1973. С. 16–17.
- Иванова И.А.* О внутреннем строении семян лютиковых // Бюл. ГБС. 1966. Вып. 61. С. 72–79.
- Иванова И.А.* О некоторых вопросах биологии семян лютиковых // Бюл. ГБС. 1971. Вып. 79. С. 87–92.
- Игнатов М.С.* Об изолированных популяциях растений в Московской обл. // Бюл. ГБС. 1984. Вып. 130. С. 74–78.
- Ильинская С.А., Матвеева А.А.* Леса заказника // Биогеоэкологические основы создания природных заказников. М.: Наука, 1980. С. 64–94.
- Ильинская С.А., Матвеева А.А., Речан С.П., Казанцева Т.Н., Орлова М.А.* Типы леса // Леса Западного Подмосквья. М.: Наука, 1982. С. 20–150.
- Казанцева Т.Н.* Возрастные спектры ценопопуляций *Solidago virga aurea* и *Pulsatilla patens* в сосновых лесах юго-западной части Мещерской низменности // Биол. науки, 1975. № 2. С. 80–81.
- Карписонова Р.А.* Травянистые виды неморального комплекса в Московской обл. // Растительность и животное население Москвы и Подмосквья. М.: Изд-во МГУ, 1978. С. 75–76.
- Карписонова Р.А.* Травянистые растения широколиственных лесов СССР. М.: Наука, 1985. 205 с.
- Кауфман Н.* Московская флора или описание высших растений и ботанико-географический обзор. 2-е изд. М., 1889.
- Колесников Б.П.* Итоги работы секций конгресса // Ботан. журн. 1976. Т. 61, № 6. С. 839–841.
- Кондратьев Е.Н., Бурда Р.И.* Проблемные вопросы охраны генофонда растений промышленных районов // Охрана генофонда природной флоры. Новосибирск: Наука, 1983. С. 18–23.
- Красная книга. Дикорастущие виды флоры СССР, нуждающиеся в охране. М.: Наука, 1975. 204 с.
- Ланина В.В.* О сохранении и восстановлении дикорастущих травянистых растений в лесопарковом защитном поясе г. Москвы // Лесн. хоз-во. 1974. Вып. 12. С. 52–54.
- Ланина В.В., Махалов И.В.* Дикорастущие травянистые растения в организации рекреационных лесных территорий // Тез. докл. Всесоюз. совещ. "Современные проблемы рекреационного лесопользования". М., 1985. С. 172–173.
- Лукс Ю.А.* К вопросу о терминологии и методике искусственного переноса растений в природные экосистемы // Ботан. журн. 1981. Т. 66, № 7. С. 1051–1060.
- Максимова А.Е.* Водорастворимые вещества из лесных подстилок и почв разных типов леса // Природа Серебряноборского лесничества в биогеоэкологическом освещении. М.: Наука, 1974. С. 76–90.
- Максимова А.Е.* Рельеф и почвы района // Биогеоэкологические основы создания природных заказников: (На примере заказника "Верхняя Москва-река"). М.; Наука, 1980. С. 36–64.
- Мальшев Л.Н.* Стратегия и тактика охраны флоры // Ботан. журн. 1980. т. 65, № 6. С. 875–886.
- Методические указания к популяционно-количественному и эколого-биологическому изучению редких, исчезающих и эндемичных растений Крыма. Ялта: Никитский сад. 1985. 43 с.
- Никитин С.А.* Типы леса Серебряноборского опытного лесничества // Тр. Лаб. лесоведения АН СССР. 1961. Т. 2, вып. 1. С. 11–176.
- Никитин С.А., Гребенникова Е.Ф.* Стационарные исследования биогеоэкологии сложного бора // Тр. Лаб. лесоведения АН СССР. 1961. Т. 2, вып. 1. С. 177–353.
- Орлов А.Я., Кошельков С.П., Осипов В.В., Соколов А.А.* Типы лесных биогеоэкоценозов южной тайги. М.: Наука, 1974. 230 с.
- Перель Т.С.* Комплексы почвенных беспозвоночных в некоторых типах леса Серебряноборского опытного лесничества // Стационарные биогеоэкологические исследования в южной подзоне тайги. М.: Наука, 1964. С. 183–194.
- Прилико Л.И.* Задачи ботанических садов в сохранении редких и исчезающих видов растений местной природной флоры // Бюл. ГБС. 1980. Вып. 118. С. 3–8.
- Решения сессии Совета ботанических садов СССР, состоявшейся 11–13 марта 1974 г. в г. Москве // Бюл. ГБС. 1974. Вып. 95. С. 111–115.
- Рысин Л.П.* Растительность некоторых типов леса в Серебряноборском опытном лесничестве // Стационарные биогеоэкологические исследования в южной подзоне тайги. М.: Наука, 1964 а. С. 5–12.
- Рысин Л.П.* Световой режим в некоторых хвойных и лиственных типах леса // Стационарные биогеоэкологические исследования в южной подзоне тайги. М.: Наука, 1964б. С. 74–89.
- Рысин Л.П.* Типы леса Серебряноборского опытного лесничества // Природа Серебряноборского лесничества в биогеоэкологическом освещении. М.: Наука, 1974. С. 173–220.

- Рысин Л.П., Рысина Г.П.* Опыт популяционного анализа лесных сообществ // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1966. Т. 71, № 1. С. 85–95.
- Рысина Г.П.* Ранние этапы онтогенеза лесных травянистых растений Подмосковья. М.: Наука, 1973. 216 с.
- Рысина Г.П.* Флора высших растений Серебряноборского опытного лесничества // Природа Серебряноборского лесничества в биогеоценологическом освещении. М.: Наука, 1974. С. 132–143.
- Рысина Г.П.* Редкие и исчезающие виды растений на территории заказника // Биогеоценологические основы создания природных заказников: (На примере заказника "Верхняя Москва-река"). М.: Наука, 1980. С. 94–105.
- Рысина Г.П.* К биологии прострела раскрытого в Подмосковье // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1981а. Т. 86, № 3. С. 127–134.
- Рысина Г.П.* О биологии развития печеночницы благородной в связи с вопросом о ее сохранении в лесах Подмосковья // Бюл. ГБС. 1981б. Вып. 120. С. 27–32.
- Рысина Г.П.* Опыт восстановления популяций охраняемых растений в Подмосковье // Бюл. ГБС. 1984. Вып. 133. С. 81–85.
- Соболевская К.А.* О терминологии в интродукции редких и исчезающих растений // Бюл. ГБС. 1983. Вып. 127. С. 70–73.
- Соболевская К.А.* Исчезающие растения Сибири в интродукции. Новосибирск: Наука, 1984. 221 с.
- Старостенкова М.М.* Род ветреница // Биологическая флора Моск. обл. М.: Изд-во МГУ, 1976. Вып. 3. С. 119–138.
- Судницын И.И.* Динамика лесорастительных условий и свойства почв в разных типах леса Серебряноборского лесничества // Стационарные биогеоценологические исследования в южной подзоне тайги. М.: Наука, 1964. С. 53–73.
- Сырейщиков Д.П.* Иллюстрированная флора Московской губернии. М., 1906. Ч. 2.
- Таран И.В.* Рекреационные леса Западной Сибири. Новосибирск: Наука. 1985. 227 с.
- Тихонова В.Л.* Интродукция и реинтродукция растений как один из путей сохранения редких растительных сообществ // Охрана редких растительных сообществ. М., 1982. С. 60–67.
- Цибанова Н.А.* Жизненный цикл и возрастной состав *Pulsatilla patens* (L.) Mill. в северной степи // Ботан. журн. 1976. Т. 61, № 9. С. 1272–1277.
- Цицин Н.В.* Роль ботанических садов в охране растительного мира // Бюл. ГБС. 1976. Вып. 100. С. 6–13.
- Шапоkene Е.* Возможности культивирования и распространения охраняемых растений Литовской ССР // Охрана и восстановление растительного покрова: Материалы XIV конференции-экскурсии прибалтийских ботаников по северной Эстонии, 3–10 мая 1978 г. Тарту: Изд-во АН ЭССР, 1978.
- Greeh V.H.* A policy of introduction to Britain // Biol. aspects rare plant conserv. Proc. intern. conf. Cambridge, 1980. Chichester etc., 1981. P. 403–412.
- Hempel W.* Wandel und Schutz der sächsischen Flora // Naturschutz. und naturk. Helmtforsch. Sachsen. 1978. Bd. 20. S. 13–19.
- Kästner M.* Stoffe und Gedanken zur Vereinbildung in den sächsischen Wäldern // Jahresber. der Arbeitsgemeinschaft sächsischer Botaniker für Jahr 1942. Dresden, 1942. S. 1–64.

УДК 630* 235.4

А.Д. Вакуров

ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА И СТРУКТУРЫ МАЛОЦЕННЫХ ЛИСТВЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ РЕКРЕАЦИОННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Породный состав и пространственная структура насаждений во многом определяют не только их продуктивность и хозяйственную ценность, но и пригодность для рекреации. Оптимизация этих показателей в лесопарках и других пригородных лесах — необходимое условие повышения устойчивости и долговечности насаждений в условиях интенсивной посещаемости, сопряженной с уплотнением почвы и другими нарушениями естественной лесной среды. Вместе с тем она способствует улучшению санитарно-гигиенических и эстетических свойств леса, что очень важно для обеспечения полноценного отдыха в лесу.

В лесопарковом поясе Москвы, как и в санитарно-защитных поясах других крупных

промышленных центров европейской части нашей страны, расположенных в пределах зоны смешанных лесов, современный состав насаждений зачастую не соответствует условиям местопроизрастания, а следовательно, и целевому назначению пригородных лесов. Особенно велика здесь доля осинников, сероольшаников и березняков, возникших на месте вырубленных в прошлом коренных сосновых, еловых или елово-широколиственных насаждений. По данным Н.Н. Чистякова (1955), ко времени начала реконструктивных работ (1949—1950 гг.) на долю мягколиственных древостоев здесь приходилось 45% лесопокрытой площади, причем около половины этих древостоев подлежало первоочередной реконструкции наряду с расстроенными древостоями из хвойных и твердолиственных пород. Аналогичная картина наблюдалась и в целом по 50-километровой зеленой зоне Москвы, где смена главных пород на второстепенные была вызвана сплошными концентрированными рубками 1941—1945 гг., а возникновению расстроенных древостоев из главных пород, обусловленному неправильным ведением лесного хозяйства в прошлом, способствовало загрязнение в отдельных районах атмосферного воздуха в первые послевоенные годы.

По мере исчерпания основного лесокультурного фонда реконструкция малоценных насаждений с целью замены их древостоями иного состава и строения стала проводиться в освоенных лесах нашей страны практически повсеместно. Она была включена в плановые задания и плановую отчетность как особый вид лесохозяйственных работ, призванный обеспечить повышение продуктивности лесов наравне с традиционными рубками ухода и лесными культурами. Насаждения, подлежащие реконструкции той или иной очередности, были выявлены на всей площади гослесфонда и включены в специальный реконструктивный фонд. Объем и результативность реконструктивных работ стали рассматриваться как важный показатель интенсивности ведения хозяйства в том или ином лесном предприятии (Дерябин и др., 1976).

Особенно большое внимание реконструкции уделялось в лесах зеленых зон, где она стала основным лесоводственным мероприятием, направленным на повышение биологической устойчивости насаждений, их долговечности и ценности как объекта рекреации. В зеленой зоне Москвы уже в первые три года планового проведения реконструктивных работ (1951—1953) ими было охвачено более 7 тыс. га лесной площади. Лесные культуры, заложенные на этой площади в порядке реконструкции малоценных насаждений, составили 54% от общей площади культур этих лет (Аникин, 1955). Основными породами, вводимыми в малоценные насаждения, были дуб черешчатый, сосна и ель обыкновенная, на долю которых приходилось соответственно 47, 29 и 14% посадок. Из других пород наибольшее распространение получила здесь лиственница сибирская, широко использовались также вяз обыкновенный, липа мелколистная, клен остролистный, а в пределах лесопаркового пояса Москвы, кроме того, ряд декоративных видов, особенно из числа кустарников (Аникин, 1955; Чистяков, 1955).

Планомерное осуществление реконструктивных мероприятий в последующие годы привело к существенному улучшению состава и качественного состояния подмосковных лесов. Об этом можно судить, в частности, по распространению в них осинников и сероольшаников, площадь которых за последние 30 лет уменьшилась здесь более чем в 2 раза.

Необходимость реконструкции в первую очередь осинников и сероольшаников, в том числе достаточно сомкнутых, обусловлена прежде всего их недолговечностью и низкой хозяйственной ценностью. Максимальный возраст серой ольхи в условиях Подмосковья 60 лет, осины 70—80 лет (береза в тех же лесорастительных условиях доживает до 100—120 лет, а сосна — до 200 лет и более). Именно это свойство названных пород определяет нежелательность их сохранения в пригородных лесах, хотя, как известно, в лесоводственном отношении они могут быть полезны. Положительная роль осины в лесном хозяйстве заключается главным образом в улучшении ею почвы и создании благоприятных микроклиматических условий для возобновления под ее пологом ели и широколиственных пород. В еще большей степени это относится к ольхе, способной благодаря наличию на ее корнях клубеньковых бактерий-азотособирателей

и высокому содержанию азота в листьях обогащать почву азотом (Курнаев, 1956; Мильто, 1970; и др.). Важное биологическое свойство осины и серой ольхи — их высокая возобновительная способность, благодаря которой они легко заселяют не только вырубki и гари, но нередко и нелесные площади, создавая на них условия для поселения и роста других древесных пород. Возобновляясь не только семенами, но также порослью и обильными корневыми отпрысками, эти породы при отсутствии возможности налета семян других пород способны удерживать занятые площади в течение неопределенно долгого времени. И та и другая порода характеризуются, кроме того, высокой энергией роста в молодом возрасте, давая прирост ствóловой древесины до 6—8 м³ на 1 га в год. Однако использование осино́вой древесины ограничивается вследствие ее частого поражения сердцевинной гнилью, вызываемой ложным осиновым трутовиком (*Fomes igniarius* f. *tremulae* Bond.), а древесина ольхи может быть использована лишь в качестве низкокачественного топлива. Ведение хозяйства на ольху считается целесообразным лишь на сравнительно небольших площадях и только в лесодефицитных районах (Юркевич и др., 1963). В зеленых зонах городов, где получение из леса древесины становится задачей второстепенной, сохранение осинников и сероольшаников допустимо лишь по берегам рек и озер, а также по склонам и днищам оврагов и балок, где они выполняют не только почвозащитную, но также водоохранную и водорегулирующую функции. Во всех остальных случаях древостои с преобладанием в составе этих пород подлежат замене более ценными древостоями из хвойных и твердолостных пород в соответствии с лесорастительными условиями занимаемых ими участков, а в непосредственной близости от промышленных предприятий и дорог также с учетом загрязненности воздушного бассейна.

По сравнению с обычными рубками ухода и лесными культурами на открытых местах работы по реконструкции характеризуются значительно большей трудоемкостью, что и стало причиной выделения их в особый вид лесоводственных мероприятий, причем различают реконструкцию преимущественно лесохозяйственными или лесокультурными приемами. Первый из этих видов реконструкции проводится там, где в составе древостоев наряду с нежелательной породой имеется достаточная примесь более ценных пород или они представлены подростом. Задача в таких случаях заключается в удалении из древостоев малоценных пород с интенсивностью выборки за один прием не менее 30—50% с таким расчетом, чтобы новое, с иным составом насаждение сформировалось на площади в относительно короткий срок (не более 5—6 лет). В отличие от обычных рубок ухода с интенсивностью не более 10—15% и общей продолжительностью до 20—40 лет и более такие рубки принято называть реконструктивными.

Свои особенности имеет и реконструкция малоценных насаждений лесокультурными приемами, т.е. путем закладки лесных культур. В отличие от культур, создаваемых на не покрытых лесом площадях (в том числе на сплошных вырубках), культуры в порядке реконструкции малоценных насаждений создаются обычно при сохранении на какое-то время основного полога, почему их нередко называют подпологовыми. Выращивание таких культур затрудняется затеняющим воздействием на них основного полога древостоев и необходимостью в связи с этим более интенсивного их осветления вплоть до удаления основного полога. Вполне понятно, что успеха при выращивании подпологовых культур проще всего добиться при использовании теневыносливых пород или пород, способных выдерживать кратковременное затенение в молодом возрасте (ель, дуб, липа, клен остролистный и др.).

На практике создание культур в порядке реконструкции малоценных насаждений обычно сочетается с проведением реконструктивных рубок как непосредственно перед посадкой культур, так и в процессе последующего ухода за ними. Таким образом, реконструкция как особое лесоводственное мероприятие включает в себя и реконструктивные рубки, и лесные культуры. Независимо от способов и приемов реконструкции конечный результат ее должен быть один — создание на месте прежнего древостоя из малоценных пород значительно более ценного насаждения из пород, признаваемых для данного типа условий местопрорастания главными. Что касается улучшения

расстроенных насаждений из главных пород, то оно заключается прежде всего в повышении их полноты и улучшении формы путем введения под их полог культур из древесных пород и кустарников. Удаление деревьев основного полога при этом, как правило, не допускается, и конечной целью реконструкции становится создание достаточно полного и сложного по форме насаждения с наличием в нем подчиненного полога и подлеска. Коренное изменение состава древостоя может произойти в этих случаях лишь в отдаленном будущем, например при посадке под пологом изреженного соснового древостоя ели.

Реконструкция насаждений с целью их улучшения, или "исправления", насчитывает в нашей стране почти столетнюю давность. Известны, в частности, успешные работы по реконструкции осинников и других малоценных насаждений в Тульских засеках, на территории теперешней Чувашской АССР, в Велико-Анадольском и Донском лесхозах, проводившиеся здесь еще в дореволюционное время (Лашкевич, 1958; Тимофеев, 1959). Однако термин "реконструкция насаждений" в современном его понимании начали применять в нашем лесном хозяйстве лишь с 1950 г., когда мероприятия по реконструкции, начатые уже в первые послевоенные годы, получили широкое распространение как в порядке проведения общих мер по улучшению состояния лесного фонда, так отчасти и по причине исчерпания основного лесохозяйственного фонда в виде вырубок и пустошей. В общей форме определение понятия "реконструкция насаждений" было дано В.П. Тимофеевым (1959), согласно которому под реконструкцией понимается коренное изменение состава, формы, полноты, возраста, состояния и происхождения насаждений с целью повышения их хозяйственной, водоохранно-защитной и санитарно-гигиенической ценности. Применительно к лесопаркам и другим лесам зеленых зон реконструкция — это прежде всего коренное изменение состава и структуры насаждений, направленное на повышение их жизнеспособности, декоративности и санитарно-гигиенических свойств. Такое понимание реконструкции в настоящее время можно считать общепризнанным, хотя на практике реконструкцией называют обычно не процесс улучшения насаждений, а комплекс или систему лесохозяйственных и лесохозяйственных мероприятий, направленных на достижение этой цели в относительно короткий промежуток времени.

Первоначально реконструкцию проводили преимущественно в молодняках, накопившихся на местах рубок военного времени и последних предвоенных лет. При этом использовали в основном два способа: коридорный, заключающийся в посадке культур в предварительно прорубленные в древостоях коридоры разной ширины и куртинно-групповой с посадкой культур на прогалинах и в окнах. Первый из этих способов, применявшийся в древостоях не старше 10—15 лет и позволявший использовать механизмы как при подготовке почвы, так и при посадке культур, был преобладающим. Так, при реконструкции малоценных лесов зеленой зоны Москвы на его долю в 1951—1953 гг. приходилось 58% (Аникин, 1955). Из других способов реконструкции малоценных молодняков известен также способ их сплошной или полосной вырубki с последующей раскорчевкой и посадкой культур обычными способами. В лесах зеленых зон применение такого способа допускалось, однако, лишь в исключительных случаях, а в лесопарковом поясе Москвы не нашел широкого распространения и сопровождавшийся резким нарушением лесной среды коридорный способ создания лесных культур. Реконструкцию малоценных древостоев здесь осуществляли главным образом посредством интенсивных рубок ухода в древостоях с наличием в их составе ценных пород в сочетании с посадкой таких пород "местами", т.е. в окнах и на прогалинах. Наряду с обычным посадочным материалом 2—3-летнего возраста широко использовали саженцы 6—8 лет, в том числе "дички", взятые из леса. Применение крупномерного посадочного материала позволяло не только ускорять процесс формирования нового состава древостоев, но и уменьшать опасность непреднамеренного повреждения посадок отдыхающими.

Успех реконструкции во многом определяется последующим уходом за культурами и подростом ценных пород. Ограничение реконструктивных мероприятий только посад-

кой культур в коридорах или под пологом низкополнотных древостоев без интенсивного последующего осветления путем расширения коридоров или полного удаления верхнего полога из малоценных пород, как правило, заканчивается неудачей. Об этом красноречиво свидетельствуют следующие данные, приведенные в книге Д.И. Дерябина и др. (1976). По состоянию на 1 января 1966 г. в целом по стране числилось реконструированными 339,5 тыс. га малоценных насаждений разного возраста. За последующие пять лет реконструкция была проведена еще на площади 135 тыс. га, однако площадь реконструированных насаждений по состоянию на 1 января 1973 г. возросла всего на 8,9 тыс. га. Разница в площади реконструируемых и реконструированных насаждений — результат недостаточно интенсивного осветления культур, а также массовой повреждаемости их дикими животными. Последний из этих факторов особенно резко проявился в 60–70-е годы в связи с резким увеличением в лесах поголовья посей (Гиряев, 1981).

Участие малоценных насаждений на территории Серебряноборского опытного лесничества было значительным уже в предвоенные годы. Так, по данным лесоустройства 1937 г., осинниками здесь было занято 30% лесопокрытой площади и сероольшаниками — 4%. К 1951 г. участие малоценных древостоев из осины и ольхи снизилось здесь до 25%, а к 1985 г. — до 9%. Наряду с изъятием части малоценных насаждений из состава лесничества, с передачей их другим лесфондодержателям, существенную роль в этом сыграла и их реконструкция, которую начали проводить здесь в опытном порядке с 1947 г. (Вакуров, 1973). Возрастная структура осинников Серебряноборского лесничества была в общем такой же, что и в лесопарковом поясе Москвы в целом. Почти половина их была представлена молодняками I–II классов возраста, причем часть из них относилась к числу низкополнотных. Согласно принятым в то время рекомендациям (Родионов, 1953; Тимофеев, 1959), такие древостои в условиях зеленой зоны Москвы подлежали реконструкции в первую очередь.

Основным способом реконструкции малоценных насаждений в Серебряноборском лесничестве первоначально был коридорный, причем реконструировались преимущественно молодняки в возрасте не старше 15 лет. Была испытана разная ширина коридоров — от 1–2 до 10–13 м. Сеянцы культивируемых пород (сосны, лиственницы, ели, дуба, клена остролистного, липы и др.) высаживали в площадки размером 0,5 × 0,5 или 1 × 1 м, причем в широких коридорах площадки размещали в 2–3 ряда. Последующий уход заключался в рыхлении площадок и прополке, а также в осветлении культур, которое, однако, почти всегда оказывалось недостаточным. В результате в узких коридорах культуры угнетались быстро растущими деревьями кулис, а в широких — обильным корнеотпрысковым возобновлением осины и серой ольхи. Именно это побудило нас перейти позднее к реконструкции малоценных насаждений из этих пород с предварительным кольцеванием стволов, испытанной ранее в Теллермановском опытном лесничестве (Смирнов, 1957).

Первые опыты по реконструкции осинников с предварительным кольцеванием стволов были заложены нами в 1958 г. и дали хорошие результаты. Кольцевание стволов позволило почти полностью исключить восстановление осины посредством корневых отпрысков, число которых на участках с кольцеванием не превышало 1000–1500 экз. на 1 га. По сравнению с числом отпрысков, появляющихся в тех же условиях после рубки деревьев без кольцевания (100–150 тыс. экз./га и более), это неизмеримо меньше. При полном усыхании окольцованных осин, происходящем вследствие отмирания их корней, исключается самая возможность образования на них корневых отпрысков, и те немногочисленные отпрыски, которые все же возникают, развиваются обычно из прежних торчков. Какой-либо серьезной опасности для подростка ценных пород и культур они, естественно, не представляют.

Значительно худшие результаты давало кольцевание ольхи, которая хотя и отмирала спустя год после кольцевания, но сохраняла свою корнеотпрысковую способность. К тому же эту породу во избежание возникновения пневой поросли приходилось окольцовывать непосредственно над поверхностью почвы, что менее удобно.

После подведения первых итогов опытов по кольцеванию осины в Серебряноборском опытном лесничестве (Вакуров, 1964) оно стало обязательным приемом в комплексе реконструктивных работ, и отказ от его использования в молодняках и средне-возрастных древостоях осины объясняется единственно трудоемкостью из-за большого числа деревьев. По мере изреживания осиновых древостоев с возрастом операция по кольцеванию значительно облегчается и в возрасте спелости, когда число стволов осины снижается до 600—400 экз. на 1 га, кольцевание в период весеннего или осеннего сокодвижения (практически в течение всего лета) какой-либо технической сложности не составляет. В Серебряноборском лесничестве эту операцию проводили обыкновенным топором, снимая 8—10-сантиметровую полосу коры на высоте груди и затрачивая на 1 га не более двух человеко-дней. Правда, спустя год после кольцевания требовалась ревизия окольцованных деревьев с целью устранения перетяжек из каллюса, образующихся у части стволов даже при самом тщательном удалении коры. Но затраты времени на выполнение этой работы по сравнению с его затратами на само кольцевание значительно меньше.

Как установлено нами на опытных участках, усыхание окольцованных деревьев происходит неодновременно. Спустя год после кольцевания отмирает не более 10—12% окольцованных стволов из числа наиболее тонких, на 2-й год — еще 45—53% и к концу 3-го года — остальные 35—45%, самые крупные. Таким образом, скорость отмирания окольцованных деревьев определяется прежде всего их толщиной. Существенное влияние на нее оказывают и сроки кольцевания. Выявлено, что при поздневесеннем и раннелетнем кольцевании их усыхание происходит обычно быстрее и может завершиться в течение двух лет. П.П. Изюмский (1965) объясняет это большей ослабленностью деревьев в этот период вследствие израсходования ими пластических веществ на цветение и образование листьев. При осеннем и зимнем кольцевании с удалением не только коры, но и части заболони (ширина кольца при этом не превышает 2—3 см) полное усыхание деревьев происходит на 3-й год. В производственных условиях такое кольцевание, однако, нецелесообразно, хотя перетяжки из каллюса при этом образуются очень редко, и, таким образом, отпадает необходимость ревизии окольцованных деревьев спустя год после кольцевания.

Вырубку окольцованных деревьев с одновременным удалением подлеска проводили спустя 2—3 года после кольцевания, т.е. после полного или почти полного их отмирания. При таком сроке рубки подвяленная древесина осины оставалась практически здоровой и могла быть реализована. Потеря технических свойств осиновой древесины отмечалась лишь у тонкомерных деревьев, а также у стволов, пораженных сердцевинной гнилью. Сохранение окольцованных деревьев на более длительный срок сопровождается развитием в их заболонной части белой гнили, вызываемой различными сапрофитными трутовиками, и их быстрым превращением в валеж под воздействием ветра. К сожалению, осиновая древесина, даже вполне пригодная для использования, в настоящее время не находит сбыта, это, естественно, не стимулирует активности при проведении реконструктивных работ.

Средний состав осинников Серебряноборского опытного лесничества 6Ос2Б 2Д + Лп ед. Кл.о, причем участие липы в ряде случаев достигает 1—2 единиц, а общее число деревьев других пород — 300—500 экз. на 1 га только в составе верхнего полога. Реконструкция древостоев с таким значительным участием ценных в лесопарковом отношении пород значительно упрощается, особенно при наличии в подросте таких теневыносливых пород, как липа и клен остролистный (естественного возобновления ели в осинниках Серебряноборского лесничества практически нет). В то же время здесь имеется ряд факторов, существенно затрудняющих осуществление реконструкции. Важнейший из них — наличие в осинниках более или менее густого подлеска с преобладанием лещины. При среднем запасе подлесочных пород 8—10 м³/га и максимальной их высоте 7—8 м вырубку подлеска уже сама по себе представляет известные трудности и требует значительных трудовых и денежных затрат. После посадки на пень лещина дает многочисленную поросль с ежегодным приростом наиболее развитых экземпляров

до 60–80 см. Поэтому культуры, посаженные на участках с вырубленной лещиной, нуждаются в систематическом освещении, что, естественно, удорожает общую стоимость реконструкции.

Серьезно осложняет реконструкцию малоценных древостоев и высокая численность в лесничестве лосей, по причине которой из ассортимента культивируемых пород приходится исключать не только сосну, лиственницу и дуб, но также и ель. Основными породами, используемыми в культурах, здесь стали поэтому береза и липа с тем или иным участием клена остролистного и вяза. В результате происходит обеднение состава лесов, избежать которое можно лишь при условии сокращения численности лосей до биологически допустимых норм.

За период с 1958 по 1980 г. на территории лесничества нами было заложено 24 опытных участка по реконструкции, не считая производственных участков лесничества. Наблюдения и специальные эксперименты, проведенные на этих участках, позволили нам сделать следующие выводы.

1. К числу малоценных насаждений в Серебряноборском опытном лесничестве, как и в лесопарковом поясе Москвы в целом, относятся прежде всего осинники, сероольшаники и порослевые березняки и дубянки, отличающиеся невысокой долговечностью, склонностью к загниванию, а зачастую и низкими санитарно-гигиеническими и декоративными свойствами.

2. Сокращение участия таких насаждений в лесном фонде ближнего Подмосковья, наметившееся в послевоенные годы, обусловлено, с одной стороны, их естественным превращением в древостой иного состава, а с другой — мероприятиями по реконструкции, начатыми здесь с 1950 г.

3. В связи с трудоемкостью и недостаточно высокой результативностью реконструктивных работ в молодняках основной фронт этих работ целесообразно перенести в спелые и перестойные насаждения из малоценных пород, накопление которых объясняется полным запретом на проведение в лесопарковом поясе сплошных рубок.

4. Основным объектом реконструкции в Серебряноборском опытном лесничестве являются осинники, реконструкция которых облегчается наличием в их составе березы, дуба и липы (до 40–50% по запасу), а также участием этих пород в составе подчиненного полога и подроста. В то же время реконструкцию затрудняет наличие в большинстве осинников густого и средней густоты подлеска из лещины и других кустарников, дающих после их срубki обильную и быстро отрастающую поросль, без удаления которой подрост и культуры обычно погибают.

5. Благоприятные почвенные условия Серебряноборского опытного лесничества позволяют выращивать здесь все хвойные (сосна, лиственница, ель) и большинство лиственных пород, включая дуб, ясень обыкновенный, вяз, клен остролистный и липу, причем для выращивания под пологом наиболее пригодны такие теневыносливые породы, как ель, вяз и липа. Большинство этих пород, однако, интенсивно повреждается лосями, практически в условиях лесничества удается выращивать лишь березу и липу, что не способствует обогащению состава насаждений.

6. Полезным приемом при реконструкции осинников является предварительное засушивание подлежащих удалению деревьев посредством их кольцевания, которое предотвращает массовое появление корневых отпрысков осины. Однако при сохранении части деревьев на корню и наличии в насаждениях густого подлеска из лещины кольцевание осины необязательно, так как основная масса возникающих после срубki осины корневых отпрысков отмирает впоследствии из-за недостатка света.

ЛИТЕРАТУРА

Аникин В.И. Реконструкция малоценных насаждений в 50-километровой зеленой зоне Москвы // Опыт реконструкции малоценных лесов Московской области. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1955. С. 12–19.

Вакуров А.Д. Борьба с осиновыми отпрысками // Лесн. хоз-во. 1964. № 9. С. 25–27.

Вакуров А.Д. Реконструкция малоценных насаждений и рубки ухода в Серебряноборском опытном лесничестве // Лесоводственные исследования в Серебряноборском опытном лесничестве. М.: Наука, 1973. С. 129–143.

Гиряев Д.М. Хозяйственное значение лося в лесовосстановлении // Лесн. хоз-во. 1981. № 1. С. 59–61.

Дерябин Д.И., Кулаков К.Ф., Новосельцева А.И., Атрохин В.Г. Реконструкция лесных насаждений. М.: Лесн. пром-сть, 1976. 176 с.

Изюмский П.П. Методы обновления малоценных насаждений. М.: Лесн. пром-сть, 1965. 152 с.

Курнаев С.Ф. Серая ольха – ценная вспомогательная порода для культуры широколиственных в зоне дерновоподзолистых почв // Опыт лесоразведения в Московской области. М.: Гослесбумиздат, 1956. С. 45–50.

Лашкевич К.А. Исправление лесонасаждений // Лесн. хоз-во. 1958. № 7. С. 15–20.

Мильто Н.И. Использование почвоулучшающих свойств ольхи серой // Лесоведение и лесоводство. Минск: Вызнэйш. шк., 1970. Вып. 3. С. 37–42.

Родионов А.Я. О методах реконструкции насаждений зеленой зоны г. Москвы // Лесн. хоз-во. 1953. № 5. С. 22–24.

Смирнов В.В. Мероприятия по предотвращению смены ценных древесных пород осиной // Молодые лесоводы – сорокалетию Великого Октября. М.: НТО сел. и лесн. хоз-ва, 1957. С. 106–108.

Тимофеев В.П. Основные принципы реконструкции малоценных лесных насаждений в подзоне смешанных лесов европейской части СССР // Проблемы повышения продуктивности лесов. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1959. Т. 1. С. 125–134.

Чистяков Н.Н. Лесопарковый пояс Москвы // Опыт реконструкции малоценных лесов Московской области. М.; Л.: Гослесбумиздат, 1955. С. 39–42.

Юркевич И.Д., Гельтман В.С., Парфенов В.М. Сероольховые леса и их использование. Минск: Изд-во АН БССР, 1963. 142 с.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В предисловии уже указывалось, что проблемы рекреационного лесопользования решаются многими научно-исследовательскими и высшими учебными заведениями, а также проектными организациями. Опыт нашей совместной десятилетней работы убедительно показывает, что координация исследований, регулярные рабочие контакты на совещаниях, научные экскурсии, позволяющие наглядно знакомиться с разными объектами и различными методами решения сходных задач, взаимный обмен информацией о проделанной работе и полученных результатах крайне важны для успеха дела. В конечном итоге мы получаем возможность делать широкие обобщающие выводы и давать рекомендации, основанные на обширном фактическом материале.

Изучение тенденций, которые присущи современному рекреационному лесопользованию, свидетельствует, что отдых в лесу прочно вошел в жизнь значительной части населения и не только городского — рекреационное использование леса с каждым годом захватывает новые лесные массивы и становится все более интенсивным в местах традиционного отдыха. Этому способствует развитие транспортной сети и увеличение числа автомашин, находящихся у населения в личном пользовании. Для последних лет особенно характерно резкое увеличение посещаемости отдаленных территорий, стремление к освоению ненарушенных насаждений, повышенный интерес к познавательному отдыху. Продолжают увеличиваться нагрузки на леса, расположенные по берегам водоемов, что заслуживает особого внимания, поскольку лесные экосистемы прибрежных ландшафтов зачастую имеют наименьшую устойчивость и необратимо деградируют в тех случаях, когда численность отдыхающих превосходит допустимые нормы. Поэтому задачей первостепенной важности остается научно обоснованная организация лесных территорий, предназначенных для отдыха, что, с одной стороны, повысит их комфортность, а с другой — увеличит их устойчивость к рекреационному прессу, их антропо-толерантность.

Проблема оптимизации рекреационного лесопользования особенно сложна потому, что она должна иметь многоплановое решение. Если говорить о ее научном аспекте, то здесь многое уже ясно — мы знаем, что происходит с лесом, когда туда приходит "человек отдыхающий". В статьях, составивших предлагаемый читателю сборник, показано как реагируют на повышенные рекреационные нагрузки различные компоненты растительности и виды растений. Разумеется, представленный обзор не означает, что в этой области все уже известно и дальнейшие исследования не нужны. Пока выявлены только общие закономерности, есть конкретные детальные разработки для отдельных регионов, для отдельных типов леса, но отнюдь не для всей страны в целом. Природные условия столь многообразны, что до сих пор еще много "белых пятен". Мы очень мало знаем о степени антропо-толерантности многих типов леса Урала, Сибири, Дальнего Востока, Средней Азии, Кавказа. Остается неизученной антропо-толерантность очень многих видов растений, пока лишь сделаны первые попытки ее определения, да и они нуждаются в коррективах. Думается, было бы целесообразным подготовить и опубликовать две монографические сводки: "Антропо-толерантность типов леса" и "Антропо-толерантность растений", обобщив в них тот материал, которым мы уже располагаем. Наличие

таких сводок, с одной стороны, определит то, что уже сделано, а с другой — послужит стимулом для дальнейших исследований, выполняемых с согласованных методических позиций.

То же самое можно сказать относительно изученности влияния рекреационного лесопользования на почву и животный мир — многое уже сделано, но многое еще и предстоит сделать для того, чтобы иметь достаточно полное представление о механизме влияния рекреационных нагрузок на лесные экосистемы и ответных реакциях последних.

Помимо научного аспекта проблема оптимизации рекреационного лесопользования имеет аспект технический — что нужно сделать для того, чтобы лес не страдал от повышенных нагрузок, и как восстанавливать лесные биогеоценозы, которым уже нанесен существенный ущерб. И тут уже многое ясно, есть немало число разработок, содержащих пакеты предложений по организации использования леса в рекреационных целях и ведению специализированного лесного хозяйства. Но остается еще аспект социальный. Недостаточно изучить механизм воздействия рекреации на лес и определить его ответную реакцию, мало правильно назвать нужные лесохозяйственные меры. Надо добиться, чтобы они были проведены вовремя и на необходимом уровне. Нужно, чтобы состояние леса постоянно и надежно контролировалось. Необходима действенная охрана и соблюдение правил лесопользования. Нужно, чтобы многомиллионная армия отдыхающих на природе поняла важность и необходимость бережного отношения к лесу, а для этого нужна активная экологическая пропаганда, широкое экологическое воспитание населения и применение строгих мер воздействия по отношению к злостным нарушителям установленных правил. Устойчивость и антропоустойчивость лесных экосистем можно повысить, но лишь до известных пределов — нельзя создать такой лес, который способен выдержать любые нагрузки, оставаясь саморегулируемой системой. Сохранение наших пригородных лесов — это задача общенародная.

Исследования по различным проблемам рекреационного лесопользования будут продолжены и в текущей пятилетке. Будет продолжаться сбор фактического материала в направлениях "традиционных", о которых шла речь выше. Но будут разрабатываться и новые вопросы, которым мы придаем принципиальное значение. В частности, предполагается создать детализированную систему показателей, характеризующих эстетическую ценность и санитарно-гигиенические свойства лесов рекреационного назначения, их экологическую и рекреационную емкость и т.д., имея в виду использование этих показателей при составлении кадастра лесного фонда и его последующего ведения. Понимая под кадастром форму представления комплексной информации о конкретных природных ресурсах и их хозяйственном использовании, мы видим в нем ту информационную базу, на которой должна строиться система управления эффективной эксплуатацией природных ресурсов, в том числе и лесных. Инструкция о порядке ведения лесного кадастра определяет основные требования в решении этой важной задачи. Предусмотрено, что кадастр должен содержать совокупность сведений о количественном и качественном состоянии лесов, необходимых для организации рационального ведения хозяйства и оптимизированного лесопользования. Однако, совершенно очевидно, что характеристика лесов, используемых в рекреационных целях или предназначенных для этого, должна включать ряд дополнительных показателей, соответствующих целевой ориентации лесов. Этими показателями должна быть охарактеризована пригодность лесов для рекреационного использования, и их способность выдерживать связанные с этим нагрузки. Временная динамика параметров по отдельным показателям и их совокупности в целом позволит судить о результативности используемых организационных и хозяйственных мероприятий. Можно предположить, что так называемая эстетическая ценность леса (а точнее говоря, его привлекательность) может быть определена, исходя из породного состава, возраста, высоты и санитарного состояния древостоев, наличия элементов декоративности во всех ярусах растительности, степени рекреационной нарушенности экосистемы, обзорности ландшафта.

шафта и т.д. О санитарно-гигиенической роли леса можно судить, в первую очередь, на основании величины продуцируемой сообществом фитомассы. Рекреационная емкость конкретного участка леса будет определяться максимальным количеством отдыхающих, которые смогут одновременно находиться на его территории, не вызывая деградации биогеоценоза и не испытывая психологического дискомфорта; величина емкости зависит от целого ряда факторов, в том числе и от особенностей типа леса, к которому данный участок относится. Важно не только окончательно определить показатели, но и найти максимальные и минимальные уровни объема информации и степени детализации исходных данных, при которых достигается обобщенная характеристика, обеспечивающая условие принятия проектных и хозяйственных решений отраслевого и межотраслевого планирования, связанных с использованием рекреационных лесных ресурсов. Одновременно мы должны разработать методiku анализа кадастровой информации. Актуальной задачей остается разработка экономической оценки выполнения лесными экосистемами санитарно-гигиенических, оздоровительных и рекреационных функций; экономический критерий позволит более обоснованно оценивать рентабельность рекреационного лесопользования. Разумеется, вся работа должна выполняться на зонально-типологической основе, с учетом специфики различных природных регионов. Особое внимание будет обращено на теоретическое обоснование рекреационного использования природных объектов многофункционального назначения и особо охраняемых лесных территорий.

Если многие вопросы рекреационного лесопользования можно считать более или менее удовлетворительно решенными, то лишь только самые первые шаги делаются в решении аналогичных проблем, возникающих при рекреационном использовании тундр, болот, лугов, степей, водных экосистем; тут информация, которой мы располагаем, пока еще минимальна, и в необходимости ее безотлагательного получения не приходится сомневаться. Стихийность, неорганизованность рекреационного природопользования независимо от характера рекреационного объекта неизбежно ведет к его деградации. Из этого следует вывод о важности организации соответствующих исследований не только в лесных, но и в других природных ландшафтах, где появляется "человек отдыхающий", и чем скорее это будет сделано, тем меньший ущерб будет нанесен природным ресурсам.

Очень важно, чтобы участие в этих исследованиях принимали и академические, и отраслевые, и учебные институты, и проектные, и производственные организации. Нужно максимально расширить географические масштабы работы, охватить все природные регионы и разнообразные типы экосистем, поставить исследования на биогеоэкологическую основу, сделав их подлинно комплексными. Ведущими направлениями этих исследований должны быть:

1. Анализ современного состояния рекреационного природопользования и выявление основных тенденций в его развитии. Опираясь на полученную информацию, мы сможем дать более или менее обоснованный прогноз ситуации на ближайшие 10–15 лет (до 2000 года включительно).

2. Изучение механизма рекреационного воздействия на природные экосистемы разных типов (не только лесные, но и тундровые, болотные, луговые, степные и т.д.)

3. Изучение механизма рекреационного воздействия на различные компоненты природных экосистем (растительность, зооценозы, почву), а также на популяции отдельных видов растений и животных; особого внимания заслуживают популяции редких и исчезающих видов. Таким образом, исследование влияния рекреации на природу должно проводиться на самых разных уровнях – на ландшафтном, на биогеоэкологическом, на популяционном и, наконец, на организменном.

4. Разработка систем диагностических признаков рекреационной нарушенности природных экосистем. Располагая этими признаками, мы получаем возможность визуально контролировать состояние любого природного объекта. Такие системы уже разработаны для многих типов леса центра Русской равнины, Северо-Западного региона, Карпат,

Крыма, Кавказа и т.д., но пока нет аналогичных разработок для огромного числа нелесных экосистем.

5. Разработка мероприятий, имеющих целью рационализацию и оптимизацию рекреационного природопользования.

Следует стремиться к тому, чтобы исследования проводились по согласованным программам и методикам. Во-первых, это позволит избежать взаимного дублирования, а во-вторых, получаемая информация будет сопоставимой, что существенно упростит анализ и синтез результатов.

Не налажено до сих пор в области рекреационного природопользования международное сотрудничество, хотя целесообразность его несомненна — практически все развитые страны стоят перед проблемой нейтрализации рекреационного давления на природу и по-своему ее решают. На 6-й конференции представителей национальных комитетов программы "Человек и биосфера", состоявшейся в марте 1986 г. в Брно (Чехословакия), было предложено организовать Международный симпозиум "Экологические последствия рекреационного воздействия на лесные экосистемы и проблема оптимизации рекреационного лесопользования". Это предложение нашло единодушную поддержку и надо надеяться на то, что проведение симпозиума станет важным шагом в укреплении и развитии контактов между специалистами, решающими различные вопросы рекреационного лесопользования.

Рационализация и оптимизация рекреационного использования природных ресурсов становится все более актуальной задачей, решение которой имеет общегосударственное значение. Мы должны создавать лучшие условия для отдыха трудящихся, но одновременно оберегать природу от деградации.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
<i>Рысин Л.П., Полякова Г.А.</i> Влияние рекреационного лесопользования на растительность	4
<i>Рысина Г.П., Рысин Л.П.</i> Оценка антропоустойчивости лесных травянистых растений	26
<i>Самойлов Б.Л., Морозова Г.В.</i> Влияние рекреационного лесопользования на животных	36
<i>Бганцова В.А., Бганцов В.Н., Соколов Л.А.</i> Влияние рекреационного лесопользования на почву	70
<i>Рысин Л.П., Рысина Г.П.</i> Влияние рекреационного лесопользования на отдельные компоненты биогеоценозов сосновых и березовых лесов	95
<i>Бганцова В.А.</i> Влияние рекреационного пользования на некоторые свойства почв сложных сосняков и березняков	102
<i>Егорова С.В., Лаврова В.А.</i> Влияние рекреационного лесопользования на микрофлору и азотфиксирующую активность почв в сосняках	108
<i>Алексахина Т.И.</i> Изменения почвенной альгофлоры сложных сосняков под влиянием рекреационных нагрузок	126
<i>Грюнталь С.Ю.</i> Влияние рекреационного лесопользования на почвенное население сосняков	137
<i>Рысина Г.П.</i> Сохранение и восстановление ценопопуляций видов декоративных лесных травянистых растений	141
<i>Вакуров А.Д.</i> Оптимизация состава и структуры малоценных лиственных насаждений рекреационного назначения	152
Заключение	160

УДК 630*907.2

Рысин Л.П., Полякова Г.А. Влияние рекреационного лесопользования на растительность // Природные аспекты рекреационного использования леса. М.: Наука, 1987.

Изучение влияния рекреационных нагрузок на лесную растительность в лесах, выполняющих рекреационные функции, ведется в широких масштабах как в различных регионах нашей страны, так и за рубежом. Исследуются механизм рекреационного воздействия на лес и ответная реакция лесных биогеоценозов. На основании полученных данных разработаны схемы рекреационной дигрессии лесных сообществ и системы диагностических признаков, позволяющих определять степень рекреационной нарушенности лесной растительности и ее отдельных компонентов. На территории Московской области такого рода исследованиями охвачены все основные типы леса: хвойные и широколиственные, проведено экспериментальное определение рекреационной уязвимости отдельных видов растений, и в том числе мхов и лишайников.

Ил. 1, библиогр. 167 назв.

УДК 630*182.47

Рысина Г.П., Рысин Л.П. Оценка антропоустойчивости лесных травянистых растений // Природные аспекты рекреационного использования леса. М.: Наука, 1987.

Для 271 вида растений, обитающих в лесах Подмосковья, указана (в баллах) их реакция на уплотнение почвы, на механическое повреждение наземных органов в результате вытаптывания и на обрывание. В каждом случае различаются четыре степени действия учитываемого фактора. На основании приведенных показателей появляется возможность построения шкал антропоустойчивости видов растений, пользуясь которыми можно прогнозировать повреждаемость травяно-кустарничкового покрова в случае действия рекреационных нагрузок с учетом их реальной или предполагаемой интенсивности.

Табл. 1, библиогр. 7 назв.

УДК 591.551.23

Самойлов Б.Л., Морозова Г.В. Влияние рекреационного лесопользования на животных // Природные аспекты рекреационного использования леса. М.: Наука, 1987.

Рекреационное лесопользование оказывает существенное воздействие на лесную фауну — многие виды животных весьма остро реагируют на вторжение человека в свойственные им местообитания. На основании анализа многочисленных литературных данных и собственных материалов характеризуются основные факторы прямого и опосредованного воздействия рекреационного лесопользования на различные виды животных.

Табл. 3, библиогр. 134 назв.

УДК 630*182:47/48

Бганцова В.А., Бганцов В.Н., Соколов Л.А. Влияние рекреационного лесопользования на почву // Природные аспекты рекреационного использования леса. М.: Наука, 1987.

Рекреационное воздействие на лесные биогеоценозы неизбежно затрагивает почвенные условия. Первоочередным следствием вытаптывания являются уплотнение верхних горизонтов почвы, нарушение и уничтожение подстилки. Изменяется плотность, уменьшаются водопроницаемость и аэрированность, нарушаются сложившиеся окислительно-восстановительные процессы, снижается биологическая активность почвы, нарушается рост корней. При анализе морфологического строения почв был применен микроморфологический метод, позволяющий проследить трансформацию структурных компонентов почвенной массы и порового пространства, распределение микроформ гумуса и новообразований.

Табл. 10, ил. 7, библиогр. 56 назв.

УДК 630*182.4

Рысин Л.П., Рысина Г.П. Влияние рекреационного лесопользования на отдельные компоненты, биогеоценозов сосновых и березовых лесов // Природные аспекты рекреационного использования леса. М.: Наука, 1987.

Проанализировано изменение растительности в сосняке с липой снытево-разнотравном, трансформировавшемся в результате интенсивного и длительного рекреационного использования в сосняк разнотравно-злаковый (IV–V стадии рекреационной дигрессии). Сформировавшееся сообщество пока сохраняет определенную устойчивость, но не способно к самовоспроизводству, поскольку практически полностью прекратилось возобновление древесных пород. Аналогичная ситуация наблюдается и в спелых березняках, где первоначальный травяной покров также сменился разнотравно-злаковым.

Табл. 4.

УДК 630*182:47/48

Бганцова В.А. Влияние рекреационного пользования на некоторые свойства почв сложных сосняков и березняков // Природные аспекты рекреационного использования леса. М.: Наука, 1987.

Изучались изменения почв в сосняке с липой снытево-разнотравном и производных березняках, произошедшие в результате многолетнего рекреационного лесопользования. Особое внимание было обращено на содержащиеся гумуса в верхних почвенных горизонтах, на плотность почвы, на динамику содержания аммиачного азота. Установлено, в частности, что не только уменьшается содержание гумуса, но и существенно меняется его качественный состав.

Табл. 4, ил. 3, библиогр. 14 назв.

УДК 630*114.68

Егорова С.В., Лаврова В.А. Влияние рекреационного лесопользования на микрофлору и азотфиксирующую активность почвы в сосняках // Природные аспекты рекреационного использования леса. М.: Наука, 1987.

Сравнительное изучение микрофлоры почвы проведено в сосняке с липой снытево-разнотравном и в рекреационном сосняке разнотравно-злаковом. Установлено, что образование плотной дернины способствует развитию азотфиксирующих микроорганизмов и повышению азотфиксации в 2 раза по сравнению с коренным типом леса. По мере вытаптывания травяного покрова и минерализации поверхности почвы численность большинства групп микроорганизмов снижается в среднем на порядок, а некоторые виды выпадают вовсе.

Табл. 10, ил. 4, библиогр. 36 назв.

УДК 582.26

Алексахина Т.И. Изменение почвенной альгофлоры сложных сосняков под влиянием рекреационных нагрузок // Природные аспекты рекреационного использования леса. М.: Наука, 1987.

Сравнительное изучение альгофлоры почв сосняка с липой снытево-разнотравного и рекреационного сосняка разнотравно-злакового показало, что в обоих случаях сохраняется сходное соотношение между основными отделами водорослей и в общем числе видов. В то же время отмечены существенные различия в составе комплекса доминирующих видов водорослей, в представленности определенных систематических групп, в характере распределения видов по экологическим группам. Наиболее устойчивыми в условиях высоких рекреационных нагрузок оказались виды-убииквисты и светолюбивые водоросли, наиболее уязвимыми являются влаго- и тенелюбивые водоросли.

Табл. 4, ил. 2, библиогр. 36 назв.

УДК 591.524.21+591.557.2

Грюнталь С.Ю. Влияние рекреационного лесопользования на почвенное население сосняков // Природные аспекты рекреационного использования леса. М.: Наука, 1987.

Сравнительное изучение почвенной мезофауны в сосняке с липой снытево-разнотравном и рекреационном сосняке разнотравно-злаковом показало, что под влиянием интенсивного и длительного рекреационного лесопользования происходит изменение экологической структуры в сторону увеличения численности открыто живущих и эврибионтных форм, причем эти изменения характерны не только для населения подстилки, но и для собственно почвенных беспозвоночных.

Табл. 5, библиогр. 14 назв.

УДК 502.75:582(470.311)

Рысина Г.П. Сохранение и восстановление ценопопуляций видов декоративных лесных травянистых растений // Природные аспекты рекреационного использования леса // М.: Наука, 1987.

Результаты многолетних экспериментов по восстановлению ценопопуляций ряда декоративных лесных видов (медунца узколистная, прострел раскрытый, печеночница благородная, ветреница дубравная, ветреница лесная) свидетельствуют, что в природных местообитаниях восстановить исчезнувшие, но ранее обитавшие здесь виды можно только в тех случаях, когда биотопы не претерпели необратимых изменений. Если же в процессе эндоэкогенеза или в результате рекреационного воздействия такого рода изменения уже произошли, то восстановление ценопопуляции вида потребует реконструкции сложившегося биогеоценоза.

Библиогр. 53 назв.

УДК 630*235.4

Вакуров А.Д. Оптимизация состава и структуры малоценных лиственных насаждений рекреационного назначения // Природные аспекты рекреационного использования леса. М.: Наука, 1987.

Приведены сведения по реконструкции малоценных насаждений в лесопарковом защитном поясе Москвы начиная с 1951 г. с подробным описанием состояния реконструктивных работ в Серебряноборском опытном лесничестве Лаборатории лесоведения АН СССР. Отмечено значительное сокращение здесь участка малоценных насаждений за период с 1951 по 1985 г. (с 25 до 9%) при одновременном увеличении их среднего возраста с 20 до 46 лет. К числу факторов, облегчающих реконструкцию осинников, отнесено участие в их составе (до 30–50% по запасу) березы, дуба и липы, а к числу отрицательных – быстрое отращивание лещины и других кустарников после посадки их на пень, а также повреждение посадок хвойных пород лосями. Сделан вывод о целесообразности предварительного засушивания осины на корню в древостоях спелого возраста в целях предотвращения массового появления корневых отпрысков.

Библиогр. 14 назв.

ПРИРОДНЫЕ АСПЕКТЫ
РЕКРЕАЦИОННОГО
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕСА

*Утверждено к печати
Лабораторией лесоведения
Академии наук СССР*

Редактор издательства
Е.К.Исаев

Художник
М.Л.Блох

Художественный редактор
М.Л.Храмцов

Технические редакторы
Г.И.Астахова, Г.А.Фетисова

Корректор
Р.Г.Ухина

Набор выполнен в издательстве
на наборно-печатающих автоматах

ИБ № 31306

Подписано к печати 21.11.86
Т — 23423. Формат 70 × 100 1/16
Бумага офсетная № 1
Гарнитура Пресс-Роман
Печать офсетная. Усл.печ.л. 13,7
Усл.кр.-отт. 13,9. Уч.-изд.л. 16,8
Тираж 750 экз. Тип. зак. 913
Цена 2 р. 50 к.

Ордена Трудового Красного Знамени
издательство "Наука", 117864 ГСП-7
Москва В-485, Профсоюзная ул., д. 90

Ордена Трудового Красного Знамени
1-я типография издательства "Наука"
199034, Ленинград В-34, 9-я линия, 12