

# ВЛИЯНИЕ ЛЕСА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ



МОСКВА  
ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЛЕСНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ»

1980

## 1. ЛЕС И ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС

Научно-техническая революция — качественно новый этап в развитии производительных сил. Она обуславливает новые взаимоотношения между человеком, обществом и природой. Развитие науки и техники оказывает всестороннее влияние на жизнь общества, обеспечивает технический прогресс во всех отраслях деятельности.

Техническая революция, быстрое развитие промышленности и рост населения привели к изменению условий окружающей среды, преобразованию ландшафта. Многие из этих изменений — отрицательные и связаны с загрязнением природы вредными веществами, уничтожением необходимых для жизни человека природных ресурсов. Так, загрязнение воды, воздуха и почвы промышленными и бытовыми отходами представляет серьезную угрозу здоровью и даже жизни людей, препятствует обеспечению их доброкачественными продуктами питания, водой и лишает нормальных условий жизни.

Научно-технический прогресс продолжается и будет оказывать все большее воздействие на биосферу. В этих условиях нужно сознательное, бережное, научно обоснованное отношение к природе и ее использованию с учетом защиты окружающей среды.

Проблема охраны окружающей среды имеет глобальный характер, и решать ее надо в мировом масштабе. Однако в капиталистических странах частная собственность на средства производства, погоня за прибылями не позволяют проводить эффективную защиту окружающей среды.

В социалистических странах забота о здоровье человека и гармоничном развитии общества — основа государственной политики. В нашей стране КПСС и Советское правительство проявляют повседневную заботу о создании благоприятных условий для жизни и творче-

ства советских людей. Для этого разрабатывают и осуществляют комплексные мероприятия, направленные на сохранение и рациональное использование природных ландшафтов, повышение их положительного влияния на окружающую среду. В отчетном докладе XXIV съезду КПСС Леонид Ильич Брежнев сказал: «Принимая меры для ускорения научно-технического прогресса, необходимо сделать все, чтобы он сочетался с хозяйским отношением к природным ресурсам, не служил источником опасного загрязнения воздуха и воды, истощения земли... Не только мы, но и последующие поколения должны иметь возможность пользоваться всеми благами, которые дает прекрасная природа нашей Родины»<sup>1</sup>.

Лес — одна из важнейших составных частей биосферы. Формируясь под влиянием геологических, климатических, почвенных, биотических факторов, лес в свою очередь оказывает влияние на эти факторы, создает свойственную ему особую сферу.

Велико и многогранно значение лесов в жизни человека. Они существенно влияют на формирование климата отдельных географических зон и районов, циркуляцию атмосферного тепла и влаги, режим воды в реках и озерах. Лесные насаждения на склонах гор, оврагов и на песках приостанавливают водную и ветровую эрозию почв, сохраняют естественные ландшафты и ценные сельскохозяйственные земли. Лесные защитные полосы защищают поля и сады от сухих ветров и тем способствуют получению устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур. Велико санитарно-гигиеническое и рекреационное значение лесов зеленых зон вокруг городов, промышленных центров и курортов.

Леса — важнейший природный ресурс, способный (в отличие от каменного угля, нефти, газа и прочих ископаемых) восстанавливаться и непрерывно служить человеку (Мелехов, 1970). Многогранность современного значения леса требует комплексного научного подхода к нему, рационального, всестороннего использования и воспроизводства.

Леса на земном шаре занимают более 4 млрд. га, или 32% поверхности суши (Мелехов, 1970). На долю СССР приходится 27% площади лесов мира и 24% мировых запасов древесины. Общая площадь лесного фонда Со-

---

<sup>1</sup> Материалы XXIV съезда КПСС. М., 1972, с. 57.

ветского Союза равна 1230 млн. га, что составляет 55% территории страны. Покрытая лесом площадь равна 769 млн. га. Общий запас древесины в лесах 82 млрд. м<sup>3</sup>. В ведении Гослесхоза СССР находятся 94,5% площади лесного фонда, за министерствами и ведомствами закреплены 3,7%; колхозные леса составляют 1,8% площади. На территории Российской Федерации сосредоточено 95% лесов.

Наши леса растут в различных природных и климатических зонах, что обусловило богатство их породного состава. В них произрастают около 1500 видов древесных и кустарниковых пород (Воробьев, 1976). Особое значение имеют преобладающие хвойные породы, которые занимают около 520 млн. га, из них сосняки занимают 115, ельники — 81, лиственничники — 269, кедрачи — 39 млн. га. Большое значение имеют также ценные твердолиственные породы (дуб, бук, ясень и др.), которые занимают около 30 млн. га. Дуб растет на площади 9,8, бук — 2,5 млн. га. Все в большей степени используют широко распространенные мягколиственные породы, площадь которых равна 113 млн. га, в том числе березняков — 87, осинников — 19 млн. га (Лесное хозяйство СССР, 1977).

В европейской части страны вследствие интенсивных рубок и разносторонней хозяйственной деятельности человека породный состав лесов сильно изменился: сократились площади сосновых и еловых лесов, увеличилась доля лиственных, которые занимают более  $\frac{1}{3}$  площади. Однако благодаря проведению искусственного возобновления хвойных пород на вырубках, гарях и других категориях не покрытых лесом площадей, а также рубок ухода в молодняках, направленных на формирование ценных хвойных насаждений, площадь хвойных лесов стала постепенно увеличиваться за счет сокращения мягколиственных. В азиатской части страны преобладают хвойные насаждения, основное место среди которых занимает лиственница. Доля лиственных насаждений здесь вдвое ниже, чем в европейской части.

Горные леса Кавказа, Крыма, Карпат, Урала, Средней Азии, Алтая, Восточной Сибири и Дальнего Востока занимают 348 тыс. га, или 28% общей площади лесов. Лесистость горных территорий неодинакова. К многолесным (лесистость более 30%) относятся горные райо-

ны Восточной Сибири, Дальнего Востока, западные склоны Большого Кавказа и Закарпатье, к среднелесным (лесистость 25...30%) — Алтай, Южный Урал, северные склоны Большого Кавказа и его центральной части. Мало лесов (2...15%) в Северном Тянь-Шане, в засушливых районах Большого и Малого Кавказа, в Приэльбрусье, а также в Крыму. Горные районы Центрального и Западного Тянь-Шаня, Памиро-Алая и Копетдага относятся к практически безлесным районам.

Роль горных лесов очень велика и многогранна. Эти леса регулируют сток, обеспечивают постепенное и более равномерное поступление воды в реки, способствуют сохранению дебита минеральных источников, предотвращают эрозионные процессы. Эти факторы имеют большое значение для нормальной работы гидроэнергетических сооружений и ирригационных систем, предотвращения занесения водохранилищ и каналов, судоходства, водоснабжения населения и промышленных предприятий, обеспечения курортов минеральными водами.

Наряду с этим горные леса располагают значительными ресурсами древесины. В них сосредоточено 21,3 млрд. м<sup>3</sup>, или около 40%, запасов спелых насаждений; в их составе наибольший удельный вес занимают хвойные и твердолиственные породы. В горных лесах заготавливают около 25 млн. м<sup>3</sup> древесины, что составляет около 7% лесозаготовок по стране, причем значительная доля древесины таких особо ценных пород, как дуб, бук, кедр, пихта, ель и лиственница.

Леса размещены на территории страны крайне неравномерно. В лесной зоне европейского Севера, в Сибири и на Дальнем Востоке сосредоточены основные площади лесов. Лесистость их достигает 60...75% (лесистость — отношение покрытой лесом площади к общей территории). В южных районах страны лесистость территории низкая. Так, на Украине она составляет около 14%, а в республиках Средней Азии всего лишь около 3%. Лесистость на территории страны не остается постоянной, она изменяется в зависимости от системы хозяйства.

До Великой Октябрьской социалистической революции по мере развития капиталистического способа производства в России, как и в других странах, леса усиленно истребляли. Лесистость многих губерний евро-

пейской части России с конца XVII в. до 1914 г. сократилась в 2 раза, а Курской, Воронежской, Полтавской и Харьковской губернии — в 3 раза (Лесное хозяйство СССР, 1977).

Процесс уничтожения лесов отмечался и на западе. В США за 300 лет лесная площадь уменьшилась более чем на 40%. Резко сократилась площадь лесов в странах Западной Европы. В Великобритании к двадцатым годам XX в. было сведено 95% естественных лесов, во Франции, Испании, Бельгии, Италии и Греции — от 80 до 90%. Даже в северных странах — Швеции и Финляндии сохранилась лишь половина лесов (Мелехов, 1970).

В нашей стране, особенно в послевоенное время, несмотря на рост населения, расширение сельскохозяйственных угодий, освоение новых территорий, бурное развитие промышленности, широкое промышленное, жилищное и дорожное строительство и рост потребности в древесине, лесистость постепенно увеличивается. Это достигается путем проведения в широких масштабах лесовосстановления на вырубках, гарях, облесения неудобных для сельскохозяйственного пользования земель, эродированных площадей, отвалов, создания полесозащитных полос. Экологическое значение этих мер велико.

Лесоводственная и экономическая ценность лесов, их положительное влияние на окружающую среду зависят от породного состава, строения, возраста, условий местопроизрастания, способов ведения в них лесного хозяйства. Согласно Основам лесного законодательства Союза ССР и союзных республик, лесное хозяйство ведется на базе современных достижений науки и техники, государственных планов развития народного хозяйства и единой технической политики, дифференцированно в зависимости от народнохозяйственного значения лесов и природных условий.

По народнохозяйственному значению леса гослесфонда СССР разделены на три группы. Для каждой группы определены способы ведения хозяйства и режим лесопользования. К первой группе отнесены леса: водосохраняемые (запретные полосы лесов вдоль рек, вокруг озер, водохранилищ и других водных объектов, включая запретные полосы, защищающие нерестилища ценных промысловых рыб); защитные противэрозийные леса (государственные защитные лесные полосы, ленточные боры, стесные колки и байрачные леса,

защитные полосы вдоль железных и автомобильных дорог общегосударственного, республиканского и областного значения, особо ценные массивы); санитарно-гигиенические и оздоровительные (пригородные леса, леса зеленых зон городов и других населенных пунктов, промышленных комплексов и отдельных предприятий, леса зон санитарной охраны источников водоснабжения и округов санитарной охраны курортов); общекультурные (леса заповедников, национальных и природных парков, заповедные участки леса, имеющие научное или историческое значение, природные памятники, лесопарки, леса орехопромысловых зон, лесоплодовые насаждения). К первой группе лесов относятся также притундровые и субальпийские леса. На долю лесов первой группы приходится 15,2%. В лесах первой группы проводят рубки главного и промежуточного пользования способами, обеспечивающими улучшение состояния древостоев, повышение их положительного влияния на внешнюю среду, рациональное использование спелой древесины.

Ко второй группе отнесены леса с ограниченными лесосырьевыми ресурсами, имеющие одновременно защитное и эксплуатационное значение. На долю лесов второй группы приходится 8,5%. В лесах второй группы проводят рубки главного и промежуточного пользования способами, направленными на восстановление лесов хозяйственно-ценными породами, сохранение их защитных и водоохраных свойств при эффективной их эксплуатации.

К третьей группе лесов относятся леса многолесных районов. Они имеют в основном эксплуатационное значение и служат сырьевой базой лесозаготовительной промышленности. На их долю приходится 76,3% площади лесов. В лесах третьей группы проводят все виды рубок, направленные на эффективную эксплуатацию лесов.

Деление лесов на группы — важное достижение советского лесного хозяйства, позволяющее дифференцированно вести хозяйство по группам типов леса и экономическим районам в зависимости от лесоводственного, экономического, средозащитного и средоулучшающего значения насаждений.

Организация лесного хозяйства должна обеспечивать непрерывность и неистощительность пользования лесом.

Древесина — основной продукт леса. В связи с ростом численности населения, развитием промышленности и строительства неуклонно растет потребление древесины, что обуславливает увеличение объемов лесозаготовок.

Во всем мире ежегодно заготавливают около 2,4 млрд. м<sup>3</sup> древесины.

В нашей стране объем заготовок древесины в довоенном 1940 г. составил 246 млн. м<sup>3</sup>. Временное снижение лесозаготовок отмечалось в период Великой Отечественной войны: в 1945 г. было заготовлено 168 млн. м<sup>3</sup>. В послевоенный период объем заготовок увеличился с 214 млн. м<sup>3</sup> в 1946 г. до 393 млн. м<sup>3</sup> в 1959 г. С 1960 г. до 1970 г. общий объем заготовок древесины в лесах гослесфонда стабилизировался на уровне около 400 млн. м<sup>3</sup>. В 1975 г. общий объем заготовок древесины в лесах государственного значения достиг 411 млн. м<sup>3</sup>. Ежегодно разного вида рубки ведут на площади около 2,5 млн. га.

Лесозаготовки сосредоточены в многолесных районах страны. Исторически наибольшую эксплуатационную нагрузку несут леса европейской части страны и Урала. Не во всех регионах размещение лесозаготовок совпадает с районами потребления древесины. В Центральном районе количество заготавливаемой древесины покрывает потребность в ней. В малолесных районах страны ощущается острая нехватка древесины.

Наибольшее количество леса завозят в Среднюю Азию, Казахстан, районы Поволжья, Юга и Северного Кавказа.

Экономически выгодно перевозить к месту потребления пиломатериалы или продукцию из древесины. Перевозка круглых лесоматериалов нерациональна. По данным академика Н. П. Анучина (1962), половина перевозок приходится на водный транспорт. При распиловке бревен  $\frac{1}{3}$  объема идет в отходы (горбыли, рейки и опилки), которые во многих случаях не используют. На долю конечной продукции (сухих пиломатериалов) приходится не более 45% веса перевозимых бревен, поэтому лесопильные предприятия необходимо размещать в местах лесозаготовок.

Для более полного и рационального использования лесосечного фонда страны в эксплуатацию необходимо вовлекать резервные леса в необжитых районах Сибири



и Дальнего Востока, расширять в них заготовку древесины и ее переработку, рационально разрабатывать лесосырьевые ресурсы, улучшать использование заготавливаемой древесины, увеличивать химическую переработку низкокачественной древесины и древесных отходов. Перемещение лесозаготовок на восток требует крупных капиталовложений для строительства новых предприятий, жилья, дорог, освоения новых территорий.

Достигнутые объемы лесозаготовок полностью удовлетворяют потребности народного хозяйства в древесине и обеспечивают экспортные закупки. В 1975 г. экспорт круглых лесоматериалов и пиломатериалов в пересчете на круглые лесоматериалы составил около 30 млн. м<sup>3</sup>. Кроме того, экспортируется значительное количество продукции деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности (Воробьев, 1976).

Научно-технический прогресс ставит перед лесным хозяйством принципиально новые задачи, вносит коренные изменения в структуру потребления древесины. В дореволюционной России для промышленных нужд потреблялось только 15...20% заготавливаемой древесины. Большая ее часть потреблялась на топливо. О масштабах потребления дров можно судить по такому примеру. В зимний сезон только Москве требовалось ежедневно до 600...800 вагонов дров. Теперь в связи с неуклонным увеличением в топливно-энергетическом балансе природного газа, нефтепродуктов и электроэнергии доля дров уменьшается. Дрова все шире используют в качестве технологического сырья для целлюлозно-бумажной и деревоперерабатывающей промышленности.

В связи с все возрастающей потребностью в древесине, совершенствованием технологии лесозаготовок и ростом количества сортимента выход деловой древесины ежегодно увеличивается. Если в 1946 г. выход деловой древесины был около 48%, то в 1959 г. он возрос до 71, а в 1975 до 73% (Лесное хозяйство СССР, 1977). Около половины заготавливаемой деловой древесины используют в жилищном и промышленном строительстве.

Современный научно-технический прогресс повышает использование продуктов промышленной переработки древесины и сокращает использование строительного леса.

Все шире ставится задача комплексного использова-

ния леса. Для решения ее в многолесных районах Советского Союза построены крупные лесопромышленные комплексы механической и химической переработки древесины. Они значительно расширяют возможности применения древесины в народном хозяйстве, обеспечивают более полное ее использование.

Наиболее перспективна химическая переработка древесины для производства целлюлозы, бумаги, картона. Совершенствуется и технология производства, что позволяет полнее использовать лесосырьевые ресурсы. Если раньше для этого использовали только ель, то теперь разработана технология производства целлюлозы из древесины широко распространенных лиственных пород — березы и осины, а также сосны, лиственницы.

Большую экономию древесины и денежных средств дает изготовление из древесных отходов и низкосортной древесины древесных плит, тарного картона.

Резкое увеличение производства продукции деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности позволит без значительного увеличения лесозаготовок обеспечить потребность народного хозяйства в древесине и ее производных. Глубокая переработка позволяет использовать отходы лесопиления, низкосортную древесину и дрова для производства древесных материалов, лесосечный фонд мягколиственных пород.

Из древесины путем химической переработки получают пищевые и кормовые продукты: спирт, глюкозу, дрожжи, лекарственные препараты. Находят применение хвоя, кора. Из хвои путем механической переработки получают хвойно-витаминную муку — ценную добавку к корму. Из пихтовой хвои и молодых веток вырабатывают пихтовое масло. Из коры дуба, ели, ивы и других пород получают дубильные вещества.

Прижизненное использование леса путем подсочки хвойных пород обеспечивает народное хозяйство исключительно ценным сырьем — живицей. Подсочка березы, клена дает питательные, целебные, богатые витаминами соки.

Лес — источник ценных пищевых продуктов: ягод, грибов. Многие древесные и кустарниковые растения, травы и мхи, произрастающие в лесу, имеют лекарственное значение. В лесу обитают ценные промысловые звери и птицы; он является ареной охотничьего хозяйства.

Научно-техническая революция, рост населения планеты, урбанизация выдвинули дополнительные требования к лесу. Резкое увеличение численности городского населения, дальнейшее развитие промышленности, усиленная эксплуатация природных богатств, в том числе леса и грунтовых вод, рост шума, загрязнение воды и воздуха, массовое промышленное, жилищное и дорожное строительство без должного учета сохранения ландшафта заставили ученых взглянуть на лес и его роль в жизни человека под другим углом зрения, выдвинуть новые концепции. Возникла опасность истощения лесов, чреватого тяжелейшими последствиями. В этих условиях необходимо особенно осторожное, вдумчивое отношение к лесу, запасы и средообразующие возможности которого не безграничны. Об этом нужно знать и помнить всем.

Изменение окружающей среды в результате всесторонней деятельности человека повлекло за собой нарушение установившихся связей между отдельными компонентами природной среды. Факторы внешней среды и леса взаимодействуют комплексно, поэтому трудно выделить влияние отдельных их составляющих. Для этого необходимы совместные усилия ученых различных специальностей.

Известно, что наиболее полно положительное влияние на окружающую среду оказывают высокопродуктивные леса, хозяйство в которых ведется на высоком научном и техническом уровне. В связи с этим перед лесоводами стоит задача неуклонного совершенствования своей деятельности, направленной на содействие научно-техническому прогрессу в отрасли, интенсификации лесного хозяйства. Необходимо также совершенствовать способы и технологию рубок и лесовосстановления, защиту лесов от вредных насекомых и болезней, охрану лесов от пожаров.

Ведущая роль в лесном хозяйстве принадлежит мероприятиям, направленным на сокращение ручного труда, механизацию тяжелых лесохозяйственных работ и автоматизацию вредных работ (Цымек, 1975). Применение высокопроизводительных машин и орудий для рубок и ухода за лесом, лесовосстановления, борьбы с вредителями и болезнями леса, защиты леса от пожаров, лесосошения, использование химии, авиации повышает производительность труда на этих работах.

звенья, внедряют последние достижения науки и техники.

Результатом научно-технического прогресса в лесной промышленности является внедрение новой технологии лесозаготовок, основанной на применении мощных лесозаготовительных машин. Новые техника и технологические схемы, применяемые на лесозаготовках, вносят серьезные изменения в лесорастительную среду и лесовосстановительные процессы. Еще в 1931 г. крупнейший лесовод проф. М. Е. Ткаченко указывал на необходимость правильного сочетания лесоэксплуатации и интересов лесовозобновления. И теперь лесные научно-исследовательские учреждения нашей страны занимаются изучением влияния применяемых на заготовках леса машин и механизмов, а также разных способов организации лесосечных работ на лесорастительную среду и процесс лесовозобновления.

Механизированные лесозаготовки ведут к значительным изменениям условий среды и в первую очередь почвенного и гидрологического режима на лесосеке. Влияние этих изменений на различные стороны жизнедеятельности леса неодинаково и зависит от типа леса. В сосняках-брусничниках, произрастающих в местах с повышенным рельефом на сухих супесчаных и песчаных почвах, поранение и минерализация поверхности почвенного покрова обеспечивают хорошее прорастание и укоренение семян и способствуют успешному возобновлению сосны. В горных лесах тракторная трелевка снижает плодородие почв, ухудшает их водопроницаемость, способствует возникновению поверхностного стока и эрозионных процессов. Она ухудшает рост еловых и сосновых насаждений на пониженных избыточно увлажненных площадях.

В технологии лесозаготовок должно быть предусмотрено сохранение на лесосеках подроста в количестве, обеспечивающем формирование высокопроизводительных насаждений. Лесные научно-исследовательские институты разработали требования к механизированным лесозаготовкам с использованием современных лесоза-

готовительных машин. Соблюдение этих требований значительно уменьшает отрицательное влияние механизации лесозаготовок на лес и лесную среду.

Исследования Всесоюзного научно-исследовательского института лесоводства и механизации лесного хозяйства под руководством проф. А. В. Побединского (1973) показали, что применение валочно-пакетирующей машины ЛП-2 или ее модификации ЛП-19 в сочетании с мощными колесными тракторами при летних заготовках в сырых типах леса приводит к нарушению почвенного покрова и уничтожению подроста на площади до 80% лесосеки. При работе этих машин в сухих типах леса можно сохранить до 60% подроста. Новая высокопроизводительная валочно-трелевочная машина ВТМ-4 почти полностью уничтожает весь подрост, а на 90% площади нарушает почвенный покров. Приведенные примеры показывают, что, во-первых, отдельные лесозаготовительные машины следует применять не во всех условиях, а во-вторых, необходимо совершенствовать конструкцию этих машин в направлении большего соответствия лесохозяйственным требованиям.

Уничтожение подроста и восстановление леса на вырубках путем создания лесных культур удлиняет сроки выращивания лесонасаждений на 20...30 лет. Новая техника значительно повышает производительность труда на лесозаготовках, но в результате уничтожения ею подроста требуются большие затраты труда и денежных средств для лесовосстановления. Кроме того, она отрицательно влияет на лесорастительную среду. Минерализация почвенного покрова способствует возникновению эрозионных процессов, а на богатых почвах — бурному разрастанию трав, появлению осины, замене хвойных пород мягколиственными.

Более чем на половине лесосек в таежной зоне есть подрост ценных пород в количествах, необходимых для формирования высокопродуктивных насаждений. Чтобы сохранить его, необходимо при рубках леса применять те лесозаготовительные машины и технологию лесосечных работ, которые позволят провести рубку и восстановление леса при минимальных затратах труда и денежных средств и обеспечат сохранение лесорастительных условий.

Лес очень чувствителен к отрицательным внешним воздействиям: нерациональные механизированные руб-

ки влекут за собой уничтожение подроста, подлеска, травяного и мохового покрова, разрушение, уплотнение и эрозию почв, ухудшение их структуры, водных, физических и тепловых свойств. Сплошные концентрированные рубки без соответствующих лесовосстановительных мероприятий в зонах избыточного и неустойчивого увлажнения, к которым относится северная и центральная части европейской территории страны, ведут к нарушению влагооборота, заболачиванию лесных площадей, смене наиболее ценных хвойных лесов мягколиственными (березой, осиной). Загрязнение воздушного пространства промышленными выбросами может привести к преждевременному распаду и отмиранию ценных лесных массивов. Нерегулируемая пастьба скота, сенокосение и другие виды пользования лесов ухудшают состояние насаждений, снижают продуктивность и увеличивают долю непродуцирующих пустырей, прогалин. Сведение леса на значительных площадях резко сокращает численность или приводит к полному исчезновению многих видов зверей, птиц, полезных насекомых, ухудшению санитарного состояния вырубок, повышению пожарной опасности в лесу. Вблизи городов большой ущерб лесу наносит неорганизованный туризм.

При решении проблемы улучшения условий окружающей среды лесоведам необходимо обращать серьезное внимание не только на способы и технологию проведения механизированных работ в лесу, различные виды пользования, но и учитывать влияние на лес всех видов загрязняющих веществ, гербицидов. Деятельность органов лесного хозяйства должна быть направлена на повышение продуктивности лесов, усиление положительного влияния леса на окружающую среду. Технический прогресс обеспечивает подъем лесного хозяйства на новую качественную ступень.

## 2. ЛЕС И ВОДА

Пресная вода — важнейший компонент континентальных ландшафтов. Без нее невозможны почти все формы жизни на суше, в том числе жизнь человека и его хозяйственная деятельность.

Для жизнедеятельности человеческого организма в среднем требуется 1 т, для удовлетворения бытовых

нужд одного человека — 36...180 т воды в год. Еще большего количества воды требует сельское хозяйство. На выращивание 1 т сухой растительной массы ежегодно расходуется 500...1500 т воды. Огромное количество воды потребляется промышленностью. Для выработки 1 т кокса требуется 3 т воды, 1 т стали — 20 т, 1 т искусственного шелка — 950 т, 1 т высокосортной бумаги — 3000 т (Бауэр, Вайничке, 1971).

Запасы пресной воды на земном шаре певелнкн и составляют 30,5 млн. км<sup>3</sup>. Из этого объема на долю воды, пригодной для практического использования (находящейся в почве, реках, озерах), приходится лишь 3%.

Наша страна по запасам пресной воды занимает первое место. На ее территории насчитывается около 6 млн. рек, ручьев, озер, крупных прудов, искусственных водохранилищ с общим запасом воды 31,5 тыс. км<sup>3</sup>. Большие запасы пресных вод аккумулированы в ледниках (11 тыс. км<sup>3</sup>). Запасы воды в болотах составляют примерно 3 тыс. км<sup>3</sup>, а ресурсы подземных вод составляют 1 тыс. км<sup>3</sup>.

Свыше 80% ресурсов пресных вод в нашей стране сосредоточено в отдаленных малоосвоенных районах европейского Севера, Восточной Сибири, Дальнего Востока. В наиболее населенных промышленных и сельскохозяйственных районах нашей страны ощущается растущий дефицит пресной воды. Самый высокий дефицит водных ресурсов наблюдается в засушливых районах юга и юго-запада.

Во многих районах проблема пресной воды связана не с количественным дефицитом, а с ухудшением ее качества. Загрязнение пресной воды происходит в результате сброса в реки, озера, водохранилища различных промышленных и бытовых отходов. Сброс 1 м<sup>3</sup> сточных вод делает непригодным и для потребления 40...60 м<sup>3</sup> чистых вод. В результате сброса отходов и сточных вод; крупнейшие реки Европы и США загрязнены на всем своем протяжении. Объем воды, загрязненный промышленными бытовыми отходами, составляет 16% общего речного стока на земном шаре (Адабашев, 1973).

Истощение и загрязнение водных ресурсов нарушает баланс целых географических ландшафтов и экосистем более низкого ранга. В результате изменяется общий облик ландшафтов и экосистем, снижается качество местообитаний и продуктивность биогеоценозов, ухуд-

шаются условия для всех видов хозяйственной деятельности.

Во всех развитых странах мира люди пришли к пониманию важности использования природных вод с учетом сохранения равновесия географических ландшафтов и экосистем более низкого порядка. Осуществить это можно только при точном знании водного баланса того или иного района, ландшафта, экосистемы.

По сравнению с большинством природных ресурсов, например с каменным углем, железной рудой, природным газом и другими полезными ископаемыми, вода имеет преимущество, заключающееся в способности самовосстановления. Считается, что запасы воды на земном шаре практически неизменны, но находятся в непрерывном кругообороте, который принято называть водным балансом.

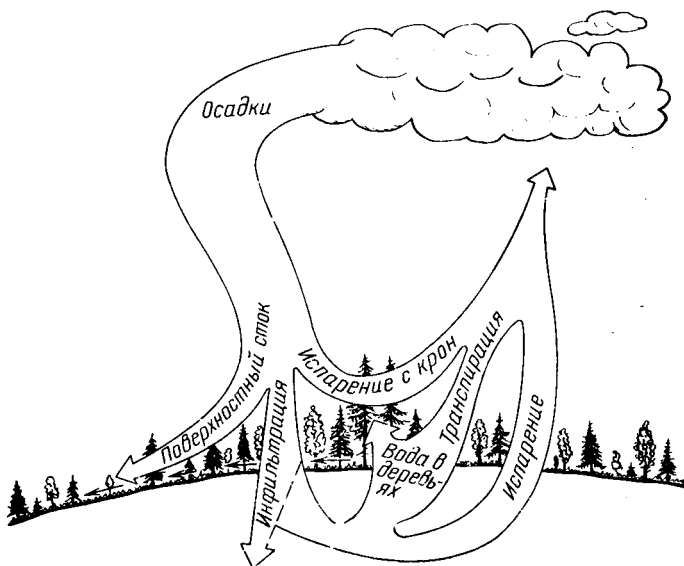


Рис. 1. Схема круговорота воды (по Молчанову, 1973)

Под водным балансом понимается количественное соотношение между элементами круговорота воды любой территории (рис. 1). Основное уравнение водного баланса имеет следующий вид:

$$O = CП + CГ + И,$$



где  $O$  — средняя многолетняя сумма жидких и твердых осадков, мм;  $СП$  — средняя многолетняя величина поверхностного стока, мм;  $СГ$  — средняя многолетняя величина подземного стока, мм;  $I$  — средняя многолетняя величина суммарного испарения (физическое испарение + транспирация), мм.

Чтобы не причинить ущерба ландшафту или какой-либо другой экосистеме, использовать воду целесообразно лишь в том объеме, который может быть восполнен естественным путем, т. е. в соответствии с составляющими водного баланса конкретной территории. Количественное и качественное соотношение составляющих водного баланса во многом зависит от основных компонентов ландшафта: рельефа, горных пород и почв, атмосферы, гидросферы, растительного и животного мира, элементов хозяйственной деятельности.

Наукой доказано, что лес — наиболее важный компонент географических ландшафтов, оказывающий самое мощное воздействие на водный баланс. Для точной количественной оценки водорегулирующей роли леса необходимо иметь четкое представление и количественные данные о том, как лесные массивы и насаждения различной структуры влияют на составляющие водного баланса.

Главный элемент водного баланса территории любого порядка — осадки: снег, град, изморось, дождь, роса, иней. Влияние леса на количество выпадающих осадков в местном или более широком масштабе составляет предмет спорных суждений. Существует мнение о том, что там, где есть лес, количество осадков увеличивается. Вначале основным доводом в пользу этого предположения были опытные данные учета осадков в лесу и поле. В лесные осадкокамеры из-за ветровой турбулентности, вызываемой лесным пологом, попадает большее количество осадков, чем в полевые. Впоследствии было доказано, что эти выводы ошибочны из-за несовершенства методов и приборов, используемых для учета осадков. Главным доводом в пользу концепции об увеличении осадков под влиянием леса является тот факт, что над лесными территориями содержание влаги в атмосфере часто бывает выше, чем над безлесными из-за более высокого испарения влаги лесной растительностью, по сравнению с испарением ее растительностью других видов угодий. Однако и это предположение было опровергнуто тем, что осадки местного происхождения даже над большими

территориями, как например европейская часть СССР, составляют незначительную величину (13%), по сравнению с теми, которые приносятся с других территорий (Будыко, Дроздова, 1950). Следовательно, если лес и оказывает на общее количество выпадающих над ним осадков какое-либо влияние, то оно ничтожно.

Влияние леса на увеличение количества осадков в основном связывают с горизонтальным их перехватом и перераспределением. В холодных и влажных поясах гор, где часты туманы и облака касаются поверхности земли, лес как бы «вычесывает» облака, конденсируя в виде росы или измороси проходящую парообразную влагу на ветвях, листьях, хвое, стволах. Такое явление называется горизонтальным перехватом. Его можно заметить и в равнинных лесах. В елово-лиственных лесах Подмосковья величина конденсационных осадков составляет в среднем 25...35 мм в год (Воронков, 1970). Наибольших величин такой вид влаги достигает в горах. Так, в отдельные дни на лесных горных вершинах Баварии (ГДР) величины осадков горизонтального перехвата бывают соизмеримы с величинами обычных дождевых осадков (Бауэр, Вайничке, 1971).

Явление перераспределения осадков связано с их твердой формой — снегом. В лесу в результате ветровой турбулентности большая часть падающего и переносимого ветром снега попадает в кроны деревьев и межкронное пространство, часто способствуя повышенному снегоотложению внутри леса по сравнению с отложением его на открытых пространствах, где для переноса снега ветром мало препятствий. Наиболее благоприятными свойствами характеризуются древостой, в которых кроны деревьев не образуют сплошного полога, препятствующего падению снега на землю. Такими свойствами характеризуются лиственные насаждения, а также любые древостой с большим количеством прогалин в древесном пологе.

Запасы воды (в мм) в снеговом покрове в зависимости от насаждения распределяются следующим образом (Эйттинген, 1938):

Еловые насаждения . . . . .	77,9
Сосновые насаждения . . . . .	99,4
Березовые насаждения . . . . .	120,6
Лесные поляны . . . . .	131,0
Поле . . . . .	107,4

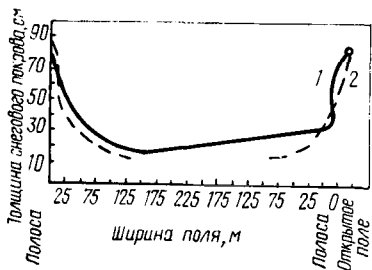


Рис. 2. Толщина снега в зависимости от расстояния до лесной полосы (по Молчанову, 1973)

С явлением перераспределения снега связана также большая снегонакопительная роль защитных лесных полос на сельскохозяйственных и других землях (рис. 2). Накопление

снега на лесных опушках и в лесных полосах превосходит его накопление в поле в среднем в 2...6 раз, что для лесостепной зоны и южной части зоны лесов составляет 120...200 мм. Иногда такие скопления в пересчете на слой воды достигают 800...1000 мм и более при снегозапасах в открытой степи 50...60 мм.

Таким образом, на опушках леса и в полезащитных лесных полосах общее годовое увлажнение увеличивается на 30...60% в сравнении с увлажнением на открытых полях и на 25...45% больше, чем в крупных лесных массивах. Из сказанного следует, что леса, расположенные на речных бассейнах в виде отдельных боров, колков, лесных полос и т. д., больше увлажняют водосборы, чем крупные лесные массивы. Следовательно, и на величину речного стока размещение леса на водосборе может влиять по-разному (Бочков, 1970).

Не менее важное влияние леса на осадки связано с явлением вертикального перехвата. При выпадении дождя или снега над лесом часть осадков задерживается кронами и стволами деревьев. В дальнейшем одна часть их стекает или падает на землю, другая испаряется. Максимальное количество осадков, которое может быть задержано пологом насаждения, получило название емкость влагозадержания полога. Эта величина зависит от состава и сомкнутости древостоев. В сомкнутых хвойных древостоях она составляет 24...46%, в лиственных — 21...24% дождевых осадков (Молчанов, 1973). Для снега емкость влагозадержания полога в хвойных насаждениях составляет в среднем 22%, в лиственных — 3% (Воронков, 1970). Фактором вертикального перехвата осадков объясняются низкие снегонакопительные свойства густых хвойных древостоев, в которых осадки в большой степени задерживаются сомкну-

тым пологом и испаряются. Только из-за различий в задержании осадков кронами во влагооборот почвы под лиственными насаждениями включается примерно на 140...150 мм влаги больше, чем под еловыми, в том числе около 30...35 мм влаги зимних осадков, большая часть которых участвует в формировании стока. Если учесть, что к моменту ухода под снег запасы почвенной влаги в лиственных насаждениях выше, чем в ельниках, на 35...40 мм, можно считать, что лиственные древостой способны заметно увеличить расход воды на подземный сток. Это дает основание рекомендовать создание насаждений из лиственных пород или с их участием в лесах, имеющих особо важное водоохранное и водорегулирующее значение (Воронков, 1970).

Важный элемент водного баланса ландшафтов — испарение. С испарением, особенно в засушливых местностях, связывают «непродуктивный» цикл водного баланса, поскольку испаряющаяся влага исключается из ресурсов поверхностных и грунтовых вод. В водно-балансовых исследованиях испарение, как правило, подразделяют на физическое испарение с различных поверхностей и транспирацию (десукцию) растительным покровом.

Влияние леса на испарение проявляется следующим образом. Часть осадков, выпадающих над лесом, задерживается древесным пологом, другими ярусами растительности и частично испаряется. Осадки, попадающие на почву, также не все пополняют поверхностные и грунтовые воды. Одна часть их расходуется на физическое испарение, другая транспирируется растительностью всех ярусов леса.

Основные потери запасов почвенной влаги в лесу из-за транспирации деревьями и испарения с поверхности почвы автоматически регламентируются влагонакопительной способностью почв, частотой пополнения запасов почвенной влаги и длительностью засушливого периода. Там, где засушливый период продолжителен, лес может иссушить почву до влажности устойчивого завядания. Прогнозирование скорости и форма кривой расхода представляют значительный интерес для оценки влияния леса на почвенную влагу. В течение продолжительных засушливых периодов, что наблюдается при средиземноморском типе климата, когда продолжительность засухи может превышать 200 дней, — почвы пер-

воначально иссушаются быстро, но постепенно этот процесс замедляется и доходит до ничтожных значений к тому времени, когда содержание почвенной влаги достигнет уровня устойчивого завядания. Этот процесс может быть выражен уравнением

$$Q_{sm} = (Q_{sm0}) (e^{-kt}),$$

в котором состояние почвенной влаги в любое время, в днях,  $Q_{sm}$  равно первоначальному содержанию влаги в нулевой момент (полевой влагоемкости  $Q_{sm0}$ ), умноженному на основание натурального логарифма  $e$  в отрицательной степени, представленному постоянной величиной  $k$ , помноженной на продолжительность периода  $t$ . Постоянная  $k$  — это величина скорости иссушения в лесных условиях. Для древесной растительности она обычно находится в пределах от 0,006 до 0,02, для травянистой — около 0,003 и для почв, лишенных растительности, — 0,001 (Зинке, 1970).

Как известно, разные древесные породы характеризуются различной транспирационной способностью. В связи с этим суммарное испарение в лесу в значительной степени определяется составом лесообразующих пород (табл. 1).

1. Суммарное испарение осадков насаждениями с 1 га (Молчанов, 1973)

Порода	Суммарное испарение насаждениями в возрасте 60 лет		Порода	Суммарное испарение насаждениями в возрасте 60 лет	
	мм	%		мм	%
Сосна	427	79	Береза	385	71
Ель	540	100	Осина	387	72
Дуб	526	96	—	—	—

В целом результаты исследований на лесных и полевых водосборах, расположенных по-соседству, свидетельствуют, что годовое суммарное испарение в лесу бывает на 5...20% выше, чем в поле (Молчанов, 1973; Роде, 1970; Бауэр, Вайничке, 1971).

Различия суммарного испарения с открытых и лесных площадей могут быть эффективно использованы для регулирования водного баланса территорий. В зонах избыточного увлажнения насаждения с повышенной транспирационной способностью предохраняют территории от переувлажнения и заболачивания. Например, в

таежной зоне, где количество осадков превышает суммарное испарение, вырубка коренных словых лесов часто приводит к заболачиванию земель. Восстановление леса на этих площадях прекращает процесс заболачивания. Создание плантаций из эвкалипта, который обладает большой транспирационной способностью, позволило успешно осушить и преобразовать в благодатный край прежде заболоченную и зараженную малярией Колхидскую низменность на Кавказе. В тех природных зонах и странах, в которых остро ощущается дефицит пресной воды, полная или частичная вырубка лесов и замена их луговой и кустарниковой растительностью способствуют увеличению поступления воды в водоемы. Например, в США экспериментально установлено, что вырубкой лесов на водосборах сток воды в водоемы можно увеличить в 1,5...3 раза (Лалл, 1970). В нашей стране, судя по воднобалансовым расчетам (Михович, 1969), лесные массивы, особенно из дубовых насаждений, в вододефицитных степных и лесостепных районах играют иссушающую роль, и этот отрицательный эффект можно исправить заменой лесных массивов системой лесных полос.

Важнейший элемент водного баланса, формирующий доступные для практического использования ресурсы пресных вод, — сток. Достигшая поверхности почвы и не испарившаяся в результате физического испарения и транспирации растительностью влага дает начало инфильтрации воды в почвенно-грунтовую толщу, почвенному, грунтовому и поверхностному стоку.

Инфильтрация — это процесс поступления влаги в почву. Он подразделяется на два этапа: период впитывания, характеризующийся резким понижением интенсивности инфильтрации, и период фильтрации (просачивания), характеризующийся постоянной интенсивностью инфильтрации.

Интенсивность инфильтрации определяется главным образом размером почвенных пор: чем они крупнее, тем интенсивность выше. Размеры пор зависят в первую очередь от гранулометрического состава почвы: чем он грубее, тем поры больше. В связи с этим наибольшей водопроницаемостью обладают песчаные почвы. В почвах суглинистых и глинистых размеры пор определяются также степенью агрегатированности, т. е. содержанием водопрочных почвенных комочков (агрегатов), склеен-

ных органическими и минеральными соединениями. В гумусовых горизонтах эти агрегаты часто достигают нескольких миллиметров в поперечнике и характеризуются достаточной устойчивостью к размывающему действию воды. В таких горизонтах поры имеют тоже большие размеры, поэтому водопроницаемость их велика.

В горизонтах, содержащих мало гумуса, размер агрегатов (так называемых микроагрегатов) небольшой — сотые доли миллиметра. Водопроницаемость таких горизонтов вследствие малого размера пор значительно меньшая. В пахотных горизонтах почв даже с хорошей естественной структурой крупные агрегаты с течением времени разрушаются при механической обработке, в результате чего водопроницаемость таких горизонтов уменьшается. Этому способствует еще размывание агрегатов дождевыми каплями, что ведет к закупориванию почвенных пор глинистыми частицами.

Влияние леса на водопроницаемость почв заключается в следующем. Песчаные почвы и под лесом и под пашней характеризуются близкими величинами водопроницаемости, так как в таких бесструктурных почвах она зависит главным образом от размера зерен песка. При суглинистом и глинистом гранулометрическом составе почва под лесом всегда обладает хорошей структурой. Даже если она сама по себе недостаточно прочна, она сохраняется в результате густой сетки корней, пронизывающих и скрепляющих почву. На пашне даже хорошая, прочная структура постепенно разрушается механическими обработками и дождевыми каплями. Высокая водопроницаемость лесных почв поддерживается еще и лесной подстилкой, которая сама обладает высокой проницаемостью и, кроме того, погашает живую силу дождевых капель и предотвращает размывание и разрушение почвенных комочков.

Как правило, из-за большей рыхлости высокой водопроницаемостью характеризуется лесная подстилка в хвойных и хвойно-лиственных насаждениях и низкой — в лиственных.

Более высокая водопроницаемость лесной почвы, особенно в начальный период инфильтрации, показана на рис. 3. В начальный момент впитывания влаги водопроницаемость полевой почвы примерно в 4 раза ниже, чем лесной. К началу фильтрации с постоянной скоро-

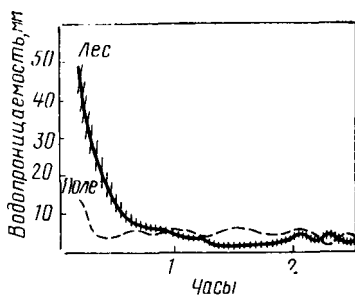
Рис. 3. Изменение водопроницаемости (мм/мин) темносуглинистой подзолистой почвы (по Роде, 1970)

стью эти скорости сравниваются. В других случаях большая скорость фильтрации в лесной почве сохраняется и дальше. В целом, во взрослых насаждениях со сформировавшейся почвенной структурой и лесной подстилкой в большинстве случаев все выпадающие летние осадки поглощаются почвой.

Весной водопроницаемость почв в значительной мере зависит от степени и глубины их промерзания. Если осенью осадков было немного и почва ушла под снег более сухой, она даже в мерзлом состоянии сохраняет свою водопроницаемость, и талые воды весной беспрепятственно впитываются и просачиваются в почву. В лесу этому способствует и замедленное таяние снега. Если почва ушла под снег осенью более увлажненной и затем замерзла, ее водопроницаемость становится ничтожной. Особенно снижает ее ледяная корка, которая образуется во время оттепелей, когда вода просачивается до поверхности мерзлой почвы и замерзает на ней.

Влияние леса на водопроницаемость почв заключается в следующем. В связи с тем, что в лесу снежный покров обычно бывает более мощным, чем на поле, а температура воздуха под древесным пологом зимой выше, почва под лесом промерзает менее сильно и менее глубоко. В лесу гораздо чаще, чем на поле, наблюдается оттаивание почвы снизу, которое заканчивается до начала снеготаяния. В результате этого восстанавливается естественная водопроницаемость почвы и инфильтрация талых вод может совершаться беспрепятственно. Исключением из сказанного является процесс таяния в густых темнохвойных лесах, в которых снеговой покров из-за задержки снега на кронах может быть менее мощным, чем в поле, а промерзание почвы соответственно более сильным и глубоким.

Если интенсивность поступления влаги на поверхность почвы при снеготаянии или при выпадении дождя превышает возможную интенсивность инфильтрации,





определяемую водопроницаемостью почвы в данный момент, часть влаги остается на поверхности почвы и начинает по ней стекать, образуя поверхностный или склоновый сток.

В областях с устойчивым снеговым покровом наибольшее количество влаги поступает в почву чаще всего весной, во время снеготаяния, когда и происходит основное в течение года пополнение запаса влаги в почве. Но есть исключения. Во-первых, в районах с устойчивым снежным покровом талые воды поступают в почву в течение всей зимы во время оттепелей. Во-вторых, в местностях, где нет устойчивого снежного покрова (например, в восточных районах СССР с господствующим муссонным типом распределения осадков) и количество зимних осадков, а следовательно, и талых вод весной мало, запас влаги в основном пополняется в летнее время, когда выпадает максимум осадков.

Кроме весеннего стока, может быть и летний, возникающий при выпадении сильных и продолжительных ливней. Как в лесной, так и в лесостепной зонах ливневый поверхностный сток под лесом, как правило, не возникает из-за высокой водопроницаемости лесных почв.

На пашнях ливневый сток возникает обычно при дождевых осадках не менее 10 мм.

Поверхностный сток принято характеризовать коэффициентом стока. Под этим термином понимается доля влаги, стекающая поверхностным стоком за какой-либо промежуток времени, от общего количества влаги, поступившей за тот же промежуток времени на данную площадь. Коэффициент стока выражается в долях единицы или в процентах.

Коэффициент весеннего стока на песчаных почвах из-за их высокой водопроницаемости очень невелик и варьирует от 0,01 ... 0,02 до 0,10 ... 0,15. Коэффициенты стока с лесных и нелесных площадей отличаются мало.

На суглинистых почвах коэффициент весеннего стока варьирует очень сильно, главным образом в зависимости от степени и глубины промерзания почвы. По наблюдениям в разных точках, он может изменяться от 0, когда вся влага поступает в почву, до 1,0, когда вся снеговая вода стекает поверхностным стоком. Поверхностный сток с лесных площадей на суглинистых почвах в 1,5 ... 3,5 раза ниже, чем с нелесных. На лесных площадях весенний

поверхностный сток начинается лишь после образования почвенной верховодки. Бывают годы, когда весь сток талых вод вследствие медленного снеготаяния переходит во внутрипочвенный. Как правило, наименьшими величинами весенний сток характеризуется на водосборах, покрытых хвойными и смешанными хвойно-лиственными насаждениями, из-за замедленного снеготаяния и повышенной инфильтрационной способности лесной подстилки и почвы.

Величина поверхностного стока талых и дождевых вод в большой мере зависит от проводимых в лесу хозяйственных мероприятий. Исследования в различных природных зонах нашей и других стран показывают, что после сплошной вырубki лесов на водосборах коэффициент поверхностного стока возрастает в 4...5 раз и более в первые годы после рубки в зависимости от ширины лесосек (рис. 4), а затем по мере восстановления леса эти различия уменьшаются до полного выравнивания стока. Сплошные рубки в наибольшей степени увеличивают сток в районах с большим удельным весом зимних осадков (Побединский, 1970).

На почвах различного механического состава влияние леса и сплошных рубок на поверхностный сток не одинаково. На песчаных почвах изменение поверхностного стока в результате сплошных рубок проявляется меньше, чем на суглинистых и глинистых, в связи с различиями в их водопроницаемости. Например, на песчаных почвах в сосновых лесах Белоруссии коэффициент поверхностного стока варьирует от 0,02 до 0,05, а на сплошных вырубках от 0,02 до 0,12 (Побединский, 1970).

Период восстановления водорегулирующих свойств леса после сплошных рубок зависит от скорости восстановления растительного покрова на вырубках и его характера. При обильном и быстром порослевом возобновлении выравнивание поверхностного стока в лесу и на вырубках заканчивается через 5...6 лет после рубки. При искусственном восстановлении леса на вырубках, особенно крупномерным посадочным материалом, выравнивание стока может заканчиваться в более короткие сроки. При последующем естественном возобновлении выравнивание стока наблюдается через 15...20 лет. На вырубках с замедленным процессом возобновления леса, заросших травяной растительностью или используемых под пашни, сенокосы, пастбища, выравнивание по-

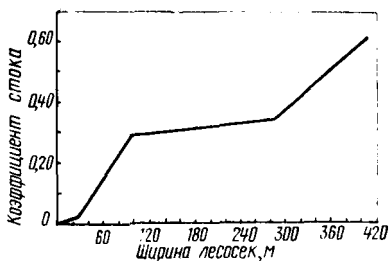


Рис. 4. Поверхностный сток в зависимости от ширины лесосек сплошной рубки (по Молчанову, 1973)

верхностного стока может растягиваться на более продолжительный срок, а иногда наблюдается и дальнейшее увеличение стока (Побединский, 1970).

Иначе изменяется поверхностный сток при постепенных и выборочных рубках леса, когда за каждый прием вырубается лишь часть деревьев и площадь сплошь покрыта лесом. При таких рубках водно-физические свойства лесной почвы и поверхностный сток почти не изменяются, за исключением тех случаев, когда в результате рубок сомкнутость древостоев снижается до 0,5 и менее.

На равнинных территориях, не имеющих склонового стока, сплошные рубки лесов в зонах избыточного увлажнения способствуют возникновению другого отрицательного явления — заболачивания, особенно на почвах с тяжелым механическим составом и низкой водопроницаемостью. В процессе восстановления леса на сплошных вырубках заболачивание прескашивается. При постепенных и выборочных рубках заболачивания, как правило, не наблюдается.

В верхних горизонтах почвы часто встречаются водоупорные глинистые или суглинистые слои с низкой водопроницаемостью, такие, например, как горизонт В в почвах подзолистого типа, поэтому при интенсивном поступлении в почву влаги весной во время снеготаяния или летом при концентрированном выпадении осадков инфильтрация воды в вышележащие горизонты может превышать водопроницаемость водоупорного горизонта и вода может накапливаться над ним. Такая вода получила название верховодки. На горизонтальных местоположениях верховодка застойна и ухудшает аэрацию почвы. На склонах она стекает в почвенных слоях над водоупорным горизонтом и может достигать ручьев, рек, озер и т. д. Это явление называется почвенным стоком. Запас влаги в верховодке обычно невелик, поэтому она быстро расходуется на физическое испарение и транспирацию.

Поступление воды в грунтовые горизонты и стекание ее в толще грунта в ручьи, реки, озера называется грунтовым стоком, а суммарная величина почвенного и грунтового стока — почвенно-грунтовым стоком.

Из-за более высокой инфильтрации влаги в почву в лесу по сравнению с инфильтрацией в поле на лесных водосборах величина почвенно-грунтового стока в 1,5 раза больше, чем на полевых. Почвенно-грунтовой сток характеризуется несколько меньшей скоростью, чем поверхностный, поэтому на лесных водосборах колебания суммарного стока наступают на 4 ... 10 дней позже и их амплитуда значительно ниже, чем на полевых. Особенно четко сглаживающее влияние леса на колебания стока проявляется в периоды половодий, паводков и меженей.

В целом влияние леса на сток заключается в уменьшении поверхностного стока и в увеличении количества талых и дождевых вод, просачивающихся в почву и грунтовые воды. В лесу по сравнению с полем большая часть влаги поступает в почвенно-грунтовой сток и не участвует в процессе физического испарения. В результате такой трансформации сток рек увеличивается с увеличением лесистости их водосборов и выравнивается на протяжении всего сезона.

В Заволжье, Подмосковье, западных и северо-восточных районах европейской части нашей страны на каждые 10% увеличения лесистости бассейнов рек увеличивается сток на 9 ... 14 мм (Рахманов, 1962). В разных районах страны, включая степные и лесные зоны, с увеличением лесистости речных бассейнов от 0 до 10% увеличение стока составляет 18 ... 28 мм, от 11 до 20% — 7 ... 16 мм, от 21 до 30% — 5 ... 12 мм, от 31 до 60% — 6 ... 11 мм (Бочков, 1970).

Наряду с регулированием поверхностного и почвенно-грунтового стока леса играют большую роль в предохранении водных ресурсов от физического, химического, биологического и теплового загрязнения. Известно, что продукты водной эрозии почвы, поступающие со стоком в реки, озера, водохранилища и прочие водоемы, снижают чистоту воды, способствуют заилению и образованию наносов. Ущерб от заиления судоходных рек продуктами эрозии составляет ежегодно 20 млн. руб., а от заиления прудов и водохранилищ — 30 млн. руб. (Соболев, 1948). Чистая вода нужна не только человеку, но и промышлен-

ным предприятиям. Загрязнение водосмов снижает содержание кислорода в воде, что очень вредно сказывается на жизнедеятельности водной фауны и флоры.

Лесной покров до минимума снижает водную эрозию почвы. После сведения леса смыв почвы может достигать 500 ... 600 м<sup>3</sup>/га. Не защищенные лесом водоемы в результате заиления и образования наносов быстро мелеют. Подобный процесс характерен, например, для Куйбышевского и Цимлянского водохранилищ (Сенкевич, 1969). Многие водохранилища за несколько лет заиляются на 70% и более (Смирнов, 1977).

Поверхность обезлесенных водосмов получает во много раз большее количество солнечной энергии в сравнении с облесенными. В связи с этим температура воды в них может быть на 7 ... 8°C выше (Молчанов, 1973). Такое повышение температуры воды в жаркие погодные периоды отрицательно влияет на фауну. Известно, что обмен веществ у рыб зависит от температуры воды. Повышение температуры воды на 10°C увеличивает у них потребность в кислороде в 2 ... 3 раза. Известны случаи, когда вырубка лесов по берегам небольших рек приводила к гибели отдельных видов рыб.

Повышение температуры воды в результате сведения леса может иметь неблагоприятные последствия для коммунального и промышленного водоснабжения в связи с изменением ее вкуса, запаха и химических и охлаждающих свойств. Считают, что повышение температуры воды более чем на 3°C сверх увеличения, вызванного погодными условиями, неблагоприятно для вышеуказанных целей (Таррент, 1970).

Регулировать нагрев воды в реках и других водоемах можно посредством лесохозяйственных мероприятий, создавая затеняющие лесные полосы. Ручьи могут затеняться кустарниками, а реки полосами из деревьев. В этом случае максимальное увеличение температуры воды не будет превышать 10°C. Затеняющие полосы могут быть размещены по берегам рек с некоторыми разрывами для устройства пляжей и т. д. (Молчанов, 1973).

Качество пресной воды в большой степени зависит от содержания в ней растворенных химических веществ. Лесные насаждения положительно влияют на качество воды, снижая ее жесткость, увеличивая щелочность и улучшая органолептические свойства.

В связи с интенсивной рубкой лесов, широким приме-

нением минеральных и органических удобрений в сельском хозяйстве, сбросом сточных вод в водоемы возникает проблема химического и бактериального загрязнения водоемов.

В докладе Международной организации здоровья ООН указывалось, что 85% всего человечества потребляет вредную для здоровья воду (Бауэр, Вайничке, 1971). Ежегодно от потребления загрязненной питьевой воды заболевает около 500 млн. человек. По статистическим данным, в странах Западной Европы каждые сутки в водоемы поступает 400 л и более бытовых и промышленных сточных вод на каждого жителя. В крупнейшую клоаку Европы превращен Рейн. В него ежедневно только из Рурской промышленной области попадает до 30 тыс. кг фенола. Количество хлоридов, которые приносит Рейн со своими водами в Нидерланды, составляет в среднем 225,6 кг/с. Чтобы сделать воды Рейна пригодными к потреблению, требуются дорогостоящие очистные сооружения. Из-за повышенного загрязнения вод почти во всех крупных реках Западной Европы купание запрещено. Загрязненные органическими веществами воды водоемов представляют отличную среду для развития простейших организмов. Они становятся источником опасных заболеваний. Черный гнилостный ил, выделяющий сероводород, покрывает дно загрязненных сточными водами водоемов. Загрязнение вод наносит огромный ущерб народному хозяйству и принимает такие размеры, что требуются огромные средства для его устранения.

Лес — одно из эффективных средств предотвращения загрязнения воды. В воде облесенных водоемов содержание химических веществ обычно невелико (до 0,9 мг/л), после вырубki леса содержание их возрастает в 50 раз и более (Таррант, 1970). С каждого квадратного километра облесенных водосборов в водоемы поступает до 7 т растворенных химических веществ, на необлесенных водосборах эта величина возрастает до 17 т/га (Воронков, Соколова 1953). В результате такого сильного химического загрязнения вода становится непригодной для использования в бытовых и промышленных целях, часто наблюдается зацветение водоемов в результате интенсивного размножения водорослей и т. д.

Особого внимания заслуживает вопрос о влиянии леса на бактериологические показатели воды. Нормами

допустимого содержания бактерий в воде максимальный их уровень предусматривается в пределах 10 000 колоний на 100 мл по общему содержанию кишечных палочек (Таррант, 1970). В ряде случаев из-за сброса в водоемы неочищенных коммунальных и сельскохозяйственных сточных вод содержание бактерий в воде превышает допустимые нормы.

Леса могут быть эффективным средством предохранения пресных вод от бактериального загрязнения. Исследования показали, что бактериологические показатели воды, проходящей через лесные насаждения, намного лучше, чем воды с открытых территорий. Количество бактерий в воде, проходящей через лесные полосы, может быть в 2 ... 25 раз меньше по сравнению с их количеством в воде, прошедшей через поле (Николаенко, 1970).

Различные древесные и кустарниковые породы неодинаково влияют на изменение качества воды, проходящей через лесные насаждения. Если мутность воды, стекающей с безлесной площади, составляет 100%, то после прохождения соснового насаждения она уменьшается до 20, вязового — до 17, дубового с ясенем до 15%. Если в 1 л воды, поступающей в водохранилище с выгона, содержится 100% кишечных палочек, то после прохождения ее через вязовое и акациевое насаждения численность этих бактерий снижается в 10, через сосновое — в 18 раз, а через дубовое с примесью ясеня — в 23 раза. На резкое улучшение качества воды, проходящей через лесные насаждения, указывают и данные колититра, который у воды, прошедшей через сосновое насаждение, равен 20, через смешанное дубовое — 15, а у воды, поступающей с выгона, лишь 1,1 (Спиридонов, 1965). Таким образом, лес влияет как на улучшение качества воды, так и на количественные составляющие круговорота воды (осадки, сток, испарение) и может быть эффективно использован в решении проблем регулирования и охраны водных ресурсов, защиты от эрозии, химического и бактериологического загрязнения вод и др. (рис. 5).

Накопленный опыт при комплексном изучении водоохранно-защитной роли лесов позволяет организовать и вести хозяйство без ущерба водным ресурсам. На основании исследований для отдельных природных зон нашей страны разработаны нормы оптимальной лесистости водосборов, при соблюдении которых сохраняются и улуч-

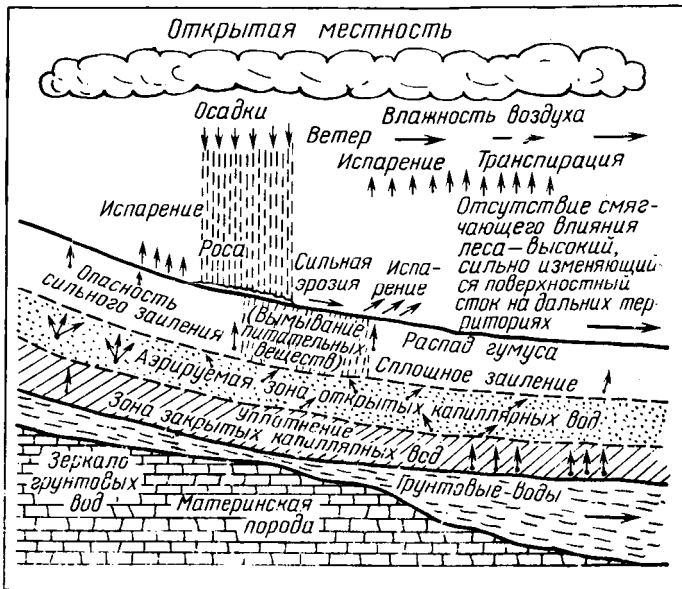
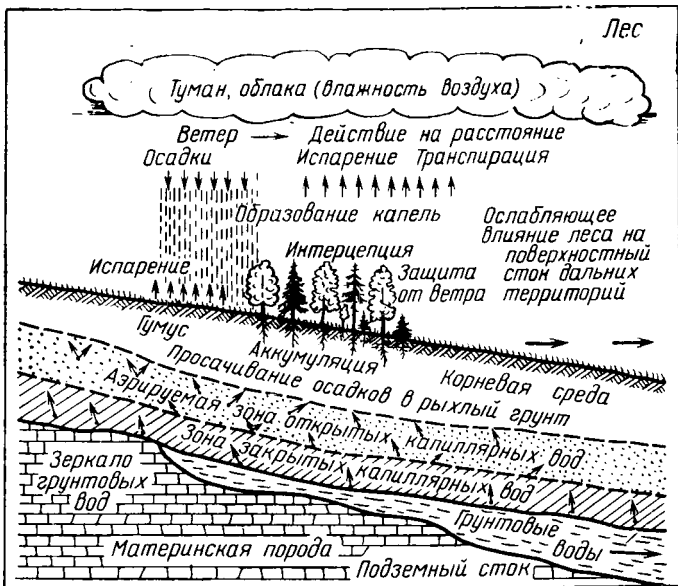


Рис. 5. Водный баланс территории до и после сведения леса (по Бауэру, Вайничке. 1971)



шаются водоохранные и водорегулирующие свойства леса и водный баланс территорий.

Нормы оптимальной лесистости зависят прежде всего от природных условий того или иного лесорастительного района. Если в зонах избыточного увлажнения оптимальная лесистость составляет 60% и более, то в засушливых районах она может быть 25% и значительно меньше. В пределах одного лесорастительного района оптимальная лесистость водосборов может изменяться в зависимости от водно-физических свойств почвы.

На почвах тяжелого механического состава оптимальная лесистость должна быть меньше, чем на легких почвах.

На почвах разного механического состава (с учетом лесоосушительной мелиорации) оптимальная лесистость (по Молчанову, 1973) составляет (%):

Глинистые, дерново-подзолистые . . . . .	50
Суглинистые, дерново-подзолистые . . . . .	40
Супесчаные, дерново-подзолистые . . . . .	30
Темно-серые и серые суглинистые . . . . .	25
Выщелоченные черноземы . . . . .	20
Песчаные почвы (абсолютно лесные) . . . . .	100
Перегноино-торфяно-глеевые на покровных супесях . . . . .	100

В тех районах, где остро ощущается дефицит воды, для увеличения полного стока возможно снижение нормы оптимальной лесистости путем сплошной вырубki всех или части лесов и замены их менее интенсивно потребляющей воду травянистой, кустарниковой или древесной растительностью.

Подобные исследования и работы широко проводят в США. Так, по данным американских ученых, увеличение стока в первый год после сплошной рубки леса на небольших водосборах в западной части Северной Каролины составило от 152 до 432 мм. В Западной Виргинии сплошная рубка леса на водосборах и последующее уничтожение древесной растительности гербицидами увеличили сток на 203... 406 мм, в Нью-Хемпшире — на 203... 356 мм (Лалл, 1970). Размеры увеличения полного стока в результате рубки лесов во многом зависят от водопотребляющих свойств лесобразующих древесных пород. В Уэгон-Уил-Гэп в штате Колорадо сплошная рубка древостоя осины обеспечила годовое увеличение стока на 25 мм, а сплошная рубка насаждений из пихты и псевдотсуги в центральной части Аризоны — на 76 мм.

В Аризоне и Калифорнии после сведения зарослей чаппорала и создания травяного покрова было достигнуто увеличение стока на 51 ... 356 мм в год (в зависимости от количества зимних осадков). В западной части штата Орегон сплошная рубка дугласовой пихты сопровождалась увеличением годового поступления воды на 460 мм. Таким образом, сплошная рубка небольших массивов может дать заметное увеличение общего стока. Возьмем для примера лесной массив водосборного бассейна площадью 1600 га, ведение хозяйства в котором направлено на получение пиловочника при обороте рубки в 80 лет. Сплошная рубка в нем будет проводиться ежегодно на 20 га. Если в первый год увеличение стока составит 254 мм, а затем будет линейно снижаться до нуля в десятилетнем цикле, то среднее годовое увеличение общего стока на площади 1600 га составит около 13 мм, что соответствует 208 млн. л в год. Это увеличение удовлетворит потребности в воде дополнительно 845 человек (600 л на 1 человека в сутки) или обеспечит орошение дополнительно 137 га при общем уровне полива 152 мм.

Перспективно увеличение полного стока путем сплошной рубки полосами, прилегающими к водотокам, где предполагается высокий уровень потребления воды. Рубки вдоль берегов могут дать благоприятные результаты в аридных и семиаридных районах, где произрастают различные бесполезные фреатофиты. Потребление воды фреатофитами настолько велико, что уничтожение их — одно из важнейших средств увеличения водоснабжения. Фреатофиты поглощают 610 ... 1220 мм воды в год. Сколько ее можно сберечь, вырубив некоторые из главных потребителей воды — тополь, ольху, тамарикс и др.? Подсчитано, что, если на 25% сократить потребление воды фреатофитами в 17 западных штатах США, то количество сэкономленной воды составит 7,5 млрд. м<sup>3</sup>.

Обширная программа борьбы с фреатофитами в США осуществлена в долине Рио-Гранде. В одном районе строительство оросительного канала на свободной от фреатофитов площади сберегло, по имеющейся оценке, 620 млн. м<sup>3</sup> воды в год. В другом районе вырубка фреатофитной растительности на 2145 га позволила сберечь 17 млн. м<sup>3</sup> воды в год.

Вместе с тем увеличение полного стока путем сплошной рубки лесов на водосборах, по берегам рек и водоемов может иметь неблагоприятные последствия (воз-

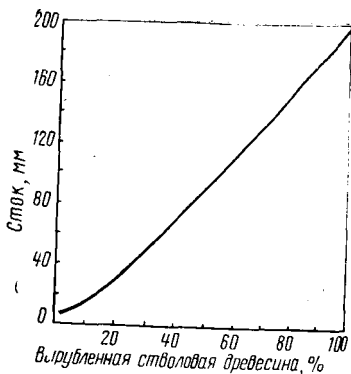


Рис. 6. Сток осадков в зависимости от процента вырубленной древесины (по Молчанову, 1973)

никновение паводков, наводнений, водной эрозии почвы и т. д.), поэтому во всех случаях вырубка лесов должна сопровождаться заменой их менее интенсивно потребляющей воду защитной растительностью, сохранением лесной подстилки и почвы. Исследования в США показали, что замена хвойного леса менее потребляющим воду лиственным способствует увеличению полного стока на 60... 100 мм в год, при этом водоохранно-защитные свойства леса изменяются незначительно (Лалл, 1970).

Увеличения полного стока при сохранении водоохранно-защитных свойств леса можно добиться и путем несплошных рубок, типа выборочных, постепенных, а также рубок ухода в молодняках. При таких рубках на водосборах сток воды возрастает пропорционально количеству вырубаемой древесины (рис. 6).

Максимального снегонакопления, позднего таяния и стока можно достичь, применяя рубки кулисного типа, при которых лес вырубает полосами, чтобы обеспечить затенение, когда солнечные лучи падают на поверхность склона под углом, наиболее близким к прямому. Рубка чересполосного типа позволяет создать стену спелых деревьев для затенения и свести к минимуму отраженное излучение. Ширина полос должна быть равна примерно половине высоты среднего дерева на южных склонах крутизной менее  $20^\circ$  и от однократной до четырехкратной высоте дерева на северных склонах крутизной более  $20^\circ$ . Промежутки между полосами должны соответствовать числу приемов рубки в обороте. Применение этой системы в США сократило зимние потери воды от сочетания перехвата, испарения с поверхности снежного покрова и транспирации на 137 мм. Летние и осенние потери от перехвата влаги пологом и транспирации составили в среднем 56, 102 и 117 мм на глубине почвогрунта соответственно 91, 122 и 152 см. Таким образом, если

вырублена полосами  $\frac{1}{3}$  всего насаждения (по площади), то при аккумуляции воды около 254 мм годовое увеличение стока составит 85 мм (Лалл, 1970).

В земледельческих безлесных районах, находящихся в зонах недостаточного и неустойчивого увлажнения, дефицит воды, лимитирующий урожайность сельскохозяйственных культур, может быть в значительной степени восполнен созданием систем противоэрозионных, защитных и водопоглотительных лесных полос. Расчеты показывают, что, создав подобные системы лесных полос, через 10 ... 15 лет можно снизить поверхностный сток с пашен в 2 раза, снос снега в 3 раза, непродуктивное испарение на 15 ... 20%, что увеличит водообеспеченность земледелия в 1,4 ... 1,5 раза (Овсянников, 1968).

На основании многочисленных исследований в СССР и зарубежных странах установлено, что не все леса в одинаковой степени выполняют водорегулирующие и защитные функции. Например, леса на водосборах играют преимущественно водорегулирующую роль, а леса по берегам рек и других водоемов — защитную и водопоглотительную. Это учитывается в нашей стране и некоторых других странах при делении лесов на группы по функциональному назначению. Для каждой группы лесов разрабатывают определенные системы хозяйственных мероприятий, направленные на улучшение специальных функций лесов.

В СССР водоохранно-защитные леса наряду с другими лесами защитного значения отнесены к I группе. На основании специальных исследований для многих районов страны разработаны нормативы выделения водоохранно-защитных лесов по берегам рек, озер, водохранилищ, минеральных источников и т. д. (Рубцов, 1972). В качестве защитных лесов вдоль рек следует выделять леса на меженных берегах, поймах, склонах коренных берегов речных долин, водопоглотительной полосе для защиты бровки коренного берега долины реки, расположенной на забровочной территории (50 ... 200 м, в зависимости от механического состава почвы, уклона забровочной территории и древесной породы).

Вдоль рек выделяют три категории лесов: запретные полосы; берегозащитные полосы в пределах запретных полос и полосы вдоль нерестовых рек.

По данным института «Союзгипролесхоз» (Никола-

енко, Плотников, Воронина, 1973), главные особенности ведения лесного хозяйства в лесах запретных полос вдоль рек, озер и других водоемов заключаются:

в максимальном увеличении лесопокрытой площади в запретных полосах и равномерном размещении лесов по водосборной площади бассейна реки при оптимальной лесистости;

в применении равномерно-, группово-выборочных, постепенных и сплошных узколесосечных рубок в тех случаях, когда выборочные или постепенные рубки с лесоводственной точки зрения не оправданы;

в производстве культур тех древесных и кустарниковых пород, которые по своим защитным свойствам наиболее отвечают условиям местоположения;

в выращивании таких лесных насаждений, которые с учетом водоохранного значения обеспечивают наибольшую продуктивность насаждений и сокращают до минимума лесовосстановительный период.

Лесовосстановительные рубки в лесах запретных полос вдоль рек, озер и других водоемов должны быть направлены на повышение водоохраных, почвозащитных, климатологических, санитарно-гигиенических и других функций. Одновременно с этим они должны обеспечивать своевременное использование древесины без потери ее технических качеств, улучшение возрастной структуры и повышение качественного и породного состава насаждений. Способ рубок в лесах запретных полос зависит от назначения, состава и продуктивности, возрастной структуры и полноты насаждений. Учитывая комплекс факторов, выбирают такой способ рубки, который способствует наилучшему выполнению насаждениями водорегулирующих, почвозащитных и других функций. Способ рубки леса должен обеспечить лесовосстановление и формирование насаждений нужного породного состава и высокой продуктивности.

К лесоводственным мероприятиям, способам и технологии рубок предъявляются следующие требования:

1. Непрерывное сохранение лесной среды, при котором все компоненты лесного биогеоценоза совокупно выполняют защитные функции. Это достигается слабым или умеренным прореживанием древесного полога выборочными или постепенными рубками средней интенсивности.

2. Немедленное восстановление леса на вырубках же-

лательными породами путем сохранения подроста, быстрого последующего возобновления или создания лесных культур. В этих условиях наиболее эффективны постепенные рубки, которые позволяют не только сохранить, но и получить подрост главных пород. Примерно такая же цель достигается узколесосечными сплошными рубками.

3. Улучшение санитарного состояния и качественного состава насаждения путем удаления в первую очередь больных, поврежденных деревьев, а также деревьев с пониженным приростом и всех или части деревьев второстепенных пород.

4. Получение максимального прироста древесины на лучших деревьях. Постепенные и выборочные рубки активизируют физиологические процессы (фотосинтез, транспирацию и т. п.) остающихся деревьев, способствуют повышению продуктивности леса и его защитных свойств.

В результате проведения комплекса лесохозяйственных мероприятий должно быть достигнуто равномерное распределение лесов по всей площади водосбора с оптимальной лесистостью.

Рубки ухода за лесом в запретных полосах вдоль рек, озер и других водоемов должны обеспечивать улучшение породного состава насаждений, повышение качества и устойчивости насаждений, сокращение сроков выращивания спелой древесины, увеличение размера пользования древесиной с единицы площади. Лесовосстановление в запретных полосах по берегам рек и вокруг водохранилищ должно обеспечить в короткий срок (5... 10 лет) облесение всех не покрытых лесом площадей.

Для успешного развития посадок в прирусловой части поймы на русловых песках большое значение имеют лесорастительные свойства русловых песков, высота над меженью, мощность наносных отложений, ход спада талых вод, глубина залегания грунтовых вод, влажность песков в период вегетации и погодные условия вегетационного периода. Чтобы сохранить посадки от отрицательного влияния паводка, льда и других факторов, их не следует доводить до меженного уреза воды. Практика показала, что нижней предельной отметкой создания культур являются 100 см над средним меженным уровнем воды в реке. На площадях, расположенных ниже этой от-

метки, необходимо создавать аэрогидрофитный пояс из полуводных растений — тростника, камыша и др.

На участках, выделенных для облесения, посадки могут быть сплошные и кулисные. В кулисных посадках полосы насаждений чередуются с полосами голых песков. Наиболее надежно закрепляет наносы сплошная посадка. Однако, как показали наблюдения, кулисные посадки сокращают расход на облесение и способствуют естественному облесению песков (заращению самосевом межкулисных полос).

Для повышения производительности лесов запретных полос рекомендуется посев люпина под пологом леса и при создании лесных культур. Однако на очень сухих глубоких рыхлых песках и на сырых и мокрых почвах люпин сеять не следует.

Реконструкция насаждений представляет собой полную или частичную замену насаждений, которые не могут удовлетворительно выполнять водоохранную и водорегулирующую роль или неэффективно используют лесные земли. В результате реконструкции можно вырастить сложные по форме и смешанные по составу насаждения, отличающиеся хорошими водоохранными свойствами. Реконструкции подвергают следующие насаждения: молодняки, в составе которых преобладают малоценные древесные породы; низкополнотные молодняки как естественного, так и искусственного происхождения; насаждения более старшего возраста при полноте 0,4 и ниже, а также насаждения, находящиеся в неудовлетворительном санитарном состоянии и плохо выполняющие водоохранно-защитную роль.

В зависимости от лесорастительных зон и условий местопроизрастания реконструкцию насаждений осуществляют частичной заменой малоценных пород в молодняках с незначительной примесью главных пород, заменой малоценных молодняков, не имеющих в своем составе главных древесных пород, а также совершенно неудовлетворительных по своему состоянию и водоохранно-защитной роли.

В водоохранно-защитных лесах работники лесного хозяйства обязаны вести постоянные наблюдения за возникновением пожаров, очагов вредителей — лесных насекомых и грибных болезней, так как эти факторы приводят к разрушению насаждений и ухудшению их водорегулирующих и защитных свойств.

Побочные пользования лесом могут сильно влиять на его состояние, т. е. на все формы его защитно-водоохранной службы. Из всех видов побочного пользования лесом наиболее вредное воздействие на него оказывает пастьба скота. При нерегулируемой интенсивной пастьбе совершенно исчезает подлесок, нарушается связанность подстилки и структура почвы. Это приводит к резкому снижению способности леса задерживать и осажать аллювий (прежде всего грубого механического состава), уменьшает устойчивость почвы против эрозии, уменьшает ее водопоглотительные свойства, увеличивает вынос продуктов эрозии в реки.

Организация побочных пользований в лесу должна соответствовать действующей инструкции. Однако прирусловые поймы и крутые склоны не должны быть местом выпаса скота. На покатых склонах пастьба может быть допущена в самых ограниченных размерах. При появлении признаков заметного нарушения подстилки, уплотнения почвы и образования потоков воды по склону во время снеготаяния и ливней пастьба скота должна быть немедленно запрещена.

В лесах, выполняющих водоохранно-защитную роль, нельзя допускать сбор лесной подстилки и корчевку пней. Любые разработки недр на территории водоохранно-защитных лесов следует проводить с учетом особенностей рельефа, чтобы не вызвать эрозионных процессов. По окончании разработки отвалы и другие обнаженные площади должны быть облесены.

Леса на водосборных бассейнах рек, озер и водохранилищ выполняют преимущественно водорегулирующую роль и относятся к категории защитно-эксплуатационных. В таких лесах, по данным В. Т. Николаенко и др. (1973), лесоводственные мероприятия должны сохранять и усиливать почвозащитные, водоохранные и водорегулирующие функции насаждений, предупреждать возникновение эрозионных процессов, улучшать условия местопроизрастания для восстановления естественным путем хозяйственных пород, повышать продуктивность и улучшить общее состояние лесов.

Способы рубок и технологию лесосечных работ устанавливают в зависимости от биологических особенностей древесных пород, типов леса, крутизны и экспозиции склонов, условий лесовозобновления, устойчивости почв против эрозии, наличия и состояния подроста глав-



ных пород. Они должны обеспечивать сохранение максимального количества жизнеспособного подроста главных пород и способствовать успешному восстановлению леса на вырубках в кратчайший срок хозяйственно-ценными породами.

В зависимости от состава насаждений, биологических особенностей древесных пород, крутизны и экспозиции склонов, а также от условий местопроизрастания и характера лесовозобновления в защитно-эксплуатационных лесах осуществляют сплошные добровольно-выборочные, постепенные и группово-выборочные рубки. Рубки ухода в этих лесах направлены на улучшение породного состава, санитарного состояния и особенно на сохранение и повышение защитной и водоохранной роли. Высота над уровнем моря, крутизна и экспозиция склонов, мощность и противэрозионная устойчивость почвы, а также состояние насаждений определяют характер и интенсивность рубок ухода.

Лесовосстановление в защитно-эксплуатационных лесах предусматривают в основном естественное, поэтому в процессе рубки должно быть обеспечено сохранение максимального количества жизнеспособного подроста и второго яруса главных пород. После окончания лесозаготовок сильно поврежденные подрост и молодняк дуба, ясеня и других твердолиственных пород вырубает.

При постепенных и группово-выборочных рубках каждый последующий прием рубки можно осуществлять только в том случае, если на лесосеке есть достаточное для восстановления леса количество жизнеспособного подроста главных пород. За оставшимся на лесосеке подростом хвойных и твердолиственных пород ведут уход, заключающийся в освобождении его от порубочных остатков и угнетения подлеском и покровом. Если подрост нет, предпринимают меры содействия естественному возобновлению или создают лесные культуры.

Побочным пользованием в защитно-эксплуатационных лесах является пастьба скота. На участках, поступающих в рубку, пастьбу скота запрещают за 10 лет до рубки. Не разрешается также пастьба скота в молодняках I класса возраста, на особо защитных участках леса и участках, на которых предприняты меры содействия естественному возобновлению.

### 3. ЛЕС И АТМОСФЕРА

Загрязнение атмосферного воздуха — актуальная проблема нашего века. Она выходит за рамки национальной или региональной проблемы.

Природная среда стала заметно меняться в связи с возросшим воздействием человечества на внешнюю среду и эксплуатацией природных ресурсов.

Научно-технический прогресс второй половины XX века характеризуется огромным потреблением энергетических ресурсов, которое исчисляется миллиардами тонн каменного угля, нефти, горючих газов, торфа, сланцев и т. п.

За год сжигается более 8 млрд. т условного топлива, при этом в атмосферу выбрасывается (с учетом очистки) около 20 млрд. т окиси углерода и более 700 млн. т других пылеватых, паро- и газообразных соединений, включая канцерогенные углеводороды. Кроме того, в атмосферу поступает 1,53 млн. т кремния, 1,5 млн. т мышьяка, более 1 млн. т никеля, 900 т кобальта, по 600 тыс. т цинка и сурьмы, а также других вредных веществ. Это и является причиной очагового загрязнения биосферы<sup>1</sup>.

Сельское хозяйство вступило на путь индустриального развития и характеризуется высоким уровнем использования удобрений, пестицидов и других физиологически активных веществ. Ежегодно на поля поступает более 300 млн. т минеральных удобрений и до 4 млн. т пестицидов.

Неотъемлемая сторона технико-экономического прогресса — рост транспортных средств, особенно автомобилей и самолетов. Небывалыми темпами развивается промышленность органического синтеза. Научно-технический прогресс нашего времени, создавший немало жизненных благ, принес определенный ущерб окружающей среде, нарушив естественный круговорот веществ и энергии в природе. Преобразовательная деятельность человека вызвала значительные, хотя и не всегда оправданные изменения в биосфере. Многие вещества индустриального и сельскохозяйственного производства не утилизируются в биологическом круговороте веществ. Под угрозой загрязнения оказались все компоненты биосферы и прежде всего атмосферный воздух. Источников загрязнения

<sup>1</sup> Природа, техника, человек. Серия «Наука о земле»/ Под ред. Н. А. Касаковской. — М., 1978, № 10.

атмосферы с каждым годом становится все больше. Их можно разделить на три группы: промышленные отходы (включая отходы транспорта и энергетических установок), пестициды и радиоактивные вещества. Другие источники (поверхность Земли, природные явления, бытовые процессы и т. д.) менее существенны и менее постоянны.

Наиболее распространенные загрязняющие воздух вещества, выбрасываемые энергетическими установками, промышленностью, транспортом, следующие (Новиков, Дударев, 1978):

Группа	Загрязняющие вещества
Твердые частицы	Летучие: зола, пыль, окись цинка, силикаты, хлорид свинца
Соединения серы	Сернистый ангидрид, серный ангидрид, сероводород, меркаптаны
Органические соединения	Альдегиды, углеводороды, смолы
Соединения азота	Окись азота, двуокись азота, аммиак
» кислорода	Озон, окись углерода, углекислый газ
» галогенов	Фтористый водород, хлористый водород
Радиоактивные соединения	Радиоактивные газы, аэрозоли

Значимость основных и дополнительных источников загрязнения воздуха различна в разных городах и странах и меняется с развитием промышленности, энергетики и транспорта, а также благоустройства. Наиболее распространенное загрязняющее воздух вещество — углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ), поступление которого только в результате хозяйственной деятельности человека равно 15 млрд. т ежегодно. Основное количество углекислого газа поступает в атмосферу при сжигании газа, горючих сланцев, дров, торфа, а также при лесных пожарах. За последние 100 лет содержание  $\text{CO}_2$  в воздухе увеличилось на 10% (Виноградов, 1973). Если 30 лет назад мы дышали воздухом, в котором было 30 частей углекислого газа на 100 тыс. частей воздуха, то теперь эта доля возросла до 33,5 частей. Установлено, что примерно за столетие (с 1860 по 1963 гг.) содержание двуокиси углерода в атмосфере увеличилось с 0,027 до 0,323%. Ряд ученых сходятся во мнении, что при сохранении существующих темпов поступления углекислого газа в атмосферу общее его количество к 2000 году достигнет 0,04%, а доля кислорода уменьшится.

По расчетам ученых США и ФРГ, кислорода в этих

странах потребляется примерно в 2 раза больше, чем образуется в процессе фотосинтеза. Вместе с тем наблюдается сокращение площади лесов — главного производителя кислорода. На долю лесов приходится около  $\frac{2}{3}$  продукции фотосинтеза наземных растений, или почти половина общей продукции фотосинтеза на планете (Митрюшкин, Шапошников, 1977). Если Европе для уничтожения лесов потребовались многие века, то в Северной Америке за два века было вырублено 160 млн. га лесов из общего количества 170 млн. га. Огромный ущерб нанесен лесам Африки, площадь которых за короткое время уменьшилась в 3 раза. Таких примеров из истории истребления лесов можно привести много.

Одну треть вредных веществ, поступающих в атмосферу, составляет окись углерода (СО) — продукт неполного сгорания топлива. Угарный газ поступает в воздух с выхлопными газами автомобилей, от энергетических установок, предприятий черной металлургии, коксохимии, нефтепереработки и др. Несмотря на то что ежегодно выбрасывается в атмосферу 250 млн. т окиси углерода, глобального накопления ее в биосфере не наблюдается, так как значительная часть ее поглощается зелеными растениями и почвенными микроорганизмами. Известно 16 видов почвенных грибов, которые используют ее в своем биологическом цикле. Тем не менее накопление окиси углерода в атмосфере крупных городов значительно. Установлено, что среднесуточное поступление ее в воздух Лос-Анджелеса равно 9000 т, Нью-Йорка — 4000 т (Lindquist, 1971). По данным компании «Дженерал электрик», рассчитанный выброс окиси углерода одним двигателем самолета «Боинг-2707» достигает 650 кг/ч. Угарный газ опасен тем, что соединяется с гемоглобином крови в 200...300 раз быстрее кислорода, поэтому он может вызвать тяжелые отравления даже со смертельным исходом. Кроме того, содержание его в воздухе способствует превращению окиси азота в двуокись, которая является составной частью ядовитых фотохимических смогов

Естественным путем и при сжигании серусодержащего топлива в атмосферу выделяется 250 млн. т в год окислов серы ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$  и др.), в том числе промышленного происхождения 75 млн. т, из них только за счет сжигания угля 70% (в США — 30 млн. т, Англии — 5, ФРГ — 5, Италии — 2 млн. т). В США на окис-

лы серы приходится 20% загрязнения атмосферы вредными веществами (Lindquist, 1971).

Основные источники загрязнения атмосферы: энергетические установки, предприятия цветной металлургии и машиностроения, угольной, суперфосфатной промышленности и частично транспорт. В связи с большой распространенностью серы в природе образование сернистого ангидрида и его поступление в воздух — явление довольно частое: в атмосфере Нью-Йорка ежегодно находится 1,5 млн. т сернистого ангидрида, Парижа — 178 тыс. т. Соединяясь с водой, окислы серы образуют серную и сернистую кислоты, которые обостряют заболевания дыхательных путей у человека и животных, обжигают растения, подкисляют почвы, ускоряют процессы коррозии металлов и т. п. Сернистый ангидрид — одна из активных действующих частей лондонских «токсических туманов» и активный компонент формирования фотохимического смога.

Распространенные вещества, загрязняющие атмосферу, — окислы азота, которые попадают в воздух из двигателей внутреннего сгорания, различных топок, при лесных пожарах. В год их поступает в атмосферу 53 млн. т. Автотранспорт в США выбрасывает в воздух 6 млн. т окислов азота, а всего их поступает в атмосферу 20 млн. т, в ФРГ — более 12 млн. т ежегодно. Соединения азота — составная часть фотохимического смога.

Углеводороды в атмосферу городов поступают от различных источников загрязнения, среди которых наиболее значительные — нефтеперерабатывающие предприятия и транспорт. В 1966 г. общее количество углеводородов, выбрасываемых в атмосферу автомобильным транспортом в США, по расчетным данным, составило 12 млн. т, заняв второе место после окиси углерода.

Анализ качественных характеристик выбрасываемых в атмосферу ингредиентов за ряд лет показал, что в СССР основные стационарные источники загрязнения воздуха — ТЭС (27,5%), черная и цветная металлургия (19,1%), нефтеперерабатывающая (7,9%), химическая (5,1%), нефтехимическая (2,9%) и другие отрасли промышленности.

Загрязнение воздуха вредными веществами в результате выхлопов автотранспорта — международная проблема. В 1900 г. во всем мире насчитывалось

11 тыс. автомобилей, сейчас их около 270 млн. К концу текущего столетия автомобильный парк мира увеличится в 7...12 раз. В 1976 г. 260 млн. автомобилей ежегодно выбрасывали в атмосферу около 0,5 млн. т окиси углерода, 100 тыс. т углеводородов, 26 тыс. т окиси азота, бензопирена и т. п. Всего в выхлопных газах обнаружено до 200 различных веществ, из которых только пять нетоксичны. В 1970 г. в США удельный вес загрязняющих веществ, приходящихся на долю автомобилей, составил (%): углерода 48, окиси углерода 59,1, окислов азота 34,9. В Японии в том же году удельный вес углеводорода, выбрасываемого автомобилями, составил 57,3% всех загрязняющих веществ, окиси углерода — 93, окислов азота — 23%. В таких крупных городах, как Нью-Йорк, Лос-Анджелес, Токио, степень загрязнения воздуха выхлопными газами достигает 90%. В СССР на долю автотранспорта приходится 13% веществ, загрязняющих атмосферу.

В экологии существует понятие *коэффициент вредности*, выражающий отношение между каждым объектом и суммой вредных явлений, которые он вызывает. Автомобиль в течение своего жизненного цикла производит столько загрязняющих веществ, сколько весит он сам (Сент-Марк, 1977).

Поступающие в атмосферу города углеводороды, окислы азота, окись углерода и другие вещества под активным воздействием солнечного излучения в диапазоне длин волн 300...400 (в северных городах — в июне, в южных — в июле, августе) могут явиться причиной развития фотохимических реакций. Пусковыми для интенсивных фотохимических реакций считаются концентрации углеводородов более  $5 \text{ мг/м}^3$  (Буштуева и др., 1972), окиси углерода — более  $1 \text{ мг/м}^3$  (максимально активная —  $5,7 \text{ мг/м}^3$ ) (Дмитриев и др., 1973), окислов азота —  $0,15...0,20 \text{ мг/м}^3$  (Наптинг и др., 1966). Учет концентрации этих веществ позволяет прогнозировать образование смогов.

Биохимик Эйри-Гейген Смит в 1950 г. определил наиболее опасные составные части смога. К ним относятся озон, закись и окись азота, соединения серы. Озон очень активно вступает в химические реакции, обесцвечивая все, с чем соприкасается, разрушая хлорофилловые клетки растений и т. п. Закись азота вызывает

раздражение слизистой глаз и придает воздуху едкий запах; двуокись азота разрушает ткани легких.

Предпосылка для образования смога — сильное загрязнение вредными веществами воздуха над городом, но для его возникновения необходимо определенное сочетание погодных условий. Причиной лондонского смога 1952 г. явилось чрезмерное содержание загрязняющих веществ в воздухе, а непосредственным *пусковым механизмом* — недельная задержка над Лондоном центра антициклона, туманного и влажного воздуха, в который извергалось большое количество дыма. В нормальных погодных условиях вблизи земной поверхности температура с увеличением высоты падает, поэтому воздух перемешивается и не создается опасного скопления загрязняющих веществ в приземном слое атмосферы. Когда температура с увеличением высоты возрастает (например, при антициклонах), воздух перемешивается и все загрязняющие вещества скапливаются внизу. Это явление называется *температурной инверсией*: загрязненный воздух зажимается верхним теплым слоем, предотвращающим вертикальный перенос загрязняющих веществ.

Бедствием многих столиц мира становится фотохимический смог, с которым впервые столкнулись в Лос-Анджелесе. В отличие от «черного» лондонского смога смог в Лос-Анджелесе называется «белым». Если лондонский смог, характерный для высоких широт, образуется при сильных туманах и температурах близких к нулю, а основными загрязняющими веществами для его образования служат продукты сжигания угля и нефти, то «белый» смог состоит в основном из выхлопных газов автомобилей. Образование смога происходит в результате фотохимического взаимодействия слагающих его веществ с атомарным кислородом. Двуокись азота, сернистый ангидрид и альдегиды поглощают ультрафиолетовые лучи и переходят в активное состояние. При этом атомарный кислород соединяется с кислородом с образованием озона. В образовании озона наиболее существенная роль принадлежит двуокиси азота, молекула которой под действием ультрафиолетовых лучей превращается в окись азота и атомарный кислород. Этот процесс повторяется многократно и служит причиной накопления озона. Озон и окислы азота реагируют с органическими примесями в воздухе,

в результате чего при температуре 25...35°C образуется ряд веществ — фотооксидаты (преимущественно насыщенные углеводороды), в том числе пероксилацетилнитрат (ПАН), который и является специфическим действующим началом смога. При участии озона токсичность его усиливается.

Схематически процесс образования фотохимического смога выглядит так: окислы азота + углеводороды

$\xrightarrow{УФ}$  пероксилацетилнитрат (ПАН) и озон ( $O_3$ ). Фотохимический смог образуется обычно в период температурных инверсий, когда загрязненный воздух зажат верхним теплым слоем, предотвращающим вертикальный перенос загрязняющих веществ. Токсичный смог в США можно обнаружить повсеместно. В Японии из-за небольших размеров территории загрязнение воздуха выхлопными газами достигло критического уровня: только в 1972 г. в Токио 176 раз объявляли тревогу, так как смог угрожал жителям удушьем.

Глобальное воздействие на биосферу оказывает запыленность атмосферы. Наблюдения показали, что во многих городах запыленность возросла в десятки раз и глобально на 20% по сравнению с началом века. Только в США предприятия выбрасывают в атмосферу ежегодно 172 млн. т сажи, пыли и копоти. Исследования распределения пыли в верхних слоях атмосферы Земли, проводимые в Абастуманской астрофизической обсерватории, показали, что на высоте от 40 до 60 км слой воздуха, ранее считавшийся чистым, сильно запылен (Никитин, Новиков, Зарубин, 1977). Кроме того, в природе постоянно происходят естественные процессы — выветривание и разрушение горных пород, извержение вулканов, пыльные бури, продукты которых загрязняют воздух.

Несмотря на способность к самоочищению (вымывание дождем, оседание под действием силы тяжести и т. п.), количество загрязняющих веществ, постоянно циркулирующих в атмосфере, оценивается 9...10 млн. т (Тяхов, 1973).

Одно из величайших достижений научно-технического прогресса нашего времени — открытие пестицидов. К пестицидам относится весь комплекс химических средств защиты растений от вредителей и болезней: инсектициды, арборициды, гербициды, фунгициды и др. Применение пестицидов способствует повышению уро-



жайности сельскохозяйственных культур и является важной составной частью решения проблемы питания. Например, в Индии, где не применяют достаточного количества инсектицидов, урожай риса составляет 17 ц/га, в то время как в Японии, являющейся страной развитой сельскохозяйственной химии, — 70 ц/га. Применение пестицидов в СССР позволяет ежегодно дополнительно получать сельскохозяйственной продукции на сумму 7...2 млрд. руб.

Пестициды были и остаются сильным оружием в борьбе с опасными для человека очагами насекомых. Только в Индии, где пестицидами истребляли малярийных комаров, заболеваемость снизилась с 75 до 5 млн. С применением пестицидов связана также ликвидация эпидемий сыпного типа.

Во многих странах широко развернуто испытание и производство около 10 тыс. препаратов. Годовое производство равно 1,25 млн. т (Щицкова, Рязанова 1975). Однако большинство химиков, создавших пестициды, не в состоянии оценить экологические последствия их употребления в широких масштабах. Пестициды были и остаются самым сильным оружием в борьбе с вредителями и болезнями. Способы химической борьбы сохранятся и в будущем. Однако необходимо знать, что отличительная особенность всех ядохимикатов — всеобщность их действия: наряду с вредителями они уничтожают многие полезные или нейтральные виды и обедняют экосистемы. В Канаде после распыливания ДДТ над лесом в реках погибло свыше 800 тыс. лососей и форелей. Из-за интоксикации хлорорганическими препаратами сократилась численность хищных птиц. С поверхности почвы пестициды мигрируют в контактирующую водную или воздушную среду в качестве опасного агента, отчасти непосредственно из воздуха попадают в организм человека. За 25 лет на поверхности планеты было рассеяно 1,5 млн. т ДДТ, из которых 2,5 тыс. т достигло Антарктиды и выпало со снегом на ее поверхности.

Свойство пестицидов аккумулироваться в живых организмах и передаваться по пищевым цепям с увеличением концентрации в каждом последующем звене цепи представляет опасность для организмов высших трофических связей теплокровных животных и человека. Так в 1961 г. в теле одного жителя США обнаруживалось

925 мг хлорорганических веществ, во Франции — 370 мг (Дажо, 1975). С тех пор эти цифры значительно возросли, так как производство и потребление пестицидов увеличилось в несколько раз. Нерегламентированное применение пестицидов — причина отравлений человека и животных. Ядохимикаты, воздействуя на организм, способствуют развитию скрытой хронической интоксикации, которая с трудом поддается диагностике.

Для охраны атмосферного воздуха от загрязнения пестицидами перспективно применение интегрированного и биологического методов. Интегрированный метод объединяет совокупность способов, при которых воздействие препаратов на вредителей — выше порога их выносимости. Иными словами, это сочетание химических и биологических средств борьбы с вредителями и болезнями леса. Интегрированный метод требует хорошего знания фенологии, биологии и динамики численности вредителя и его врагов.

Биологический метод основан на существовании антагонистических межвидовых взаимоотношений между отдельными группами живых организмов. Применение биологического метода в сельском и лесном хозяйстве увеличивается с каждым годом. Так, в 1965 г. он был применен на площади 0,4 млн. га, в 1974 г. — 9, в 1977 г. — 12 млн. га.

В СССР разработаны единые требования к используемым ядохимикатам. Преимущественно применяют соединения, которые в течение одного вегетационного периода разрушаются, образуя нетоксические метаболиты. Ежегодно междуведомственная комиссия Министерства сельского хозяйства пересматривает официальный список пестицидов, исключая из него вещества, не отвечающие современным гигиеническим нормативам. Изданы новые правила по хранению, транспортировке и работе с пестицидами. Все это содействует уменьшению загрязнения атмосферного воздуха пестицидами.

Ущерб, наносимый загрязнением атмосферного воздуха вредными веществами, имеет социальные и экономические оценки. Определить точную величину этого ущерба пока не позволяет отсутствие необходимой информации. В частности, нет данных об издержках, связанных с ухудшением здоровья и снижением работоспособности человека. В США годовой материальный

ущерб, обусловленный загрязнением воздуха, составил 1,5 млрд. дол. (Faft, 1963), в Великобритании 152 млн. фунтов стерлингов, во Франции 2,4 млрд. франков (Детри, 1973). Накопилось много данных, свидетельствующих о влиянии загрязненной вредными веществами атмосферы на жизнь и здоровье людей и состояние биогеоценозов. За период лондонского смога (1952 г.) погибло 4000 человек, 100 000—серьезно заболели; в 1955 г. умерло 240, а в 1956 г.—1400, в 1962 г.—850 человек (Детри, 1973). Периодическое раздражение слизистых оболочек глаз, носа, глотки смогом наблюдается у жителей Лос-Анджелеса, население которого составляет около 5 млн. человек.

Исследованиями, проведенными в Великобритании, США, Югославии и других странах, установлена статистически достоверная прямая зависимость заболеваемости населения бронхитами в результате загрязнения воздуха вредными веществами. Продукты, выбрасываемые в атмосферу, содержат ряд веществ, известных своими канцерогенными свойствами (cancer — рак). Канцерогенные углеводороды содержатся в саже и других продуктах неполного сгорания каменного угля. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) зарегистрировала рост злокачественных новообразований и аллергических расстройств у населения стран с развитой промышленностью. Биологические особенности отдельных загрязняющих веществ определяют характер комплексного неблагоприятного влияния загрязненного ими воздуха на здоровье человека.

Признаки и последствия действий веществ, загрязняющих воздух, на организм человека большей частью проявляются в ухудшении общего состояния его здоровья: появляются головные боли, тошнота, слабость, снижается работоспособность. Отдельные загрязняющие вещества дают специфические симптомы отравления. Кроме того, загрязняющим атмосферу веществам присуще общее неблагоприятное влияние на организм человека, выражающееся в повреждении отдельных органов и систем, снижении общей резистентности. Например, в местностях, где атмосферный воздух загрязнен, увеличивается количество сердечно-сосудистых заболеваний и смертность.

Загрязненная атмосфера оказывает отрицательное влияние на животных, насекомых и птиц. Известны

случаи отравления овец и крупного рогатого скота выбросами алюминиевых заводов, содержащих фтористые соединения.

Фтористые и мышьяковые соединения, содержащиеся в промышленных выбросах, вызывают высокую смертность пчел и снижают сбор меда. В различных странах мира отмечалась гибель диких животных в результате неразумного применения пестицидов. Для лесов и полей опасны такие загрязняющие воздух вещества, как соединения серы, фтора, окиси углерода, хлор и углеводород. Они наносят значительный ущерб сельскохозяйственным и лесным угодьям, садам и паркам, нарушая процессы фотосинтеза и транспирации, замедляя рост и развитие растений.

В лесных насаждениях, подверженных задымлению, продолжительность жизни древесных пород резко сокращается. Так, сосна вместо 250...300 лет живет 80...120 лет, а ель 70...90. Их вынуждены вырубать до момента биологической спелости. Сокращается продолжительность жизни хвой: у сосны с 3,5...5 лет до 1,5 года, а у ели с 7...8 лет до 3...5 (Молчанов, 1968).

Проблема загрязнения воздушного бассейна имеет еще один аспект, чреватый серьезными последствиями, — планетарный. Он обусловлен открытым характером атмосферы, ее тесной связью с гидросферой, литосферой, биосферой космосом и круговоротом веществ и энергии на Земле. Атмосфера не имеет ни государственных, ни природных границ. Копоть и пыль Рурских металлургических заводов оседает на снегу норвежских фьордов, а сернистый ангидрид из угольных топков Бирмингема уничтожает хвойные леса Швеции. Эксперты ООН занимаются разработкой понятия особого вида агрессии, который заключается в нарушении свойств биосферы над территорией некоторых государств в результате иррациональной хозяйственной деятельности их географических соседей. По подсчетам некоторых экономистов, эмиссия углекислого газа в атмосферу достигнет 43 млн. т, сернистого газа — 355, азотистых соединений — 180 млн. т (Митрюшкин, Шапошников, 1977).

Охране атмосферного воздуха во всех странах уделяют большое внимание, издают специальные законы и постановления. Реальность мер охраны атмосферного воздуха в значительной мере обусловлена социальным

строем. Проблема охраны воздуха решается различно в капиталистическом и социалистическом обществах.

В табл. 2 приведены расчетные данные о количестве выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ по зонам.

## 2. Расчет количества выбрасываемых в атмосферу взвешенных частиц и газообразных загрязняющих веществ\*

Зоны выбросов	Количество выбросов в год, млн. т				
	Взвешенные частицы	Окись углерода	Сернистый ангидрид	Окислы азота	Углеводороды
Социалистические страны Европы и Азии	6,775	21,309	57,651	12,049	3,899
Капиталистические и развивающиеся страны	18,904	121,069	52,729	24,902	14,656
В том числе:					
Северная Америка	5,951	77,268	18,111	11,284	9,042
Латинская Америка	1,207	9,044	1,785	1,196	1,063
Европа	6,678	21,356	21,613	7,700	2,637
Азия	4,309	8,506	7,521	3,281	1,289
Африка	0,410	2,470	1,578	0,745	0,328
Австралия и Океания	0,349	2,425	2,121	0,696	0,296
Земной шар	25,679	142,378	110,380	36,951	18,555

\* Актуальные проблемы изменения природной среды за рубежом/Под редакцией А. М. Рябчикова. — М., 1976.

Данные таблицы свидетельствуют о том, что значительная часть всех видов загрязняющих веществ приходится на капиталистические страны. Современное состояние окружающей среды в США, как и в других развитых капиталистических странах, — результат хищнической эксплуатации природных ресурсов. Капиталистическая система постоянно увеличивает нагрузки на природную среду, делает деградацию природы всеобщим и постоянно расширяющимся процессом. Некоторые ученые называют загрязнение природной среды промышленными отходами одной из новых форм обнищания в обществе изобилия.

Отрицательные последствия загрязнения природной среды и, в частности, атмосферного воздуха вредными

веществами наблюдаются и в нашей стране, но они не носят характера всеобъемлющего процесса. Общественная собственность на средства производства и плановая система социалистического хозяйства открывают возможности эффективного решения проблемы «человек — окружающая среда».

В нашей стране уделяется особое внимание разработке и осуществлению комплекса мероприятий по охране окружающей среды. В принятом постановлении от 1 декабря 1978 г. «О дополнительных мероприятиях по усилению охраны природы и улучшению природной среды» намечена комплексная программа, направленная на улучшение состояния атмосферного воздуха в ряде районов страны. Принято решение об образовании Государственного Комитета СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды.

Для оценки чистоты атмосферного воздуха в СССР в 1949 г. разработаны и введены предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосфере. Принято два вида показателей: максимальные разовые и среднесуточные предельно допустимые концентрации (ПДК), в основу которых положено предотвращение рефлекторного (кратковременного) и резортивного (хронического) действия токсических веществ на организм человека. Установлены предельно допустимые концентрации более чем для 160 веществ. В СССР и социалистических странах нормативы ПДК в атмосфере узаконены и обязательны для соблюдения. Для их обоснования используют высокочувствительные приборы, принимают высокие коэффициенты запаса. Если сравнить аналогичные нормативы США и СССР, то окажется, что почти для 50% веществ допустимые величины концентраций в СССР в 10...100 раз меньше, чем в США. Например, ПДК углерода в воздухе городов США составляют  $100 \text{ см}^3/\text{м}^3$ , в Англии  $50 \text{ см}^3/\text{м}^3$ , в СССР  $17 \text{ см}^3/\text{м}^3$  (Воронцов, Харитонов, 1977).

Законы, направленные на охрану атмосферного воздуха, действующие в нашей стране, предоставили право должностным лицам Государственного комитета СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды и его органам на местах осуществлять государственный контроль за соблюдением правил и норм охраны атмосферного воздуха, в установленном порядке посещать предприятия и учреждения, организации и

стройки независимо от их ведомственной подчиненности, а также вносить предложения о запрещении или приостановлении до проведения необходимых мероприятий эксплуатации действующих производственных объектов, деятельность которых нарушает установленные нормы и правила охраны атмосферного воздуха. Промышленные предприятия должны быть оснащены очистными сооружениями. Чтобы защитить воздушную среду от выхлопных газов автомобилей, активно ведутся работы по нейтрализации вредных веществ, содержащихся в выхлопных газах, созданию электромобилей. Ответственность за чистоту атмосферного воздуха возложена на Государственный комитет СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды, Главную государственную санитарную инспекцию СССР и ее органы на местах.

Значительную борьбу с загрязнением атмосферы ведут во всех социалистических странах. Ни одна столица социалистических государств не знает смога. В Москве более четверти века действуют стационарные пункты по отбору проб воздуха. Данные анализов показали, что за последние 15 лет запыленность и содержание сернистого газа снизились в 3...4 раза. Это результат претворения в жизнь мероприятий, направленных на улучшение воздушного бассейна столицы. На предприятиях города вводят в эксплуатацию и реконструируют газоочистительные и пылеулавливающие установки. В результате принятых мер поступление загрязняющих веществ в атмосферу значительно сократилось. Продолжается расширение зеленой зоны столицы: на каждого жителя приходится около 45 м<sup>2</sup> зеленых насаждений; ими занято 35% территории города. Москва — одна из крупнейших столиц мира как по площади, так и по численности населения. Тем не менее воздух в Москве значительно чище любого близкого по размерам города в капиталистических странах.

Главная задача на современном этапе научно-технической революции, — не снижая ее темпов, создать такие технологические процессы и схемы, которые станут частью круговорота веществ, установившегося в биосфере.

Одна из главных опасностей, продолжающих угрожать человеку и биосфере в целом, — радиоактивное заражение атмосферы. Радиоактивные вещества попа

дают в воздух при добыче урановых руд, атомных взрывах. Каждый взрыв атомной и водородной бомб сопровождается образованием грандиозного облака радиоактивной пыли. Взрывная волна распространяет частицы этой пыли во всех направлениях, поднимая их более чем на 30 км. В первые часы и сутки после взрыва происходит осаждение крупных и средних частиц. Мелкодисперсная пыль потоками воздуха переносится на тысячи километров и осаждается на поверхности Земли многие годы. Чувствительность разных организмов к радиоактивности различна: смертная доза для бактерии составляет  $10^6$ , насекомых —  $10^5$ , млекопитающих —  $10^3$  рад. Опасность радиоактивного загрязнения атмосферы состоит в том, что поражение человеческого организма продолжается по мере накопления им дозы облучения. Радиоактивные вещества, как и пестициды, обладают способностью биологической концентрации в цепях питания с увеличением ее в каждом последующем звене. Конечное звено этой цепи питания — человек. Это особенно отчетливо проявилось в тундре, где основная пищевая цепь несложна и идет от лишайников через оленей к человеку.

Вред, связанный с накоплением в организме радиоактивных элементов, может быть индивидуальным (например, развитие лейкоз) или генетическим. Во втором случае возрастает частота мутаций и появляется потомство с врожденными уродствами.

Профилактическую роль в охране атмосферы от загрязнения радиоактивными веществами играет санитарное законодательство. Оно регулирует условия работы и обезвреживание радиоактивных отходов, устанавливает предельно допустимые концентрации радиоактивных загрязнений. Однако этот комплекс мероприятий не снижает угрозы радиоактивного заражения.

Устранить опасность радиоактивного загрязнения атмосферы можно только успешной борьбой за запрещение и уничтожение ядерного оружия, поэтому Московский договор 1963 г. о запрещении испытаний ядерного оружия в трех средах (в том числе и в атмосфере) — значительный шаг на пути борьбы за жизнь и здоровье всех людей планеты; под ним поставили свои подписи уже более 100 стран.

Современный период нашей жизни характеризуется ростом интенсивности и отрицательного влияния на



людей различного рода шумов. Источники шума многочисленны и разнообразны. Основные среди них — все виды транспорта. Как показали отечественные и зарубежные исследования, транспорт создает 60...80% всех шумов. Шумы воздействуют практически на все население, мешая нормальной жизнедеятельности людей. Основным фактором, определяющим степень влияния шума на условия жизни и здоровье человека, является уровень звукового давления. В соответствии с этим предложена классификация шума соответственно его влиянию на организм человека: I степень (40...50 дБ) — возникновение психических реакций, II степень (60...80 дБ) — расстройство вегетативной нервной системы, III степень (90...110 дБ) — понижение слуха, IV степень (120 дБ) — повреждение органов слуха. Установлено, что жители Нью-Йорка начинают терять слух с 30 лет. Во Франции число тугоухих на 100 тыс. населения составляет в городах 100...120, в сельской местности 20...30 человек.

Шум также может стать причиной нервного истощения, вегетативного невроза, расстройства эндокринной и сердечно-сосудистой систем. По данным австрийских исследователей, шум в больших городах на 8...12 лет сокращает продолжительность жизни человека. Если учесть, что уровни шума за каждые 5...10 лет возрастают на 15 дБ и средний его уровень, как правило, равен 75...100 дБ, т. е. превышает допустимые нормы в 2...3 раза, то проблема охраны от шума становится злободневной.

Роль зеленых насаждений в предотвращении загрязнения воздуха пылью и промышленными выбросами трудно переоценить: задерживая твердые и газообразные примеси, они служат своеобразным фильтром, очищающим атмосферу. В 1 м<sup>3</sup> воздуха промышленных центров содержится от 100 до 500 тыс. частиц пыли и сажи, а в лесу их почти в тысячу раз меньше. Насаждения способны задержать на кронах от 6 до 78 кг/га твердых осадков, что составляет 40...80% взвешенных примесей в воздухе (Подзоров, 1967). Ученые подсчитали, что кроны еловых древостоев ежегодно фильтруют 32 т/га пыли, сосновых — 36, дубовых — 56, буковых — 63 т/га (Молчанов, 1968).

В 1977 г. с помощью прибора «Пылемер-3» были проведены исследования поглощения пыли в насажде-

ниях различного состава и на открытом участке, прилегающем к посадкам. В насаждениях наблюдается постепенное уменьшение содержания пыли. Наиболее эффективно задерживают пыль культуры ели обыкновенной.

Под деревьями пыли меньше в среднем на 42,2% в вегетационный период и на 37,5% при отсутствии листьев. Лесные насаждения сохраняют пылезащитную способность и в безлистном состоянии (Лахно и др., 1967). Одновременно с пылью деревья поглощают и вредные примеси: на деревьях и кустарниках оседает до 72% пыли и 60% сернистого газа.

Фильтрующая роль зеленых насаждений объясняется тем, что одна часть газов поглощается в процессе фотосинтеза, другая рассеивается в верхние слои атмосферы благодаря вертикальным и горизонтальным воздушным потокам, возникающим в связи с перепадом температур воздуха на открытых участках и под пологом леса.

Пылезащитная способность зеленых насаждений заключается в механическом задержании пыли и газов и последующем смывании их дождем. Один гектар леса за год очищает 18 млн. м<sup>3</sup> воздуха (Молчанов, 1973).

В решении проблемы оздоровления воздушной среды средствами озеленения важное значение приобретает выбор оптимальной качественно-видовой структуры зеленых насаждений. Способность зеленых насаждений очищать воздух от пыли и газов зависит от многих факторов: породного состава и полноты древостоев, ширины полос, формы и ажурности крон, наличия подроста и подлеска и т. д. При выборе породного состава учитывается избирательная способность различной древесно-кустарниковой растительности к усвоению вредных примесей и ее устойчивость к последним. Установлено, что одни виды растений совершенно не переносят загазованности и быстро гибнут, другие активно поглощают вредные газы. Наиболее чувствительны к загазованности лихтва белая, ель обыкновенная, пихта дугласия, относительно устойчивы все лиственные, так как каждую весну у них появляется новый ассимиляционный аппарат; из хвойных пород наиболее устойчивы сосна черная, веймутова, обыкновенная и лиственница сибирская. Старая хвоя повреждается газами сильнее, чем молодая.

Исследования пылезадерживающей способности де-

ревьев вблизи цементных заводов показали, что за вегетационный период тополь черный осаждаст до 44 кг/га, тополь белый — 53, ива белая — 34, клен ясенелистный — 30 кг/га пыли (Илькун, 1971). Наблюдения в Донбассе и Ростовской области показали, что под влиянием зеленых насаждений концентрация сернистого газа на расстоянии 1000 м от ТЭЦ, металлургического завода и комбината снижается на 20...29%, а на расстоянии 2000 м на 38...42%. Снижение содержания сернистого ангидрида в воздухе представлено в табл. 3 (Рябинин, 1965). В условиях Московской области наиболее эффективно поглощают сернистый ангидрид березовые насаждения.

### 3. Снижение сернистого ангидрида в воздухе (Рябинин, 1965)

Состав	Возраст, лет	Высота, м	Максимальная концентрация газов за часовой (600 от нее), мг/м <sup>3</sup>
Открытое место	—	—	0,55
Сосновое насаждение	12	5,0	0,27
Береза, сосна	10	6,0	0,20
Смешанное насаждение: сосна, береза, вяз, акация желтая	10	4,5	0,14
Березовое насаждение	10	8,0	0,13

Активно поглощают сернистые соединения из атмосферного воздуха насаждения липы мелколистной (содержание серы в ее листьях составило 3,3% сухого вещества), клена (3%), каштана конского (2,8%), дуба (2,6%), тополя белого (2,5%) (Тарабрин, 1974).

За вегетационный период 1 га насаждений тополя бальзамического в условиях Предуралья поглощает 100 кг сернистого газа; в менее загазованном районе 1 га насаждений липы мелколистной накапливает в листьях до 40...50 кг серы (Кулагин, 1970). Ю. З. Кулагиным установлено, что в зоне сильной постоянной загазованности больше всего поглощает сернистые соединения тополь бальзамический, а менее — вяз гладкий, черемука обыкновенная и клен ясенелистный. В зоне умеренной постоянной загазованности лучшие показатели характерны для липы мелколистной, ясеня, сирени и жимолости. В зоне слабой периодической загазованности сохраняются

ся видовой состав первых двух групп. Многие высокоустойчивые к сернистому ангидриду виды древесных пород (клены ясенелистный и остролистный, чубушник вечнозеленый и др.) отличаются низкими газопоглощительными свойствами. При подборе озеленительного ассортимента необходимо формировать новые фитоценозы из наиболее пыле- и газоустойчивых пород, обладающих одновременно и газопоглощительными свойствами.

Кроме сернистого газа, насаждения поглощают окислы азота. В табл. 4 приведены концентрации сернистого

#### 4. Концентрация сернистого газа и окислов азота

Место наблюдения	Концентрация, кг/м <sup>3</sup>	
	сернистого газа	окислов азота
Около источника загрязняющих веществ	0,27	0,22
На расстоянии 1000...1500 м от источника:		
с неозелененной зоной	0,16	0,13
с озелененной зоной	0,08	0,07

газа и окислов азота вблизи источника загрязнения воздуха и в озелененной и неозелененной зонах (Калюжный, 1973).

Поглощение окиси углерода насаждениями зависит от древесной породы и от величины зеленой фитомассы.

#### 5. Снижение концентрации окиси углерода в воздухе зелеными насаждениями

Тип посадок	Коэффициент ажурности		Снижение концентрации, %	
	Зима	Лето	Зима	Лето
Однорядная полоса деревьев	0,11	0,22	0 . . . 3	7 . . . 10
Двухрядная полоса деревьев	0,15	0,37	3 . . . 5	10 . . . 20
То же, с двухрядным кустарником	0,18	0,58	5 . . . 7	30 . . . 40
Трехрядная полоса деревьев с двухрядным кустарником	0,20	0,68	10 . . . 12	40 . . . 50
Четырехрядная полоса деревьев с двухрядным кустарником	0,23	0,75	10 . . . 15	50 . . . 60

Данные о снижении зелеными насаждениями концентрации окиси углерода в воздухе приведены в табл. 5.

В 1977 г. в Пушкинском районе Московской области было исследовано поглощение окиси углерода 4-рядными лесными полосами смешанного состава (ЗСЗЕ4Б, 30 лет). Газоанализатором ТГ-5 было установлено, что концентрация СО у шоссе составляет 15,1... 15,2 мг/м<sup>3</sup>, а на открытом месте уменьшается с увеличением расстояния от шоссе. На расстоянии 5 м она была равна 15 мг/м<sup>3</sup>, 10 м — 13,4 мг/м<sup>3</sup>, 15 м — 13,1 мг/м<sup>3</sup>. В насаждениях на расстоянии 5... 10 м угарного газа прибором не было обнаружено, т. е. концентрация его была меньше 3 мг/м<sup>3</sup>.

Кроме этих основных загрязняющих воздух веществ, зеленые насаждения поглощают и другие. Тополь, ива, ясень, имеющие до 5 кг и более листьев, за вегетационный период усваивают до 200... 250 г, кустарники — до 100... 150 г хлора (Илькун, 1971).

Одно дерево за вегетационный период обезвреживает соединения свинца, содержащиеся в 130 кг бензина. У растений вдоль шоссе содержание свинца равно 35... 50 мг на 1 кг сухого вещества, а в зоне чистой атмосферы — 3... 5 мг (Фокина, 1975). Активно поглощаются растениями алкаин, ароматические углеводороды, кислоты, эфиры, спирты и т. п. (Давитая, 1971).

Установлено снижение зелеными насаждениями опасности заражения канцерогенными веществами. Так, в Бохуме (ФРГ) в связи с осаждением бензопирена на листу его содержание в воздухе летом составляет 19 мг/100 м<sup>3</sup>, тогда как зимой оно достигает 244 мг/100 м<sup>3</sup> (Фокина и др. 1975).

Видовое смешение и полнота насаждений оказывают большое влияние на газопоглотительные свойства древесных пород. Лучшими газоочищающими свойствами обладают чистые лиственные насаждения и наименее эффективны чистые хвойные. Наибольший газоочищающий эффект дают среднеполнотные и низкополнотные насаждения (Рябинин, 1965). Большое значение при подборе устойчивого и газопоглощающего породного ассортимента имеет возраст жизни насаждений. На обедненных городских почвах насаждения более восприимчивы к газовым интоксикантам. Внесение в такие почвы минеральных и органических удобрений повышает газоустойчивость древесных пород.

На устойчивость растений заметное влияние оказывает также форма и густота кроны (Илькун, 1971). Так, у акации с ажурной кроной при воздействии высоких концентраций газовых интоксикантов наблюдалась полная гибель всех листьев, а у акации с густой шаровидной формой кроны — гибель лишь незначительной части периферийных листьев. В насаждениях с разреженным пологом отмечается массовая гибель деревьев, тогда как в плотно сомкнутых повреждаются лишь опушечные деревья.

Приведенные примеры убедительно доказывают, что зеленые насаждения наряду с применением технических средств очистки и совершенствованием технологии производства играют существенную роль в ликвидации и локализации вредных примесей атмосферного воздуха. Неся огромную санитарно-гигиеническую службу, лесные насаждения сами страдают от запыленности и загазованности воздуха.

Насаждения, обладающие фильтрующей способностью (поглощающие в среднем до 60 т/га вредных загрязняющих веществ), в состоянии справиться с ликвидацией загрязнения воздуха промышленными агломерациями, максимальная величина которых достигает 200 т/га (Grünig, 1971).

Лесные насаждения испытывают отрицательное воздействие естественных и антропогенных факторов. Загрязняющие вещества, попадающие в атмосферу естественным путем, составляет ничтожно малые концентрации по сравнению с теми, которые создают современные промышленные предприятия и транспорт. В ходе исторического процесса взаимодействия природы и общества происходит непрерывное увеличение числа антропогенных факторов: выбрасывание в атмосферу токсических веществ промышленностью и транспортом, химизация сельского и лесного хозяйств, лесные пожары и т. д.

Исследования в СССР и за рубежом показали, что запыленность и загазованность атмосферы уменьшают интенсивность транспирации в 1,5... 2 раза, а фотосинтеза в 10 раз и отрицательно сказываются на приросте растений. В зоне действия промышленных предприятий Московской области отмечено уменьшение прироста на 40... 73%, снижение бонитета на I—II класса и ухудшение состояния лесов, в результате чего объем санитар-

ных рубок в отдельные годы превышает годичный прирост в 3...4 раза (Щербаков, Уртаев, 1961).

В СССР в недалеком прошлом систематическим воздействием цементной пыли и токсических газов цементных заводов Новороссийска было вызвано усыхание дуба. Известны случаи усыхания лесов в Челябинской, Свердловской и других областях. По расчетам исследовательских организаций к 1980 г. суммарная площадь поврежденных лесов в нашей стране может быть сокращена на  $\frac{2}{3}$ , если будут приняты меры, ограничивающие загрязнение окружающей среды промышленными отходами.

Проблеме очистки атмосферного воздуха с помощью зеленых насаждений и охране древесных пород от вредного действия загрязняющих веществ уделяется большое внимание. Сложность подбора древесно-кустарниковых пород с высокоэффективными санитарно-гигиеническими свойствами заключается в том, что невозможно рекомендовать универсальный ассортимент без учета почвенно-климатических, метеорологических и других факторов.

Индивидуальные свойства одних и тех же видов древесных пород проявляются по-разному не только в зависимости от конкретных ингредиентов и их концентрации, но и от специфики окружающей среды, возраста насаждений, формового разнообразия и смешения структуры. Кроме того, необходимо разработать мероприятия, направленные на защиту «зеленых фильтров».

Как установили сотрудники сектора физиологии ВНИИЛМа, предельно допустимые концентрации в атмосфере различных газов, утвержденные Министерством здравоохранения (табл. 6), оказались неприемлемыми для древесной растительности: для нормального развития древесно-кустарниковых пород ПДК должны быть снижены. На основе долговременных исследований разработаны ПДК-Л на уровне крон для ели обыкновенной, сосны обыкновенной, дуба, березы, липы, произрастающих в северной части лесостепной зоны РСФСР. Для хлора они составляют 0,015... 0,20 мг/м<sup>3</sup>, для сернистого ангидрида — 0,02, оксидов азота — 0,03... 0,05, аммиака — 0,10... 0,20 мг/м<sup>3</sup>. Контроль за соблюдением ПДК в этих пределах позволит сохранить леса на больших территориях.

Для сохранения лесов разработаны способы стиму-

6. Предельно-допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест (Перегуд, Гарнет, 1973)

Вещества	Предельно допустимая концентрация, мг/м <sup>3</sup>	
	максимально-разовая	среднесуточная
Сернистый ангидрид	0,5	0,05
Хлор	0,10	0,03
Сероводород	0,008	0,008
Сероуглерод	0,03	0,01
Оксид углерода	3,0	1,0
Двуокись азота	0,085	0,085
Пыль нетоксическая	0,5	0,15

ляции древостоев (Обыденный, 1976). Они основаны на теории уравновешенных растворов и сводятся к нейтрализации вредных загрязняющих веществ путем обработки древесных растений растворами антагонистических веществ. У обработанных насаждений повышается устойчивость к вредным газам, нормализуются физиологические процессы, увеличивается прирост и долговечность.

При подборе веществ для обработки древесных растений предпочтение следует отдавать таким, которые не содержатся в составе загрязняющих и недостаточно представлены в данной геохимической провинции. Норма расхода их по массе действующего металла — 8 г/га. При загрязнении воздуха вредными веществами, превышающем предельно допустимые концентрации более чем в 2 раза, норму расхода нейтрализующих веществ следует увеличить из расчета 4 г/га на каждые две ПДК превышения, но не более, чем 50 т/га.

Применение веществ-антагонистов перспективно для защиты насаждений и рекомендовано Пленумом научно-технического совета Гослесхоза СССР для широких опытно-производственных испытаний.

Задачи, которые необходимо решить при создании насаждений, устойчивых к загрязняющим атмосферу веществам, следующие:

1. Подбор видового состава древесных и кустарниковых пород, способных произрастать в условиях задымленной атмосферы данной почвенно-климатической зоны



2. Гибридизация и селекция особей с высокой устойчивостью к атмосферным токсикантам.

3. Создание условий оптимальной обеспеченности элементами питания и влагой.

4. Применение физиологически активных веществ.

5. Нанесение на листья веществ, частично нейтрализующих поступающие в листья токсиканты.

Таким образом, проблема активного использования лесной растительности ставит серьезные задачи перед учеными и практиками. Возникающее новое направление в науке — промышленная ботаника призвана изучить реакцию растений в условиях различной степени загрязнения атмосферы вредными веществами, отобрать наиболее устойчивые и высокогазопоглотительные клоны и с помощью генетико-селекционных методов вывести виды древесно-кустарниковых пород, которые смогут активно очищать воздух от запыленности и загазованности, сохраняя свою жизнеспособность.

При решении вопроса охраны окружающей среды наряду с разработанными и успешно применяемыми методами интегрированной и биологической борьбы с вредителями и болезнями большое значение имеет повышение биологической устойчивости лесных насаждений, которая сильно зависит от их состава. Смешанные насаждения лучше используют занятую ими среду, климат и почву. Разнообразие строения и функций организмов, занимающих данную территорию, позволяет полностью использовать условия среды, поэтому смешанные насаждения более жизнеспособны и, следовательно, более устойчивы. В них не бывает доминирования одного вида над другим, и это целиком относится и к энтомофауне.

Создание смешанных насаждений с учетом вышеизложенных особенностей перспективно для снижения заболеваемости деревьев. Это позволит в меньшем объеме использовать методы химической борьбы с их вредителями и болезнями.

Перспективны работы генетиков, создающих виды растений, обладающие естественными токсинами против определенного вида насекомых. Ими уже найдено 100 видов растений, устойчивых к 25 видам вредных насекомых. Работы в этом направлении продолжаются.

Важное значение имеет выяснение роли леса в защите атмосферы от радиоактивного заражения. Ис-

следованиями ученых установлено, что леса не устраняют опасности радиоактивного заражения воздуха, но их способность задерживать, перераспределять и аккумулировать радиоактивную пыль ослабляет уровень радиации, причем степень ослабления ее зависит от состава насаждений.

По данным В. Т. Николаенко (1976), пригородные леса на 25% и больше уменьшают содержание в воздухе радиоактивных веществ.

Косвенно лес охраняет человека от радиоактивности тем, что, защищая прилегающие поля и луга, уменьшает опасность заражения продуктов питания. Однако лес не может нейтрализовать поглощаемую им радиоактивность. В процессе жизнедеятельности дерева радиоактивные вещества отлагаются в различных его частях, т. е. в камбиальном слое, древесине, лубе, ветвях, листьях и корнях. В нижней части кроны радиоактивность хвои выше, чем в верхней. Активность листьев и ветвей весной ниже, чем осенью. От весны к осени повышится радиоактивность и травяного покрова. Осаждение и накопление радиоактивных веществ в конечном счете выражено наиболее сильно в лесной подстилке и в лесной почве (в 3...30 раз выше, чем на листьях). Значительная часть радиоактивных веществ накапливается в почве и некоторая часть их попадает в грунтовые воды.

Исследования гамма-поля радиоактивных выпадений в сосновом и березовом лесах показали, что самоочищение надземной части происходит быстрее в листовом лесу (Алексахин, Болтнев, Назарова, 1972). Изучение распределения продуктов деления в лесу подтвердили необходимость учета фенофаз. Например, в кронах березняка в безлистном состоянии коэффициент первичного задержания продуктов деления составляет 5% (против 95% при облиственном состоянии, при 100% для сосны).

Разные породы по-разному реагируют на облучение. По данным П. Н. Ягзвого (1967), способность листьев деревьев и кустарников задерживать глобальные радиоактивные выпадения находится в обратной зависимости от зольности листьев. Концентрация радионуклидов глобального происхождения в растительных организмах в лесу заметно снизилась. Это связано с уменьшением

интенсивности глобальных выпадений радиоактивных веществ.

Важность и необходимость использования и повышения средозащитных функций леса очевидны, особенно в наше время, в век урбанизации и индустриализации в связи с необходимостью улучшения окружающей среды. Если в недалеком прошлом главное и почти исключительное значение лесов состояло в обеспечении чело века древесиной, то теперь средозащитная роль леса как составная часть его многоцелевого назначения приобретает все большее значение.

В системе мер борьбы с нарастающим загрязнением атмосферы вредными веществами значение леса и зеленых насаждений трудно переоценить. Однако лесные ресурсы порой используют нерационально. Например, при условно-сплошных рубках все еще допускаются недорубы до 50...60 млн. м<sup>3</sup> в год. Кроме того, до 100 млн. м<sup>3</sup> древесины лесозаготовители оставляют на лесосеке в виде лесосечных отходов. В итоге при плане лесозаготовок 400 млн. м<sup>3</sup> вырубают 500 млн. м<sup>3</sup> (Грошев, 1977). Нелимитированные объемы рубок, отклонения от принятой технологии лесозаготовок, недорубы, оставление на лесосеках лиственных пород, стремительно обсеменяющих вырубку, уничтожение всходов и подростов при рубке отрицательно отражаются не только на развитии лесного хозяйства, но и на средозащитных функциях лесов.

Взросшее значение леса как фактора окружающей среды, признание этого значения в современном мире в связи с опасностью загрязнения атмосферы вредными веществами требуют внимания к средозащитной роли лесов. Каждое мероприятие, проектируемое в лесу должно оцениваться прежде всего с позиции охраны окружающей среды.

Работниками лесного хозяйства принимаются меры для увеличения площади лесов. Так, в период с 1966 по 1972 гг. покрытая лесом площадь по стране возросла почти на 22 млн. га. Это увеличение произошло в результате восстановления леса на гарях, вырубках и других площадях. Успешному восстановлению леса на вырубках способствовало применение технологии лесозаготовок с сохранением подростов хвойных пород, благодаря чему покрытая лесом площадь увеличилась в основном за счет хвойных насаждений (Николаюк, 1975). Это

свидетельствует об улучшении породного состава государственного лесного фонда.

Для успешного создания лесов, обладающих наибольшими средозащитными свойствами, в ближайшей перспективе предполагается создавать лесные культуры на основе их экологического соответствия и хозяйственной целесообразности, а именно, на основе элитного крупномерного посадочного материала (высотой до 50 см) с закрытой корневой системой. Планируются также значительные объемы реконструкции малоценных насаждений, рекультивации открытых разработок рудных ископаемых, создания плантаций из быстрорастущих пород и т. д. Все спланированные на перспективу мероприятия, направленные на повышение продуктивности лесов, незамедлительно отразятся на повышении их средозащитной роли.

#### 4. ЗАЩИТНАЯ РОЛЬ ЛЕСА

В защитном лесоразведении большое значение имеет борьба с засухой, водной и ветровой эрозией почв.

Защитное лесоразведение включает в себя создание полезащитных лесных полос на пашне, противоэрозионных посадок на овражно-балочных системах, на песках, горных склонах, по берегам рек, водохранилищ, каналов, насаждений вдоль железных и шоссейных дорог, вокруг населенных пунктов, полевых станков, животноводческих комплексов, на пастбищных и других землях.

Полезащитные лесные полосы влияют на микроклимат прилегающей территории, снижая скорость ветра на межполосных полях, дробя и разрушая воздушные вихри. Трансформация лесной полосой воздушного потока сопровождается большой потерей им кинетической энергии. Способность переводить кинетическую энергию воздушного потока в механическую свойственна только растительным системам и, в частности, лесным полосам.

Территория степных и лесостепных районов СССР разделена на агролесомелиоративные зоны с однородными лесорастительными условиями. Для этих зон разработаны методы выращивания полезащитных лесонасаждений, их размещения по сельскохозяйственной территории, типы, конструкции полос, размещения и смешения растений в посадках, установлен ассортимент древесных и кустарниковых пород и др.

Защитное влияние лесных полос резко возрастает, если сеть их образует единую взаимодействующую систему, строго ориентированную на местности. По сравнению с действием одиночных лесных полос ветрозащитное действие насаждений в системе возрастает более чем в 1,5 раза. Высокая эффективность систем полезащитных лесных полос особенно проявилась во время сильных пыльных бурь 1960 и 1969 гг. на Северном Кавказе и на юго-востоке Украины, в 1969 и 1972 гг. в Нижнем Поволжье.

Наряду со снижением скорости и трансформацией ветрового потока под влиянием лесных полос происходит изменение относительной влажности воздуха. В сухие, жаркие и суховейные дни она повышается на 5...15%. Защитные полосы снижают испарение влаги из почвы до 30...40%. Исследования Государственного гидрологического института показали, что испарение в системе полос Каменной степи снижается на 90...100, а в Заволжье на 540 м<sup>3</sup>/га (Павловский, 1965). Водный режим растений в системе полос улучшает их терморегуляцию, увеличивает фотосинтез и активность синтетических процессов.

Полезащитные лесные полосы влияют на снегоотложение и снегораспределение, промерзание и оттаивание почвы, ее водно-физические и химические свойства. Наиболее равномерно снег распределяется на полях, защищенных лесными полосами продуваемой конструкции. Такие полосы сохраняют выпадающие твердые осадки с небольшим перераспределением их в пределах защищенных полей, что способствует дополнительному увлажнению полей в период весеннего снеготаяния, которое оказывается значительным: в лесостепи европейской части в среднем достигает 28 мм, лесостепи Западной Сибири 27, черноземной степи 47, степи Среднего Заволжья — 37, сухой степи Западного Казахстана и Ставропольского края 22 мм. Дополнительное увлажнение угодий в системе лесных полос за счет зимних осадков значительно улучшает водный баланс межполосных полей.

Накапливая и сохраняя осадки и усиливая их поглощение менее промерзшей почвой, лесные полосы вносят коренные изменения в режим влажности почвогрунта. С увеличением влажности почвы возрастает поступление воды в водоносный горизонт. Это наиболее четко выра-

жено в лесных полосах и вблизи них. В результате систематического весеннего подъема грунтовых вод под лесными полосами возникает местный внутригрунтовой сток вод от насаждений к средним частям межполосных клеток.

В системе лесных полос в значительной толще почвогрунта интенсифицируется круговорот веществ, прогрессирует процесс почвообразования. Лесные полосы увеличивают мощность гумусного горизонта, а также содержание мобильных форм азота и фосфора. Во всех зонах под влиянием лесных полос улучшаются физические свойства почв, а в каштановой и светло-каштановой подзонах усиливается процесс вымывания вредных солей.

Лесные полосы в зоне своего влияния создают благоприятные условия для роста и развития сельскохозяйственных культур, способствуя повышению их урожайности. Посаженные в 30-х годах в колхозах и совхозах лесные полосы в 50-х годах достигли значительной высоты и превратились в надежную защиту полей. В 1954 г. в результате массового учета урожая зерновых культур среди лесных полос и вне их по 16 степным областям и краям на 40 тыс. га посевов выяснилось, что средняя прибавка для всех 449 пунктов учета составила 2,2 ц/га; в 1956 г. по учету урожая зерновых на 18 тыс. га посевов средняя прибавка урожая равнялась 2,8 ц/га. В 1972 г. обследование в ряде областей Российской Федерации и Украины подтвердило положительное влияние защитных лесных полос на урожайность сельскохозяйственных культур. Прибавка урожая зерна под защитой лесных полос в обследованных хозяйствах Саратовской и Волгоградской областей составила 1,7 ... 4,4 ц/га, или 20 ... 41% урожая на открытых полях, в Ростовской — 2 ... 8,5 ц/га, или 27 ... 78%, в Воронежской — 4,3 ... 8,7 ц/га, или 35 ... 77%. В Украинской ССР средняя прибавка урожая составила 3 ц/га с колебанием от 1 до 7 ц/га и более.

В 1974 г. влияние лесных полос на урожай сельскохозяйственных культур было также эффективно. Прибавка урожая зерновых в обследованных хозяйствах Саратовской и Волгоградской областей соответственно составила 3,5 и 3,8 ц/га, или 25...20% урожая на открытых полях, в Куйбышевской обл. — 2,9 ц/га, или 14%, Оренбургской — 2,3 ц/га, или 14%, Воронежской — 4,4 ц/га,

или 18%, Ростовской — 3,4 ц/га, или 13%, в Краснодарском крае — 6 ц/га, или 19%, в Ставропольском крае — 3,5 ц/га, или 20%; в хозяйствах Украинской ССР средняя прибавка равнялась 3,5 ц/га, или 11,8%, Казахской ССР — 1,8 ц/га, или 47,6%.

Существенное влияние лесные полосы оказывают на урожайность сельскохозяйственных культур на орошаемых землях. Так, прибавка урожая хлопчатника в системе лесных полос в 1974 г. в Узбекской ССР составила 3,6 ... 11 ц/га, или 14,7 ... 55%, в Таджикской ССР 4,1 ... 7,3 ц/га, или 20,7 ... 38,4%, и в Туркменской ССР 4,3 ... 5,7 ц/га, или 27,7 ... 33,5%. Средняя прибавка по всем обследованным хозяйствам составила 5,8 ц/га, или 26,6% к урожаю на открытых полях.

Лесные полосы значительно повышают агрономическую эффективность многих агротехнических приемов, и влияние их растет при применении более высокой агротехники. По данным Донского зонального НИИ сельского хозяйства Ростовской области, средний урожай озимой пшеницы за 1970—1972 гг. на паровом поле при почвозащитной технологии на поле с лесными полосами составил 38,4 ц/га, а без полос 36,6 ц/га, на паровом поле за 1970—1973 гг. соответственно 30,3 и 28,7 ц/га (Воробьев, 1977). Во Всесоюзном НИИ зернового хозяйства урожай яровой пшеницы под защитой лесных полос в 1974 г. по первой культуре после пара составил 16,6 ц/га, по третьей — 12,7 ц/га, а в открытом поле соответственно 14,4 и 10,6 ц/га, в 1975 г. по второй культуре после пара соответственно 8,7 и 6 ц/га, или был выше на 30%. В Присивашской опытной станции УкрНИИЛХа на полях, не защищенных лесными полосами, применение противоэрозийной агротехники дало среднюю прибавку урожая зерна озимой пшеницы 1,8 ц/га, а на защищенных — 5,2 ц/га, т. е. почти в 3 раза больше. Под защитой лесных полос повышается результативность удобрений сельскохозяйственных культур, улучшается качество зерна, а также повышается мелиоративный эффект орошения в сочетании с полезащитным лесоразведением.

Колхозы и совхозы, создавшие на своих полях научно обоснованные системы полезащитных лесных насаждений (а таких хозяйств уже более четырех тысяч в стране), в значительной степени застраховывают свои урожаи от капризов погоды. Сейчас хозяйства, в которых лесные полосы в законченных системах в основном до-

стигли проектной высоты и обеспечивают почти полную защищенность прилегающих полей, практически в любых условиях погоды получают существенный дополнительный доход. Колхозы и совхозы Северного Кавказа, имеющие законченные системы лесных насаждений, получают прибавку урожая зерновых 4...5 ц/га.

В хозяйствах, имеющих системы полезашитных лесных полос, в результате дополнительного сбора урожая общая продуктивность растениеводства повышается на 15...18%. В целом лесные полосы повышают производительность труда на 12...15%, снижают себестоимость 1 ц зерновых культур на 4...10%.

Полезащитные лесные полосы в сочетании с другими категориями насаждений очищают воздух и обогащают его кислородом, улучшают ветровой и гидрологический режим местности, химические и бактериологические качества воды (что очень важно в условиях широкой химизации земледелия).

В степных и лесостепных районах с расчлененным рельефом особенно губительно проявляет себя водная эрозия почвы. За годы Советской власти разработан комплекс мероприятий для борьбы с водной эрозией, важное место в котором занимают водорегулирующие, приовражные и прибалочные лесные полосы и овражно-балочные противоэрозионные насаждения в донной части, по берегам и откосам балок и оврагов. Они равномерно распределяют снег, задерживают талые и ливневые воды, регулируют сток и предотвращают смыв и размыв почвы, улучшают микроклимат, повышают увлажнение полей и урожай сельскохозяйственных культур. В комплексе с организационно-хозяйственными, агротехническими и гидротехническими мероприятиями противоэрозионные насаждения позволяют возратить многие «бросовые» земли в сельскохозяйственный оборот, значительно повысить плодородие эродированных земель. Противоэрозионные лесные полосы ослабляют силу ветра на прилегающих пахотных склонах в среднем на 24...40%, повышают влажность воздуха на 5...6%, уменьшают испарение на 13...16% и глубину промерзания почвы на 15...55%, сокращают образование ледяной корки с 88 до 12%, снижают интенсивность снеготаяния в 2...2,5 раза, сокращают коэффициент стока в 1,6...3,9 раза, в зависимости от облесенности (Калининченко, Ильинский, 1976).



Многолетние исследования в Каменной степи свидетельствуют о том, что при 6%-ной облесенности водосбора весенний сток сокращается в среднем на 55...60% по сравнению со стоком необлесенного водосбора. При сочетании противоэрозионных лесных насаждений с простейшими гидротехническими устройствами увеличивается поступление влаги в почву и грунт, затухают эрозионные процессы.

В присетевой зоне и гидрографической сети противоэрозионные насаждения повышают роль лугомелноративных и других мероприятий. В системе с полезащитными лесными полосами противоэрозионные насаждения создают лучшие условия для роста и развития растений на прилегающих полях, способствуют получению высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур.

Полного успеха в мелнорации оврагов можно добиться только при условии, если все элементы овражно-балочных систем будут охвачены хозяйственными мероприятиями, т. е. если будет осуществлен необходимый комплекс мелноративных мероприятий. Таким образом, эрозию, это грозное явление природы, можно побороть, а землю заставить родить щедрее. Огромная роль в решении этих задач принадлежит научно-исследовательским учреждениям.

Украинский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелнорации (УкрНИИЛХА) разработал классификацию склонов гидрографической сети по категориям лесокультурной площади в зависимости от крутизны склонов и степени их эродированности. Для каждой из этих категорий были созданы технологические схемы подготовки почвы под посадку защитных насаждений, определены породный состав и перечень машин для работы на склонах. Молдавский НИИ почвоведения и агрохимии им. П. А. Димо разработал технологию полной и частичной засыпки с выполаживанием откосов оврагов в зависимости от их размеров и намечаемых целей хозяйственного освоения.

Эти мероприятия дают высокий противоэрозионный и экономический эффект, обеспечивая пригодность земли для хозяйственного использования.

ВНИИЛМом для лесостепных районов европейской части РСФСР разработаны рекомендации по комплекс-

ному мелиоративному освоению овражно-балочных систем, создан ряд машин и механизмов для лесомелиоративных работ (секционный террасер ТС-2,5, площадкоделатель ОПГН-1 для подготовки почвы на межовражных участках, крутизной до 20°, двухотвальный плуг для обработки почвы на склонах крутизной до 20°, лесопосадочная машина ЛМГ-2, культиватор КРТ-3 и желудевая сеялка СЖН-1). Комплекс противоэрозионных работ, включающий в себя лесомелиоративные, гидротехнические и лугомелиоративные мероприятия в совхозе «Куликовский» Орловской области, свидетельствует о высокой противоэрозионной и хозяйственной эффективности этих работ.

Показателен опыт Каневской гидрлесомелиоративной станции Черкасской области Украинской ССР, созданной в 1958 г. Объектами ее работ стали овражно-балочные системы на площади 6000 га, переданные в гослесфонд, а также эродированные балки землепользований колхозов Каневского и Корсунь-Шевченковского районов. За годы существования станции создано более 8 тыс. га противоэрозионных лесных насаждений, построено 30 км водорегулирующих валов, около 60 водосборных сооружений разных типов и конструкций в комплексе с донными сооружениями в оврагах, угрожающих размывом наиболее ценным сельскохозяйственным землям, коммуникациям, имеющим важное экономическое значение. Полностью остановлен рост 2750 вершин и отвершков оврагов, значительно снижен смыв почвы на площади свыше 12 тыс. га пашни, защищены поймы Днестра и Роси от занления в пределах Каневского района. Чимишлийский мехлесхоз в Молдавии, организованный в 1966 г., создал противоэрозионные насаждения на овражно-балочных и склоновых землях площадью 4550 га, в том числе на землях колхозов и совхозов площадью 2190 га. Кисловодский опытно-показательный мехлесхоз успешно осуществляет на базе комплексной механизации облесение горных склонов в зоне водного питания минеральных источников в Кисловодске. Здесь в 1957 г. облесены крутосклоны на площади 3100 га, в том числе путем террасирования — на площади 1400 га. Все это свидетельствует о высокой противоэрозионной эффективности агролесомелиоративных мероприятий и настоятельной необходимости их широкого применения в комплексе с другими приемами

во всех сельскохозяйственных регионах, подверженных водной эрозии.

В нашей стране около 240 млн. га песков и песчаных земель. Только в европейской части СССР по таким речным системам, как системы Дона, Днепра, Волги, Терека, Кумы, а также в Северном Прикаспии их насчитывается около 6 млн. га, в том числе более 1 млн. га подвижных песков. Сельскохозяйственное использование их возможно только в сочетании с лесоразведением в объемах, обеспечивающих эффективную защиту почв.

В сельскохозяйственное и промышленное использование уже вовлечены большие площади песчаных земель. Разработанные научными учреждениями методы мелиорации и широкий опыт передовых хозяйств позволяют повысить интенсивность использования неосвоенных песчаных земель, поднять их продуктивность.

Песчаные массивы юга и юго-востока европейской части РСФСР, расположенные в большинстве случаев в районах интенсивного земледелия, более доступны для освоения. Об этом убедительно свидетельствует опыт освоения Придонских, Прикаспийских и других песков в РСФСР, Нижнеднепровских — на юге Украины. Еще недавно Нижнеднепровские пески представляли собой лишенный растительности, открытый действию ветров песчаный массив, справедливо названный «украинскими Каракумами». Исследования показали, что облесение — нужное средство закрепления песков, которое должно предшествовать и способствовать в дальнейшем развитию сельскохозяйственного производства на межаренных и приаренных землях.

Нижнеднепровской научно-исследовательской станцией облесения песков и виноградарства на песках УкрНИИЛХА разработаны и теоретически обоснованы принципы комплексного освоения песков, размещения угодий на них под защитой лесных насаждений, создана технология облесения Нижнеднепровских песков, которая включает в себя комплекс последовательных научно обоснованных мероприятий, направленных на преодоление неблагоприятных факторов лесорастительных условий, и приемы повышения устойчивости и улучшения роста посадок. Применение этой технологии на базе комплексной механизации позволило создать на песках более 70 тыс. га лесных культур высокой

устойчивости и производительности. И это сделано на тех песках, на которых в течение 125 лет попытки вырастить лес неизменно терпели неудачи.

Внедрение новой технологии позволило не только получить денежную экономию, но и перевести пески из так называемых бросовых земель в разряд продуцирующих, которые дают сотни тонн зерна, несколько десятков тысяч кубометров хвороста и дров, сотни тонн грибов и белоакациевого меда. Лес укрепил пески, улучшил ветровой режим, до минимума снизил опасность проявления ветровой эрозии. Повысилась культура земледелия. Все это положительно сказалось на урожайности сельскохозяйственных культур.

Под защитой лесных насаждений стало возможно успешное развитие садоводства и виноградарства на песках (Виноградов, 1963). Каждый гектар виноградников в передовых хозяйствах на песчаных землях ежегодно дает 1...1,8 тыс. руб. прибыли. Затраты на создание 1 га виноградников (до вступления в плодоношение) на бугристых песках, погребенных почвах и черноземовидных супесях при такой прибыльности окупаются за 4...5 лет после вступления в плодоношение.

Гумусированные песчаные почвы в южных районах европейской части РСФСР с годовой суммой осадков более 300 мм успешно используют для выращивания многолетних трав (люцерны, житняка, эспарцета и др.), бахчевых и ряда зерновых культур. Рациональное размещение сельскохозяйственных угодий в зависимости от почвенно-гидрологических условий при комплексном освоении песков обуславливает высокую рентабельность производства. Наиболее ярко это показывают результаты работы научно-исследовательских агролесомелиоративных станций и опорных пунктов ВНИАЛМИ, которыми на ранее разбитых песках созданы хозяйства с высокой культурой производства.

Защитные лесные насаждения создают реальные условия для вовлечения в сельскохозяйственный оборот песчаных земель и повышения эффективности их использования. Затраты на создание таких насаждений окупаются через 3..4 года с начала их использования, затем животноводческие хозяйства получают от них чистую прибыль.

На песках колхозов и совхозов в европейской части СССР уже заложено свыше 1 млн. га лесных насажде-

ний. Многолетняя практика облесения песков свидетельствует о том, что разведение леса на песчаных землях — рентабельное мероприятие.

Крупнейший объект защитного лесоразведения — пески среднеазиатских пустынь и Казахстана. Там в больших объемах осуществляют облесительные работы, применяя пескоукрепительные породы — саксаул, черкез, кандым и др. Если к 1968 г. в этом регионе было всего 800 га искусственных насаждений, то за истекшие годы только на песках колхозов, совхозов и госземзапаса в Узбекской и Туркменской ССР их было заложено более 670 тыс. га.

Прибавка урожая кормов на пустынных пастбищах Средней Азии под защитой лесных полос из саксаула достигает 20...25%. Кроме того, урожай поедаемой животными массы побегов и семян самого саксаула в лесных полосах достигает 8...10 ц/га и более. В результате этого создается прочная кормовая база животноводства, растет и продуктивность животных.

Вдоль построенных в пустынных районах крупных каналов, нефте- и газопроводов, высоковольтных линий электропередач, железных дорог образуются очаги подвижных песков, угрожающих засыпанием этих объектов и создающие аварийную обстановку при их эксплуатации. До последнего времени единственным средством закрепления подвижных песков в этих условиях было устройство трудоемкой и дорогостоящей механической защиты. Теперь наметился определенный технический прогресс, связанный с применением химических фиксаторов (нэрозина, нефти) и посадкой пескоукрепляющих пород при использовании средств механизации. Эти работы проведены под руководством СредазНИИЛХ на протяжении многих километров вдоль трассы газопровода Средняя Азия — Центр. Защитные лесные насаждения на песках играют также большую противозерозионную, санитарно-гигиеническую, климатоулучшающую, эстетическую и рекреационную роль.

Лесные насаждения обладают большой водорегулирующей и водопоглотительной способностью. Установлено, что 60...80-метровые лесные полосы в степных условиях почти полностью поглощают поверхностный сток, переводя его во внутрпочвенный и грунтовой. Лесная растительность играет большую роль в задер-

жании твердого стока, препятствует поступлению его в реки и водохранилища, защищая их от заиления, а воду от загрязнения, очищая ее от взвешенных и растворенных в ней химических веществ и резко сокращая содержание в ней болезнетворных микроорганизмов.

Лесохозяйственные предприятия проводят большую работу, направленную на облесение берегов рек, водохранилищ и каналов. Уже создано более 100 тыс. га искусственных лесонасаждений по берегам крупных водохранилищ и каналов. В частности, полностью завершено облесение Куйбышевского, Каховского, Днепродзержинского, Кременчугского, Можайского и других водохранилищ, а также ряда крупных каналов: имени Москвы, Сев. Донец — Донбасс, Днепр — Кривой Рог и др.

Значительные объемы этих работ выполнены на берегах водохранилищ Волгоградского (более 12 тыс. га), Днепропетровского им. В. И. Ленина (около 8 тыс. га), Киевского (5 тыс. га) и др.; продолжаются работы на Северо-Крымском и других каналах.

Особое место в защитном лесоразведении занимают государственные защитные лесные полосы. На обширной территории страны от лесостепи с выщелоченными черноземами до полупустыни со светло-каштановыми комплексными и бурыми пустынно-степными почвами к 1975 г. были созданы государственные защитные лесные полосы на площади 133 тыс. га общей протяженностью 11,5 тыс. км.

Государственные лесные полосы выполняют разнообразные функции в зависимости от их структуры и местоположения. В комплексе с другими агролесомелiorативными насаждениями эти полосы регулируют водный сток, улучшают местные гидрологические условия и микроклимат прилегающих полей, повышая тем самым урожай сельскохозяйственных культур, препятствуют заилению и загрязнению рек и водохранилищ сточными водами, защищают дороги от засыпания продуктами ветровой эрозии. Они становятся крупной базой заготовки местных лесных семян для полезащитного лесоразведения, источником получения древесины в результате рубок ухода. Население близлежащих сел, деревень, рабочих поселков и городов заготавливает в них плоды и ягоды (яблоки, груши, вишни, облепиху, смородину). На опушках государственных лесных полос в период медосбора колхозы и совхозы размещают па-

сски, а под тенью деревьев располагают полевые станы механизаторы. В их насаждениях находят приют звери, а также птицы, уничтожающие сельскохозяйственных и лесных вредителей. Государственные полосы, проходящие вблизи степных населенных пунктов, вместе с другими видами полезащитных лесных насаждений представляют собой своего рода зеленую зону, меняют облик степей, обогащают ландшафт и создают благоприятные условия для жизни, труда и отдыха людей.

В Советском Союзе на огромном протяжении созданы защитные лесные полосы вдоль железных и автомобильных дорог. Лесные посадки вдоль железных дорог ограждают пути от снежных и песчаных заносов, защищают железнодорожное полотно и сооружения от разрушающего действия эрозийных процессов и оползней, а контактные сети, линии связи и движущиеся поезда от вредного влияния ветров.

Трудно переоценить значение лесных полос вдоль автомобильных дорог. Они обеспечивают эффективную защиту дорожного полотна от снежных заносов и снижение стоимости перевозок. Преимущество здесь защитных насаждений перед использованием соответствующей снегоочистительной техники состоит и в том, что средства, затраченные на их создание, имеют длительный, многолетний эффект.

В нашей стране осуществляются большие работы, направленные на создание зеленых зон. Широкое развитие озеленительные работы получают в сельской местности.

В десятой пятилетке лесохозяйственными органами выполнены значительные объемы работ в области защитного лесоразведения. Постановлением Совета Министров СССР от 13 октября 1975 г. «О мерах по улучшению организации работ по защите почв от ветровой и водной эрозии» было предусмотрено в 1976—1980 гг. создание полезащитных лесных полос на площади 353 тыс. га; закрепление и облесение оврагов, балок, песков, берегов рек и других неудобных земель на площади 1072 тыс. га, а всего 1425 тыс. га, в том числе лесохозяйственные предприятия системы Гослесхоза СССР должны были выполнить эти работы на площади 1390,4 тыс. га, что составляет 97,5% общего объема.

Главная задача органов лесного хозяйства — обес-

печение выполнения установленных планов каждым предприятием, повышение технического уровня, качества работ и эффективности полезащитного лесоразведения. Для полной защиты сельскохозяйственных угодий страны нужно создать около 15 млн. га агролесомелиоративных насаждений, в том числе 5,1 млн. га полезащитных и водорегулирующих лесных полос (Воробьев, 1977).

Системой лесного хозяйства страны осуществляются организационные мероприятия, направленные на успешное выполнение установленных планов защитного лесоразведения. Укрепляется материально-техническая база предприятий. Для выполнения противоэрозионных работ на землях колхозов и совхозов организуют лесомелиоративные станции, механизированные лесхозы, специализированные лесничества, государственные лесные питомники, ремонтно-механические мастерские, создают необходимые условия для развития механизации агролесомелиоративных работ. Промышленностью все больше выпускается машин, необходимых в лесоразведении, в том числе для выполнения облесительных работ на овражно-балочных землях. Для лесной мелиорации расширена подготовка специалистов высшей и средней квалификации. Стала более яркой и целеунаправленной пропаганда защитного лесоразведения через печать, радио и телевидение, расширен показ достижений в этой области на ВДНХ.

Развитие лесомелиоративной науки и технический уровень агролесомелиоративных работ позволяют на всех категориях земель создавать биологически устойчивые и эффективные защитные лесонасаждения. Наиболее неустойчивы природные процессы в горных районах. Леса — могучее средство стабилизации хода природных процессов в этих районах.

Более трети территории СССР приходится на горные районы. Значительные площади занимают горы в Узбекской, Украинской и Казахской ССР; особенно велик их удельный вес в Азербайджанской ССР и Восточной Сибири, в Армянской ССР и на Дальнем Востоке, в Грузинской, Таджикской и Киргизской ССР. В юго-западных районах СССР расположены Карпаты, Крымские горы, цепи Большого и Малого Кавказа; у южного рубежа нашей страны — Копетдаг, мощные цепи Памиро-Алая и Тянь-Шаня, а вдоль юго-восточных гра-



ниц — Тарбагатай, Алтай и хребты Саяно-Байкальской горной области. Ряд крупных хребтов возвышается на востоке. В районах Малого и Большого Кавказа, на Памиро-Алас и Тянь-Шане горизонтальная расчлененность территории достигает местами 3..4, а в отдельных массивах Копетдага 5,7 км/км<sup>2</sup>. Для низких гор этих хребтов характерны местные базисы эрозии глубиной 300...500 м, а в средней зоне гор — от 600...800 до 1000...1200 м. На отдельных хребтах Памира и Тянь-Шаня глубина базисов эрозии достигает 2000...3000 м.

Большие различия наблюдаются в климатических условиях горных территорий Советского Союза, особенно в распределении в горах осадков. По соотношению между теплом и влагой горные территории СССР делятся на фитоклиматические зоны: переувлажненные, холодные; постоянного избыточного увлажнения, умеренно холодные; достаточного (периодически избыточного) увлажнения, умеренно теплые; неустойчивого (периодически недостаточного) увлажнения, теплые; недостаточного увлажнения (засушливые), умеренно жаркие; сухие и очень жаркие; влажные и очень теплые, субтропические (И. Ханбеков, 1978).

Различна также лесистость горных территорий. К многолесным (лесистость более 30%) относятся горные районы востока СССР, западные склоны Большого Кавказа и Закарпатье, к средпелесистым (лесистость 15...30%) — Алтай, Южный Урал и северные склоны Большого Кавказа. Мало лесов (2...15%) на Северном Тянь-Шане, в засушливых районах Большого и Малого Кавказа, а также в Крыму. Горные районы Центрального и Западного Тянь-Шаня, Памиро-Алая и Копетдага практически относятся к безлесным (лесистость менее 2%).

Горные территории земледельческой зоны СССР используют как пастбища. На Алтае, в Саянах, Забайкалье, на Тянь-Шане и Памиро-Алае выращивают зерновые культуры. В засушливых районах Большого и Малого Кавказа создают плодовые насаждения, на юге Крыма и Черноморского побережья Кавказа, кроме того, выращивают табак. Для ряда районов Северного Тянь-Шаня, Кавказа и Закарпатье характерно многоотраслевое хозяйство с развитым садоводством. Влажные субтропики широко используют для выращивания ценных субтропических культур. По основному направлению

сельского хозяйства во всех горных районах Советского Союза выделяются зоны горных и высокогорных пастбищ, горно-лесная и горно-земледельческая. В ряде горных районов скот пасется и в низких предгорьях, а земледелие поднимается высоко в горы.

В горных районах СССР создают промышленные и сельскохозяйственные предприятия. С каждым годом расширяют возделывание сельскохозяйственных культур, полнее используют пастбища и сенокосы, лесные и лесоплодовые насаждения, закладывают сады и виноградники, плантации технических и субтропических культур. Горы пересекают шоссейные и железные дороги. Широкий размах получает санаторно-курортное строительство, создание баз отдыха и организация туризма.

Особо важную роль играют горные территории как мощные конденсаторы влаги. В горах находятся истоки рек, дающих воду городам, селениям и предприятиям обширных равнин. В засушливых районах вода горных рек — основа орошаемого земледелия. Важнейшее значение в этих условиях приобретает рациональное использование водных ресурсов и такое использование горных территорий, которое обеспечило бы повышение плодородия почв. В решении задач, связанных с хозяйственным использованием земель горных районов, важная роль принадлежит лесам. Особенно велико стабилизирующее влияние лесов на ход всех природных процессов в сильно пересеченных засушливых и сухих горных районах. Уменьшая поверхностный сток, прекращая или резко ослабляя эрозию почв, закрепляя склоны и осыпи, леса препятствуют образованию селевых потоков.

Чрезмерная рубка горных лесов в прошлом, нерегулируемый выпас скота, распашка склонов причиняли огромный вред народному хозяйству. Нерегулируемый выпас скота в горах приводит к выбиванию травянистой растительности, к выпадению из ее состава наиболее ценных видов, уплотнению почв и распылению их верхнего горизонта, к ухудшению условий естественного возобновления растительности. На выбитых площадях плохо возобновляются горные леса. Особенно вреден нерегулируемый выпас скота в засушливых и сухих горных районах. Эрозия почв там усиливается распашкой склонов под однолетние культуры.

Большая потеря воды поверхностным стоком ухудшает режим рек. В засушливых, а особенно в сухих рай-

онах паводки начинаются рано и заканчиваются обычно к периоду повышенной потребности в воде орошаемых сельскохозяйственных культур. Неравномерность стока снижает оросительную способность рек, вызывает необходимость крупных ирригационно-мелиоративных мероприятий, в частности строительства водохранилищ как сезонного, так и многолетнего регулирования стока.

Поверхностный сток — причина больших потерь почвы в результате смыва. Особенно велики они в горах, засушливых, сухих малолесных и безлесных районах и в отдельных местах достигают 300...500 м<sup>3</sup> с 1 га в год. Смытые и размывые земли повсеместно встречаются в горных районах Армянской, Киргизской ССР, Карпатах, Азербайджанской, Грузинской, Таджикской, Узбекской и Туркменской ССР.

Селевые потоки наблюдаются в Средней Азии, Южном Казахстане, на Кавказе и в Закарпатье, а также в Карпатах, в Крыму и Саяно-Байкальской горной области, в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке. Они несут огромное количество мелкозема, щебня, камней, а иногда даже крупные каменные глыбы, разрушают предприятия, гидротехнические сооружения, железные и шоссейные дороги и населенные пункты, заносят водохранилища, пахотные земли, сады и виноградники.

Селевые потоки формируются преимущественно при выпадении ливневых осадков и насыщены твердым материалом. Они обладают значительными скоростями, большой разрушительной силой, создают отложения. В зависимости от степени насыщенности селевого потока твердым материалом изменяется и характер его движения. При незначительном содержании твердого материала селевой поток приближается к паводку, а при перенасыщенности скорость движения селевой массы в значительной мере снижается.

Образование селевых потоков возможно на всех горных и предгорных территориях, в особенности там, где нет почвозащитной древесной, кустарниковой и травянистой растительности. Мощное развитие селевых потоков возможно при общем незначительном количестве выпадающих осадков и редких интенсивных ливнях. Достаточное количество выпадающих осадков способствует развитию растительности, ослабляющей эрозионные явления. Все эти условия есть в горах.

Селеопасность каждого селевого бассейна опре-

деляется характером пород, слагающих горные склоны. Этот фактор имеет решающее значение. Если почвогрунты горных склонов данного селеносного бассейна представлены породами, трудно поддающимися физическому выветриванию и эрозии, то даже при крутых склонах и ливневых дождях опасность зарождения селевого паводка отпадает. В противовес этому можно привести селеносные бассейны, сложенные почвогрунтами, легко поддающимися физическому выветриванию и эрозии и формирующими осыпи и обвалы. Даже если нет ярко выраженных дополнительных факторов селеобразования, эти бассейны потенциально селеносны, так как в любом горном районе возможно выпадение интенсивного и продолжительного ливня или быстрое таяние снегов. К числу факторов селеобразования относятся также крутизна склонов и русел селеносных бассейнов, их форма и площадь, степень покрытия склонов древесной, кустарниковой и травянистой растительностью, а также климатические условия селеносного бассейна. Форма и динамика поверхностного стока разнообразны и закономерно изменяются в зависимости от сопутствующих факторов.

Основная задача борьбы с селевыми потоками — защита поверхности почвы от механического воздействия дождя и града путем использования почвозащитных и гидрологических свойств растительности, регулирование поверхностного стока, ослабление водной и ветровой эрозии.

Решающее значение в решении этой задачи имеет древесная, кустарниковая и травянистая растительность. Чем больше почвогрунт подвержен выветриванию и эрозии, тем большее значение имеет создание живого покрова как самого мощного почвозащитного и водоохранного фактора.

Значение горных лесных насаждений в основном сводится к комплексной защите склонов надземной и подземной частями растений. Эта комплексная защита включает в себя задерживание кронами деревьев значительной части выпадающих осадков (водоудерживающая способность крон), ослабление интенсивности ливней и увеличение продолжительности их выпадения (под пологом леса осадки продолжают идти и после дождя или ливня), защиту почвы от разрушительного механического воздействия дождевых капель, увеличение водонепроницаемости почвогрунта и скорости просачивания влаги в

почву, а также тормозящее влияние лесной подстилки на поверхностный сток воды, снегорегулирование и сокращение до минимума сдувания снега, ослабление глубины промерзания почвы, замедление таяния снега и, как следствие, увеличение запаса грунтовых вод, а также улучшение условий питания горных родников, ослабление процессов смыва и размыва почвы. Наряду с древесной и кустарниковой растительностью большое почвозащитное значение имеет травянистая растительность.

История борьбы с селевыми потоками в горах насчитывает много примеров, когда уже сформировавшиеся селевые потоки, встречая на своем пути достаточно мощные лесные насаждения, замедляли движение и ослабляли разрушительную силу. В связи с этим сохранение и создание лесных защитных насаждений особенно важно на верхних участках селеопасных бассейнов, где накапливаются продукты разрушения горных пород и формируются питание и разрушительная сила селевых потоков. Лесные насаждения на нижних частях склонов при обезлесении и обнаженности верхних участков селевых потоков не устраняют опасности возникновения селевого потока.

Улучшение водного режима, борьбу с эрозией почв и селевыми потоками и повышение производительности горных территорий во всех горных районах осуществляют путем проведения организационно-хозяйственных, агротехнических, мелиоративных и мелиоративно-технических мероприятий.

К организационно-хозяйственным мероприятиям относятся правильная организация горных территорий, улучшение состава и состояния горных лесов, пастбищ и сенокосов, к агротехническим — противоэрозионная система земледелия, агротехника выращивания сельскохозяйственных культур на горных склонах, предупреждающая поверхностный сток и эрозию почв, полосное земледелие, культура многолетников. В число лесомелиоративных мероприятий включаются облесение горных склонов, лесоразведение в руслах рек, лесоразведение на конусах выносов. Мелиоративно-технические мероприятия применяют на склонах гор, в руслах и на конусах выносов и у объектов, защищаемых от селевых потоков. Организационно-хозяйственные мероприятия в горных районах должны

обеспечить создание мощного растительного покрова, в первую очередь лесов.

Комплекс противоэрозионных и противоселевых мероприятий на землях различного назначения должен быть различным. На землях государственного лесного фонда — это максимальное увеличение покрытых лесом площадей, уплотнение существующих древостоев, зарашивание прогалин и облесение всех не покрытых лесом площадей. Одно из самых важных мелиоративных мероприятий — регулирование поверхностного стока и прекращение эрозии почв. Особое значение имеет террасирование склонов, являющееся одним из наиболее эффективных средств борьбы с эрозией почв и предупреждения формирования селевых потоков. Основная мелиоративная задача террасирования склонов — задержание и поглощение террасами выпадающих осадков и прекращение или значительное ослабление эрозионных процессов и селевых потоков (табл. 7).

7. Влияние террасирования склонов на смыв почвы

Почвы	Степень задернения	Смыв межтеррасного пространства, м <sup>3</sup> /га	Смыв с нетеррасированных склонов, м <sup>3</sup> /га	Уменьшение смыва в пределах межтеррасного пространства, %	Слой наноса почвогрунта на полотне 4-метровой террасы, мм
Средне-смывые	Средняя	8,7	63,0	82,4	5,2
	Частичная	17,3	89,4	78,8	6,6
	Средняя	13,0	76,2	80,6	5,9
Сильно-смывые	Средняя	15,8	80,0	80,5	4,4
	Частичная	26,7	120,2	77,2	6,5
	Средняя	21,3	100,1	78,8	5,5

Ступенчатые 3,5-, 4-метровые террасы с обратным уклоном в 4...5° — устойчивые сооружения. Они резко снижают смыв почвы на межтеррасных участках склонов и полностью задерживают сток и смывание почвы с межтеррасных пространств.

Ведущий фактор успешного роста древесных растений в сухих и очень сухих условиях произрастания — водный режим почв.

Борьба с селями может быть наиболее эффективной в том случае, если проводимые мероприятия направлены прежде всего на устранение причин, порождающих сели. Они могут быть недостаточны для полного предот-

вращения образования потока, но мощность его значительно снижают, что позволяет применять другие способы борьбы.

Наиболее действенно средство улучшения водного режима, борьбы с эрозией почв и селевыми потоками в горах — широкое применение многолетних культур, в первую очередь облесение горных склонов, а также создание на них садов и виноградников. В облесенных бассейнах режим рек становится более равномерным, восстанавливается структура и повышается плодородие эродированных почв, прекращаются селевые потоки. Введение ценных лесных орехоплодных и плодовых пород и технических культур резко повышает производительность горных территорий.

Широкое развитие получили лесомелiorативные исследования в горных районах с различными лесорастительными условиями, а также исследования ассортимента лесных, орехоплодных и плодовых пород для облесения горных склонов и создания в горах садов и виноградников, агротехники горного лесоразведения (способов подготовки почвы, методов лесоразведения, сроков посева и посадки, мер ухода за лесными и плодовыми культурами, удобрений). Всесторонне исследовали также склоновые и русловые сооружения, применяемые для регулирования поверхностного стока и борьбы с селевыми потоками. Значительные работы проведены в области конструирования и испытания новых машин и орудий для механизации выращивания на горных склонах сельскохозяйственных культур, лесных орехоплодных и плодовых насаждений.

Научно-исследовательские институты лесного хозяйства разработали систему комплексных мероприятий, направленных на улучшение водного режима, борьбу с эрозией почв и селевыми потоками и повышение производительности горных территорий. Разработаны системы машин и орудий, обеспечивающие комплексную механизацию облесения горных территорий, создание в горах орехоплодных насаждений, садов и виноградников.

В лесном хозяйстве СССР облесение склонов осуществляют с применением противозрозионных приемов. На склонах крутизной до  $8^\circ$  почву подготавливают сплошной вспашкой, на склонах крутизной до  $12^\circ$  — полосной вспашкой или напашным террасированием, а на склонах крутизной свыше  $12^\circ$ , в том числе на эродиро-

ванных, чаще всего террасированием. На склонах крутизной до  $12^\circ$  почву обрабатывают плугами общего сельскохозяйственного назначения типа «Труженик-У», «Пахарь», ПЧС-4-35, ПОН-2-30, плантажными плугами ППН-40 и ППУ-50А. Для обработки каменистых почв используют плуги ПКС-4-35 и ПКС-3-35. Рыхлить почву можно рыхлителями РТ-2, РН-80Б и агрегатом ЛПА-1 в варианте рыхлителя.

В лесном хозяйстве при освоении склонов наиболее широко распространено террасирование, что связано с высокой противоэрозионной ролью террас. На неразмытых склонах крутизной до  $12^\circ$  террасы создают 3-, 4-корпусными, плантажными плугами или грейдерами с гусеничными тракторами класса 30...60 кН. Применение крутосклонного трактора ДТ-75К с челночным плугом ПЧС-4-35 позволяет создавать напашные террасы на склонах крутизной до  $20^\circ$  при значительном сокращении холостых проходов.

Для строительства террас на крутых и сильно размытых склонах крутизной до  $35...40^\circ$ , имеющих хотя бы один подъезд с крутизной до  $25^\circ$ , широко применяют террасер Т-4 с гусеничными тракторами класса около 60 кН и террасер-рыхлитель ТР-2А с гусеничными тракторами класса около 30 кН, а также универсальные бульдозеры типа Д-259, Д-492 и Д-493. Террасером-рыхлителем ТР-2А можно строить террасы с шириной полотна 2,5...3 м, остальными машинами — 3,5...4,5 м. Террасером Т-4 можно строить террасы на сильнокаменистых склонах. Секционный террасер ТС-2,5 к трактору класса около 30 кН позволяет исключить возвратно-поступательные перемещения агрегатов при строительстве террас на склонах крутизной до  $20^\circ$ . Он более производительен и удобен в обслуживании. Ведутся работы по созданию террасеров с активными рабочими органами.

Для устройства водоотводных канав на тракторопроходимых склонах промышленностью выпускается траншекопатель ТКГ-1-35. Им можно делать также канаво-террасы. Внедряется в производство площадкоделатель для склонов ПН-1-0,8, которым можно устраивать площадки диаметром 0,8 ... 1 м с одновременной подготовкой посадочного места. Это орудие агрегируется с тракторами класса около 30 кН; производительность его до 100 площадок в час. Применяют также ямокопатели.

Полотно террас рыхлят рыхлителями РТ-2, РН-80Б,



широко применяют 3-, 5-корпусные плуги с отвалом и без них. Рыхлитель РТ-2 с гусеничными тракторами класса около 60 кН рыхлит почву на глубину до 40 см с шириной захвата 2,4 м. Производительность его около 1,5 км/ч. Агрегат ЛПА-1 с тракторами класса 30 кН рыхлит почву на глубину 25 ... 40 см при ширине захвата 2 ... 2,5 м. Производительность его 1,5 ... 2 км/ч.

Для посадки семян на террасах или полосах применяют лесопосадочную машину ЛМГ-2, которая выпускается промышленностью в односекционном варианте. Машиной можно высаживать растения, размещая их в ряду через 0,5; 0,75; 1 и 1,5 м. Агрегируется она с тракторами класса 30 кН. Производительность ее до 2 км/ч. Сеянцы или саженцы лесных пород с высотой надземной части до 2 м можно высаживать лесопосадочным агрегатом ЛПА-1, который агрегируется с тракторами класса 30 кН. Производительность его 1,5... 2 км/ч.

Для ухода за лесными культурами на террасах и полосах можно применять культиваторы КРТ-3, КЛБ-1,7, ККН-2, 25Б и ПРВН-2,5А или ВРВН-1,5. Более перспективен культиватор КРТ-3, у которого ширина захвата изменяется от 1,5 до 3 м при глубине обработки до 22 см. Рабочие органы этого культиватора имеют предохранительные устройства, что позволяет применить его на каменистых почвах. Агрегируется он с тракторами класса 30 кН; производительность его до 3 км/ч.

С внедрением новой технологии лесокультурных работ на горных склонах затраты на создание 1 га культур снижаются в 1,5.. 2 раза, а производительность труда значительно повышается. Внедрение научно обоснованных способов и технологии облесения горных склонов позволяет значительно повысить защитные свойства лесов в горах.

## 5. САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКОЕ И ЭСТЕТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЛЕСА

Взаимодействие леса с внешней средой сложно и многообразно, и, несмотря на длительное изучение его, наука еще не раскрыла многого в экологии леса, которая должна быть одной из важнейших научных основ рассматриваемой проблемы.

Сообщества организмов и экосистем независимо от

влияния человека эволюционировали под воздействием природных факторов, междувидовой конкуренции и т. д., поэтому представляют собой динамические системы с перемежающимися равновесиями. В начале этого круговорота стоит процесс фотосинтеза, освобождающий кислород, содержание которого поддерживается в атмосфере Земли лишь этим процессом. Происходящие в листе дерева важнейшие физиологические процессы — ассимиляция углекислого газа, выделение кислорода, транспирация и дыхание — вызывают постоянный, непрерывающийся обмен между листом и окружающим атмосферным воздухом.

Исследованиями установлено, что более 60% кислорода поставляет в биосферу растительность суши и ее главный компонент — лес. Особенно велика роль лесов Урала, Сибири и Дальнего Востока, где процессы ассимиляции преобладают над процессами разложения.

Леса СССР выделяют более 5 млрд. т кислорода и поглощают до 5,5 млрд. т углекислого газа (Белов, 1976). Немецкий исследователь Вгүнig (1971) установил, что на образование 1 т абсолютно сухой древесины деревьями независимо от породы поглощается в среднем 1,83 т углекислоты и выделяется 1,23 т кислорода. Количество поглощаемой углекислоты и выделяемого кислорода на образование 1 м<sup>3</sup> древесины основных лесобразующих пород приведено в табл. 8.

8. Поглощение углекислоты и выделение кислорода при образовании 1 м<sup>3</sup> древесины основных лесобразующих пород

Порода	Поглощение углекислоты, кг	Выделение кислорода, кг
Сосна обыкновенная ( <i>Pinus silvestris</i> )	750	540
Ель обыкновенная ( <i>Picea excelsa</i> )	700	500
Дуб летний ( <i>Quercus robur</i> )	1150	830
Береза бородавчатая ( <i>Betula verrucosa</i> )	1.000	725
Осина ( <i>Populus tremula</i> )	800	575

Кислородопроизводительная способность лиственных пород выше вследствие большего ассимиляционного аппарата. Самое большое количество кислорода выделяют средневозрастные насаждения (от 30 до 60...80 лет). Выделение кислорода 30...60-летними дубовыми и лист-

венными насаждениями III...IV классов бонитета составляет 6,7, березовыми — 5,9, сосновыми — 4,8, осиновыми — 5,7 т/га (Болычевцев, 1968). Количество выделяемого кислорода и поглощаемого углекислого газа лесами зеленых зон в расчете на 1 га приведено в табл. 9.

9. Количество выделяемого кислорода и поглощаемого углекислого газа лесами зеленых зон

Класс бонитета	Количество, т/га		Класс бонитета	Количество, т/га	
	кислорода	углекислого газа		кислорода	углекислого газа
I	3,5 . . . 5,0	4,6 . . . 6,5	III	2,0	2,9 . . . 4,1
II	2,7 . . . 3,8	3,5 . . . 4,9	IV	1,8 . . . 2,0	2,8 . . . 3,4

Из приведенных данных следует, что больше всего выделяют кислорода и поглощают углекислого газа насаждения I...II классов бонитетов, т. е. выращивание высококачественной древесины не уменьшает кислородопроизводительную роль леса, а находится с ней в прямой зависимости.

Разновозрастные насаждения выделяют кислород более равномерно, что повышает их санитарно-гигиеническую роль. Изучив фотосинтетические свойства древесных пород и особенности насаждений, путем правильного подбора пород можно создать смешанное разновозрастное насаждение с максимальной кислородопроизводительной способностью. Например, в Московской области смешанные посадки из лиственницы сибирской, сосны обыкновенной, ели обыкновенной и тополя бальзамического за вегетационный период поглощают 27...43 т углекислого газа и выделяют 21...30 т кислорода.

Кислород леса качественно отличается от кислорода, полученного из всех других источников; он насыщен фитонцидами и ионами отрицательного заряда.

С давних пор атмосферное электричество привлекало к себе внимание ученых. Изменение самочувствия больных и здоровых людей, урожай сельскохозяйственных культур и многое другое исследователи связывали с влиянием на них атмосферного электричества. После открытия в конце XIX в. атмосферных ионов эти явления ставят в зависимость от ионизированного воздуха. Ионы размером  $10^{-8}$  см получили название легких, размером  $10^{-5}$  см — тяжелых. Сумму легких ионов принято обозначать  $n_{\pm}$ , тяжелых  $N_{\pm}$ ; разноименные ионы записыва

ются символами:  $n+$ ,  $n-$ ,  $N+$ ,  $N-$ . Из других обозначений, характеризующих ионизацию, важную роль играет коэффициент униполярности  $q$ , равный отношению числа тяжелых ионов к легким  $q = N_{\pm}/n_{\pm}$ . Чем чище воздух, тем меньше значение  $q$  (Минх, 1963).

Для определения гигиенического эффекта ионизации особое значение имеет концентрация легких положительных и отрицательных ионов в воздухе, так как по мнению исследователей (Минх, 1963; Лахно и др., 1967) они оказывают благоприятное действие на организм человека. Лечебные свойства отрицательно заряженного воздуха с успехом применяют при лечении гипертонической болезни I—II стадий, бронхиальной астмы, легочного туберкулеза, бессонницы и переутомления.

Благотворное влияние отрицательных ионов на организм человека позволяет причислить ионизацию атмосферного воздуха к числу факторов, имеющих бальнеологическое значение. Исследователями А. А. Минхом (1963) и Ю. Д. Думанским и Е. С. Лахно (1964) наибольшая концентрация легких ионов обнаружена в местах, где зеленые насаждения занимают 35 ... 60% всей территории; там, где озеленение не превышало 7%, легких ионов было в 2 ... 2,5 раза меньше. По-видимому, зеленые насаждения играют положительную роль в поддержании ионного режима воздуха на более высоком уровне.

В промышленных городах, в многолюдных помещениях концентрация ионов колеблется в пределах 100 ... 500, а иногда исчисляется десятками ионов в  $1 \text{ см}^3$ ; за городом она выше в 2 ... 3 раза.

Степень ионизации воздуха в различных местах составляет (по Белову, 1964):

	Число легких ионов в $1 \text{ см}^3$ воздуха
Над лесами и вблизи леса . . . . .	2000...3000
В горах . . . . .	2000...3000
В воздухе без влияния леса . . . . .	1000
Над морем в 5 км от берега . . . . .	800...900
В парке культуры и отдыха . . . . .	800
Вблизи заводов . . . . .	220...400
В закрытых многолюдных помещениях . . . . .	25...100

А. А. Минх и А. Л. Чижевский утверждают, что в  $1 \text{ см}^3$  воздуха над лесами содержится 2000 ... 2500 легких ионов. В районе озелененного Сестрорецкого курор-

та под Ленинградом число легких ионов в 1 см<sup>3</sup> воздуха доходит до 15 000. В атмосфере без влияния леса число их равно 1000, а в закрытых многолюдных помещениях — от 25 до 100.

Комплексное озеленение Москвы и Московской области, а также использование озелененных территорий для отдыха трудящихся потребовало выявления тех видов древесных пород, которые наряду с ландшафтно-эстетическими достоинствами обладают антимикробными свойствами в естественных условиях роста и способны обогащать воздушную среду легкими отрицательными ионами.

Преыдушие исследователи изучали естественную ионизацию независимо от климатических факторов. Во избежание повторения этой ошибки (Власюк, 1970, 1976) решались одновременно две задачи: изучение влияния насаждений различного состава на число ионов обоих знаков и выявление связи естественной ионизации с микроклиматом, обусловленным определенным дендрологическим составом, и в местах, лишенных древесной растительности. В течение 3 лет 3 раза в день регистрировали ионизацию воздуха в насаждениях сосны обыкновенной, лиственницы сибирской, дуба летнего, в насаждениях смешанного состава 5С5Д, 3С3Е4Лц, 9Б1Ос и на разнотравно-злаковой вырубке. Одновременно с регистрацией количества ионов замеряли температуру воздуха ( $t^{\circ}\text{C}$ ), температуру почвы ( $t^{\circ}\text{C}$ ), освещенность (тыс. лк), относительную влажность (%), скорость ветра (м/с). Полученные экспериментальные материалы были проанализированы методом множественной корреляции с применением ЭВМ «Минск-22». В результате математического анализа для насаждений изучаемого состава было получено по два линейных уравнения вида:

$$y_{1,2} = B_0 \pm B_1 X_1 \pm B_2 X_2 \pm B_3 X_3 \pm B_4 X_4 \pm B_5 X_5,$$

где  $y$  — зависимая переменная, характеризующая исследуемый показатель;  $B_0$  — свободный член;  $B_1, \dots, B_5$  — коэффициенты регрессии;  $X_1, \dots, X_5$  — факторы-аргументы ( $t^{\circ}\text{C}$  воздуха,  $t^{\circ}\text{C}$  ав. почвы, относительная влажность, освещенность, скорость ветра).

Для оценки адекватности уравнений изучаемому явлению определяли значение критерия Фишера и сравнивали его с табличным для 5-го уровня значимости ( $F_{0,5}$ ). Качество корреляционных уравнений конт-

ролировали вычислением коэффициента множественной корреляции ( $R$ ). Значение выбранных факторов определяли по величине коэффициента детерминации ( $R^2$ ). Вычисление значений критерия Стьюдента решило проблему отсева факторов, не оказывающих существенного влияния на число ионов обоих знаков.

Математический анализ дал возможность выявить взаимосвязь концентрации ионов с условиями микроклимата в насаждениях различного состава и на вырубке и сделать основные выводы с оценкой степени их надежности и сопоставления.

Все изученные виды насаждений изменяют естественную ионизацию воздуха. Ионизация в исследованных насаждениях характеризуется относительно высоким уровнем и разнообразием. Подтверждена положительная роль зеленых насаждений в поддержании ионного режима воздуха на более высоком уровне.

Количество легких отрицательных ионов зависит от состава насаждений. Увеличение числа ионов наблюдается в насаждениях лиственницы сибирской, сосны обыкновенной и в смешанных посадках с участием сосны обыкновенной до 30...50%. Насыщенность воздуха легкими ионами в насаждениях лиственницы сибирской и сосны обыкновенной колеблется в течение вегетационного периода соответственно от 630 до 800 и от 614 до 896 ионов в  $1 \text{ см}^3$ , величина коэффициента униполярности в большинстве случаев составляет 0,9...1,1. В условиях разнотравно-злаковой вырубки число легких отрицательных ионов вдвое меньше, а среднемесячная величина коэффициента униполярности изменяется от 1,6 до 4,0. Таким образом, вырубка характеризуется более низкими показателями насыщенности воздуха легкими отрицательными ионами чем участки, занятые лесом любого дендрологического состава.

В результате обработки данных эксперимента методом множественной корреляции прослежена зависимость естественной ионизации от почвенно-климатических условий. Во всех вариантах опыта обнаружено прямое положительное влияние температуры воздуха и почвы на число ионов обоих знаков; относительная влажность — фактор, с увеличением которого понижается уровень естественной ионизации в основном из-за убывания отрицательных ионов, увеличение скоро-

сти ветра отрицательно влияет на количество ионов в условиях разнотравно-злаковой вырубki.

Отрицательная ионизация оказалась более высокой в насаждениях, несмотря на то что температура воздуха в них ниже, чем на вырубке, на 3...5°C, температура почвы — на 2,5...3°C, а относительная влажность выше на 10...15%. В связи с этим можно предположить, что в насаждениях факторы, связанные с их жизнедеятельностью, увеличивают естественную ионизацию воздуха. К этим факторам относятся интенсивность процессов фотосинтеза, транспирация, фотоэлектрический эффект. Повышают ионизацию в лесу смолистые и ароматические вещества, выделяющиеся в атмосферу в процессе роста древесных пород. Уменьшение скорости ветра в насаждениях также способствует удержанию более ионизированного почвенного воздуха в пределах насаждений. В зимнее время ионизирующая роль лесов снижается примерно в 2 раза.

Степень полезности климата определяется насыщенностью воздуха местности электричеством отрицательной полярности (Минх, 1963), поэтому правильным подбором древесных пород можно значительно повысить бальнеологические свойства насаждений. Высокая степень ионизации воздуха, обнаруженная в сосняках и в смешанных посадках с примесью сосны, значительно повышает санитарно-гигиенические достоинства этих насаждений. Целесообразно в лесах Подмосковья внедрять культуры лиственницы сибирской, характеризующиеся высокой продуктивностью, красивым внешним видом и способные улучшать состав воздуха ионами отрицательного заряда.

Для оценки санитарно-гигиенических и бальнеологических свойств лесов большое значение имеет их фитонцидная активность. Фитонциды — это продуцируемые растениями бактерицидные, протистоцидные, фунгицидные вещества, являющиеся одним из факторов их иммунитета и играющие большую роль во взаимоотношениях в биоценозах (Токин, 1974). По физическому состоянию они могут быть твердыми, жидкими и газообразными. Фитонциды неоднородны по своей химической структуре. В большинстве случаев это комплекс органических соединений, относящихся к биологически активным веществам. Они содержат соединения различных классов: углеводороды, в том числе эфирные

масла, смолы и бальзамы, спирты, альдегиды и кетоны, органические кислоты и их соли, углеводы, аминокислоты и белки. Они способны длительно сохранять свою активность или мгновенно превращаться во внешней среде в другие вещества (Токин, 1974). Одни фитоорганические вещества действуют на единичные виды микробов, другие обладают широким антимикробным спектром.

Санитарно-гигиеническое значение фитонцидов объясняется тем, что они значительно ослабляют, а в некоторых случаях полностью подавляют действие болезнетворных начал в окружающей человека внешней среде. Доказано, что фитонциды хвойных подавляют развитие возбудителей дифтерии и туберкулезной палочки (Токин, 1974).

Фитоорганические выделения пихты (*Abies sibirica*) подавляют развитие микробов коклюша и дифтерии очень малыми концентрациями. Их активность превышает активность многих биологических антисептиков — пенициллина, грамицидина и др. (Комарова и Степанов, 1975). Из мирта (*Myrtus*) в чистом виде выделено вещество, оказывающее при концентрации 1 : 100 000 угнетающее действие на развитие золотистого стафилококка и туберкулезной палочки (Дегтярева, Починок, Чуднова, 1975).

В Московской области в течение нескольких лет изучали фитонцидные свойства основных лесобразующих пород (сосны обыкновенной, лиственницы сибирской, ели обыкновенной, березы бородавчатой, тополя бальзамического и дуба летнего) при действии на колонии *St. albus* и *St. aureus*. Стафилококковые культуры избраны в качестве теста, потому что они широко распространены в природе и вызывают до 50% инфекционных заболеваний. Кроме того, многие разновидности стафилококков устойчивы к действию антибиотиков. На основе исследований пришли к выводу, что летучие фитонциды лиственницы сибирской (*Larix sibirica*), ели обыкновенной (*Picea excelsa*), тополя бальзамического (*Populus balsamifera*), дуба летнего (*Quercus robur*) и березы бородавчатой (*Betula verrucosa*) снижают, а фитоорганические выделения сосны обыкновенной полностью подавляют рост колоний *St. albus* и *St. aureus* и сохраняют эти свойства в течение всего вегетационного периода. Фитонцидная активность



древесных пород имеет четко выраженную сезонную динамику: у хвойных фитонцидные свойства наиболее ярко проявляются с середины июля до августа, у лиственных — в июне и до середины июля. С наступлением осени антимикробная активность ослабевает у всех пород, особенно у лиственных.

Таким образом, антимикробная активность лесов определяется фитонцидными свойствами образующих их пород. Этим объясняется стерилизующее воздействие фитонцидов на микрофлору воздуха. В лесном воздухе содержится в сотни раз меньше микроорганизмов, чем в городском, в жилых и производственных помещениях. В 1 м<sup>3</sup> городского воздуха насчитывается в среднем 30...40 тыс. бактерий и других микроорганизмов, в 1 м<sup>3</sup> лесного воздуха — от 30 до 100. Данные о плотности микроорганизмов, полученные в Московской области и некоторых районах Сибири, показывают, что количество микробов в 1 м<sup>3</sup> воздуха сосновых и кедровых насаждений 1,5...3 раза меньше, чем березовых, а также на вырубках, лесных лугах и болотах. Таким образом, изучение физиологического действия фитонцидов древесных и кустарниковых пород может дать эффективные результаты для практической медицины.

Ученых интересует не только влияние летучих фитонцидов на микробы, но и то, какое действие оказывают фитонциды древесных пород на организм больных и здоровых людей. Е. С. Лахно и др. (1967) на основе медицинских исследований установили, что пребывание взрослых и детей в различных типах насаждений (лесу, парке) с разным породным составом (сосновых, смешанных, лиственных) благотворно влияет на организм человека, повышая тонус, улучшая показатели высшей нервной деятельности, нормализуя реакцию вегетативного отдела нервной системы. Воздух в насаждениях из чистой сосны или с преобладанием ее до 50% оказывает наиболее благоприятное действие на защитные силы организма.

Общая годовая бактериальная обсемененность воздуха в сосново-лиственном лесу с преобладанием сосны в 2 раза меньше, чем в лиственном при той же сомкнутости крон (Пряжников, 1966; Лахно и др., 1967). Выявление широкого антимикробного действия сосняков легло в основу рекомендаций для создания сосновых насаждений. Однако исследованиями Л. З. Гейхмана

(1972, 1975) в эти рекомендации внесены существенные уточнения: в весенне-летнее время в сосновых насаждениях повышается концентрация фитонцидов, что становится причиной возникновения у людей, страдающих сердечным недугом, дыхательной аллергии.

Несмотря на способность сосны обыкновенной активно подавлять развитие болезнетворных микробов, не рекомендуется размещать в сосняках кардиологические санатории. В связи с этим рекомендуется в лесной пейзаж смелее вводить породы с меньшей фитонцидной активностью. В частности, для лесов Московской области рекомендуется лиственница сибирская и береза бородавчатая. Смешанные посадки с участием березы целесообразно создавать при строгом соблюдении правил агротехники для удлинения сроков минимальной фитонцидной активности и снижения опасности поражения насаждений пожарами.

Необходимо дальнейшее изучение не только биологической полезности отдельных пород, но и различных типов леса. Уже изучены антимикробные свойства многих древесных и кустарниковых пород, произрастающих в различных географических районах нашей страны: в центральных областях, Крыму, на Кавказе, Украине, в Молдавии, Сибири, на Сахалине, Урале, Дальнем Востоке. Определена зависимость фитонцидной активности от климата местности, от высоты над уровнем моря, от времени года.

Производительность летучих веществ и антимикробный эффект насаждений зависят от состава древесных пород (Пряжников, 1966; Протопопов, 1975). Например, древостой 70-летнего сосняка бруснично-разнотравного продуцируют в день до 3,8 кг/га, а 65-летнего березняка разнотравного — до 3 кг/га, за вегетационный период соответственно 500 и 300 кг/га летучих органических соединений. В 200-летних кедровниках Западных Саян в течение вегетационного периода выделяется до 50 кг/га фитонцидных веществ, а 1 га можжевелового леса выделяет их до 30 кг в сутки. Количественная характеристика микрофлоры в 1 м<sup>3</sup> воздуха лесных фитоценозов приведена в табл. 10.

В лесных насаждениях создается специфический микроклимат, резко отличающийся от климата городов: радиационная температура в 2 раза ниже, температура воздуха в жаркую погоду ниже на 5...12°C, одновремен-

### 10. Характеристика микрофлоры в 1 м<sup>3</sup> воздуха лесных фитоценозов

Лесные участки	Всего	В том числе		Район исследований	Автор
		бактерий	грибов		
Вырубка разнотравно-злаковая	9350	5579	3871	Московская обл.	В. Н. Власюк (1970 а.)
Культуры сосны, 21 год	2750	660	2090		
Культуры лиственницы, 21 год	1450	1399	51		
Сосняк мшисто-ягодниковый	734	170	564	Томская обл.	А. В. Коваленок, Б. П. Токин, Т. Д. Янович (1952)
Кедровник разнотравный	1540	700	840		
Березняк разнотравный		1806			
Заросли черемухи	2024	1590	434	Саяны	В. В. Протопопов (1967)
Лесной луг	2004	634	1370		
Сосняк бруснично-багульниковый, 70 лет	1120	331	789		
Кедровник чернично-долгомошниковый, 220 лет	814	226	588	Алтай	А. Н. Пряжников, (1966)
Кедровник бруснично-зеленомошниковый, 200 лет	1064	311	753		
Лиственничник бруснично-багульничково-зеленомошниковый, 180 лет	1842	742	1100		
Старая вырубка	1592	318	1274	Алтай	А. Н. Пряжников, (1966)
Кедровник разнотравный, 200 лет	510	192	318		
Березняк разнотравный, 100 лет	956	127	829		

но относительная влажность увеличивается примерно на 15...20% (Молчанов, 1973).

Влияние леса на температуру, относительную влажность и ветровой режим проявляется на прилегающей к нему территории. Температура, влажность воздуха, а также ветровой режим на участках, прилегающих к лесу, зависят от их лесистости (Протопопов, 1967); увеличение лесистости с 30 до 70% обуславливает снижение температуры воздуха в течение вегетационного периода на 5...13% по сравнению со средней температурой окружающей местности.

При увеличении лесистости на 10% температура воздуха снижается в среднем на 0,2°C. С увеличением

лесистости на 50% (в интервале от 10 до 50%) абсолютная и относительная влажность воздуха в течение вегетационного периода возрастает на 6 ... 12%, а средняя скорость ветра снижается на 40...45%. Даже неширокие лесные полосы (до 10 м) увеличивают относительную влажность воздуха на расстоянии до 500 м.

Санитарно-гигиеническая функция леса проявляется не только на прилегающих к лесу территориях, но и далеко за ее пределами в результате циркуляции воздуха. Воздушные массы переносятся в другие районы, а на их место приходят новые, которые также очищаются в лесу от пыли и газов и обогащаются ионизированным кислородом, поэтому многие полезные функции леса имеют планетарное значение.

В связи с интенсивным процессом индустриализации и урбанизации многократно возросла роль лесных насаждений в борьбе с шумом. Всем известно, что продолжительный и сильный шум неблагоприятно влияет на человеческий организм. Гигиенисты установили, что длительное воздействие шума вызывает у человека разнообразные патологические изменения сердечно-сосудистой, пищеварительной, эндокринной, мышечной систем, вестибулярного аппарата. В результате воздействия шума производительность труда может снижаться до 60%.

Для гигиенической характеристики шума пользуются не физическими величинами, характеризующими уровень его энергии, а относительными, основанными на субъективном восприятии звука. Исходная величина, по отношению к которой определяют силу звука, — минимальная энергия, находящаяся на пороге слухового восприятия человека. Такая относительная величина измеряется в децибелах. Чтобы иметь представление о значении этих относительных величин, укажем, что воспринимаемый нами шум биения собственного сердца равен 10 дБ, шепот 20 дБ, шелест листьев 30 дБ, громкая речь 70 дБ, автомобильный шум 80...95 дБ. Первичные патологические изменения, такие, как нарушение умственной деятельности, сна, реакции на различные жизненные ситуации, по данным медиков, наблюдаются при шуме свыше 40 дБ, поэтому уровень шума, удовлетворяющий условиям нормальной человеческой деятельности и отдыха, не должен превышать 40 дБ.

Зеленые зоны городов и крупных промышленных поселков по своему функциональному назначению должны

отвечать условиям тихого отдыха. Однако значительные территории зеленых зон не соответствуют вышеупомянутым условиям. Как показал анализ шумового режима в различных функциональных участках зеленой зоны Москвы, к таким территориям чаще всего относятся места массового отдыха, пионерские и спортивно-оздоровительные лагеря, участки вдоль дорог и промышленных объектов.

Бороться с шумом в зеленых зонах можно, во-первых путем снижения шума в самих источниках его возникновения, во-вторых, путем выращивания насаждений, обладающих наиболее высокой шумозащитной способностью. Для разработки мероприятий борьбы с шумом в зеленых зонах были проведены специальные исследования шумового режима в различных участках зеленой зоны и шумозащитных свойств насаждений с различной лесоводственно-таксационной характеристикой (Ханбеков, Цареградская, 1977). Уровень шума, характерный для обследуемого участка зеленой зоны, определяли инспекторским методом, измеряя уровень шума стандартными шумомерами в разных участках насаждений с различной лесоводственно-таксационной характеристикой.

Анализ шумового режима зеленой зоны Москвы показал, что по среднему уровню звукового давления (дБ А) территорию зоны можно разделить на три группы участков: сильного (более 60...100 дБ А), среднего (40...60 дБ А) и слабого (менее 40 дБ А) шумового режима. Эти участки требуют проведения различных хозяйственных мероприятий.

Группа сильного шумового режима объединяет участки зеленых зон вдоль транспортных путей, вокруг промышленных и прочих хозяйственных объектов. На таких участках противошумовые мероприятия должны быть направлены на формирование насаждений с максимальной звукозащитной способностью. К группе среднего шумового режима относятся участки массового отдыха в лесопарковой части зеленой зоны, а также вблизи рек, озер, водохранилищ, пионерских и спортивно-оздоровительных лагерей. Противошумовые мероприятия здесь должны быть направлены на рациональное планирование и организацию и размещение мест отдыха, ограничение доступа отдыхающих, а также на формирование насаждений с повышенными шумозащитными свойствами. В группу слабого шумового ре-

жима входят участки зеленой зоны, не требующие проведения специальных мероприятий для снижения шума.

Исследования показали, что лесные насаждения существенно различаются протяженностью полосы снижения уровня звукового давления источника шума до 40 дБ А. Протяженность такой полосы снижается при увеличении вертикальной и горизонтальной сомкнутости насаждений, т. е. высоты прикрепления и густоты крон деревьев, высоты и густоты подроста и подлеска. Повышает шумозащитные свойства насаждений преобладание или участие в составе всех древесных ярусов вечнозеленых древесных пород, особенно имеющей густую, низко опущенную крону ели, а также шахматное или хаотическое размещение деревьев, исключающее беспрепятственное прохождение звука по междурядьям.

По протяженности звукозащитной полосы насаждения можно подразделить на следующие группы:

Ширина звукозащитной  
полосы (м) при макси-  
мальном уровне источ-  
ника шума 90...100 дБ  
А:

#### Характеристика насаждений

30...40

Хвойные (еловые и сосновые) и хвойно-лиственные насаждения густотой более 1,5 тыс. шт/га со случайным размещением деревьев, исключающим образование коридоров, и с высотой прикрепления крон деревьев не более 1 м. Аналогичные по составу насаждения с густотой до 0,5 тыс. шт/га и высотой прикрепления кроны 1...3 м, но с густым (более 3 тыс. шт/га) и равномерно размещенным (встречаемость более 70%) подростом и подлеском высотой 1...3 м

50...60

Лиственные и лиственно-хвойные насаждения с густотой более 1,5 тыс. шт/га и высотой прикрепления крон не более 1 м и случайным размещением деревьев. Аналогичные по составу и размещению деревьев насаждения с густотой до 0,5 тыс. шт/га и высотой прикрепления крон 1...3 м, но с подростом и подлеском средней густоты (1...2 тыс. шт./га) и равномерным размещением

70...80

Лиственные и хвойные насаждения с густотой 0,5...1 тыс. шт/га со случайным размещением деревьев и высотой прикрепления крон более 3 м с редким (менее 1 тыс. шт/га) подростом и подлеском. Лиственные и хвойные насаждения с густотой 1,5...2 тыс. шт/га, с высотой прикрепления крон 1...3 м и с рядовым размещением деревьев

Показатели оптимальной ширины звукозащитных полос в насаждениях с разной лесоводственной и таксационной характеристикой следует использовать в качестве нормативов при планировании численности и размещения мест отдыха в насаждениях подзон массового отдыха (лесопарков, прибрежных полос рек, озер, водохранилищ и т. д.), при проектировании и формировании звукозащитных полос вдоль дорог и вокруг других источников шума.

Экономическая оценка санитарно-гигиенической роли леса должна служить экономическим рычагом рационального природопользования и сохранения элементов биосферы. Для оценки санитарно-гигиенических функций леса общепризнанного метода пока нет. Оздоровительное действие лесов не вызывает сомнений, но очень трудно оценить это действие в денежном выражении. На основе анализа и апробирования нескольких методических подходов рекомендуем оценивать это действие методом «замещающих затрат» (Власюк, 1970б., 1975, 1978). Он состоит в том, что «невесомые» полезности леса оцениваются по затратам на создание компонентов лесной обстановки искусственным путем. При оценке кислородо-производительной способности леса необходимо исходить из предположения, что кислород, который мы имеем бесплатно в результате фотосинтетической деятельности лесов, будет получен путем разделения воздуха, при котором производство 1 т его равно 8 руб. Аналогично следует оценивать фитонцидные и ионизационные свойства лесов. Зная, сколько кислорода, насыщенного фитонцидами и ионами, производит 1 га леса, нетрудно оценить его оздоровительное действие по бальнеологической функции. Эта оценка будет складываться из оценок отдельных составляющих функций и с учетом фактора времени для лесов Московской области будет равна 19,6 тыс. руб.

Даже из этой примерной денежной оценки видно, что она в несколько раз выше оценки получаемой из леса древесины.

Таким образом, санитарно-гигиеническое значение лесов определяется их антимикробными, стерилизующими свойствами, ионизирующим воздействием на воздух, шумозащитными свойствами и общим оздоравливающим действием на окружающую человека среду. Эти бальнеологические функции леса не могут быть заменены ника-

кими другими. Благодаря им лес является объектом рекреации.

По сравнению с другими типами пригородных ландшафтов леса характеризуются наиболее высокими санитарно-гигиеническими и эстетическими свойствами и оказывают на отдыхающих самое благоприятное терапевтическое и психоэмоциональное воздействие, поэтому вместе с растущей потребностью в загородном отдыхе возрастают и рекреационные нагрузки на пригородные леса. В выходные дни в подмосковные леса выезжает на отдых в среднем 30...40% населения столицы. В солнечные летние выходные дни в пригородных лесах отдыхает более 4 млн. москвичей. Эстетическая привлекательность лесных ландшафтов обуславливает возможность разнообразных форм отдыха, включающих туризм, сбор грибов и ягод, охоту, лыжные и пешие прогулки и т. д.

Интенсивность рекреационного использования лесов во многом зависит от эстетических свойств насаждений. Эстетическая ценность лесных насаждений определяется комплексом факторов, к числу которых относятся освещенность и обзорность, красочность и контрастность, разнообразие и взаимосвязь лесных ландшафтов, декоративные свойства деревьев и кустарников и др. Эстетическая привлекательность лесных ландшафтов по каждому признаку оценивается по 5-балльной шкале. Общая эстетическая оценка насаждений по всем признакам определяется суммой баллов. Высшую эстетическую ценность в нашей средней полосе имеют дубовые, сосновые, березовые насаждения с невысокой сомкнутостью 0,5...0,7, редким подростом и подлеском. Посещаемость таких насаждений обычно выше в 3...5 раз и более по сравнению с посещаемостью расположенных по соседству менее эстетически привлекательных насаждений.

Эстетические и рекреационные достоинства насаждений зависят также от соотношения закрытых, полуоткрытых и открытых ландшафтов, т. е. участков леса разной степени сомкнутости. Например, в средней полосе нашей страны наиболее высокими рекреационными свойствами характеризуются насаждения, в которых доля открытых ландшафтов (сомкнутость менее 0,2) составляет 15...25%, полуоткрытых (сомкнутость 0,3...0,6) — 10...30% и закрытых (сомкнутость 0,7...1,0) — 55...65%. Такие насаждения отличаются повышенной эстетической привлекательностью.



Современное состояние лесов во многих районах СССР уступает потенциальным рекреационным возможностям из-за перегущенности, однородности состава, сильного развития подлеска, захламленности, что существенно снижает их эстетическую оценку по таким показателям, как освещенность и обозримость, красочность и контрастность, разнообразие ландшафтов, перспективы, декоративные свойства деревьев и др. Декоративные свойства таких насаждений могут быть повышены рубками главного и промежуточного пользования.

Лесоводственная и эстетическая оценка насаждений, пройденных обычными производственными рубками, показала, что применяемая организация и технология лесосечных работ при рубках и главного и промежуточного пользования не отвечает требованиям, предъявляемым к формированию насаждений в зонах отдыха. В результате таких рубок эстетическая оценка насаждений не повышается главным образом из-за того, что узкопосечная технология лесосечных работ снижает эстетические свойства насаждения, отбор деревьев в рубку ведется без учета их декоративности.

В лесных ландшафтах в зонах отдыха небольшие по протяженности участки насаждений с преобладанием разных пород должны сочетаться с насаждениями разной степени сомкнутости; в них должна быть дорожно-тропиночная сеть. Эти требования использованы ВНИИЛМом (Ханбеков, Цареградская, 1978) при разработке следующих принципов рубок формирования ландшафта в зонах отдыха: 1) проведение рубок участковым методом, т. е. с охватом насаждений всей подзоны; 2) использование метода ландшафтно-композиционных решений, т. е. выделение наиболее красочных, декоративных насаждений, деревьев, групп деревьев и закрытых, полуоткрытых и открытых ландшафтов с преобладанием разных пород; 3) максимальное использование существующей и проектируемой дорожно-тропиночной сети для организации лесосечных работ. В соответствии с этими принципами определены основные параметры рубок формирования ландшафта для средней полосы СССР. Протяженность участков с преобладанием разных пород — 70...180 м. Соотношение площадей ландшафтов разной степени сомкнутости: открытые (сомкнутость менее 0,2) — 15...25%, полуоткрытые (сомкнутость 0,3...0,6) — 10...30%, закрытые (сомкнутость 0,7...1,0) — 55...65%.

Открытые ландшафты подразделяются на поляны большого (30...50 м), среднего (15...30 м) и малого (10...15 м) размера. Соотношение площадей полян принимается равным. Густота дорожно-тропиночной сети с учетом квартальной и визирной сети --- не более 5% площади участка.

Перечисленные выше параметры были использованы при опытно-производственной проверке рубок формирования ландшафта в Загорском лесхозе Московской обл. Участок представлен 30...35-летними смешанными производными насаждениями группы сложных ельников с участием березы, осины, ели, дуба. Сомкнутость верхнего полога 0,7...1,0. Нижние древесные ярусы характеризуются густым лещиновым подлеском и местами густым еловым подростом. Из-за перегущенности верхних и нижних ярусов, отсутствия перспектив, монотонности породного состава, низких декоративных свойств деревьев, захламленности участок характеризуется низкой средней эстетической оценкой --- 13 баллов (9...17 баллов). При отводе участка в ландшафтную рубку была дана таксационная и эстетическая оценка выделам с закладкой пробных площадей, определены границы выделов, места расположения ландшафтных доминант и дорожно-тропиночной сети и с учетом этих показателей проложены волоки (будущая дорожно-тропиночная сеть). Для каждого выдела была определена интенсивность изреживания. Для закрытых ландшафтов интенсивность изреживания не превышала 15, для полуоткрытых --- 30...40%. В рубку назначались в первую очередь сухие и фаутные деревья, затем деревья III класса декоративности. Ширина волоков была принята равной 1,5 для тропинок и 3...4 м для дорог при комбинированной конно-тракторной (трактор ТДТ-40) трелевке. Под погрузочные площадки были выделены поляны в зоне ландшафтных доминант. Трелевка осуществлялась только в хлыстах, полухлыстах и сортиментах. Наряду с рубкой деревьев был также равномерно изрежен лещиновый подлесок до густоты 100...200 кустов на 1 га, чтобы расстояние между ними не превышало 4...5 м. После завершения лесосечных работ порубочные остатки были сложены в кучи и сожжены, была выполнена повторная таксационная и эстетическая оценка выделов. Эстетическая оценка участка повысилась до 23 баллов, или на 77%.

Благодаря развитию транспортной сети, росту чис-

ленности транспортных средств, строительству дачно-поселковых кооперативов и постоянно действующих предприятий массового отдыха интенсивность рекреационного использования лесов зеленых зон настолько возросла, что уже сейчас происходит слияние функций лесопарковых и лесохозяйственных частей. Из-за отсутствия научно обоснованных организационно-хозяйственных мероприятий по регулированию рекреационного использования лесов зеленых зон их состояние, особенно вокруг крупных городов, быстро ухудшается. Значительные площади насаждений находятся на необратимой стадии рекреационной дигрессии, характеризующейся почти полным отсутствием естественного возобновления и подлеска, разрушением живого почвенного покрова, усыханием деревьев.

Наряду с выполнением защитных, санитарно-гигиенических и рекреационных функций пригородные леса служат источником древесины. В перспективе в связи с быстрым увеличением площади лесов зеленых зон их лесосырьевая роль существенно повысится.

Комплексное использование и воспроизводство лесов зеленых зон, направленное на улучшение их защитных, санитарно-гигиенических и рекреационных функций, повышение продуктивности и устойчивости требует рациональной организации территории. (Лазарев, 1968). Один из перспективных методов организации лесов зеленых зон — расчленение их территории на участки, различающиеся по функциональному назначению, интенсивности рекреационного использования, основным направлениям хозяйственной деятельности, и объединение таких участков в подзоны и группы подзон по сходству указанных признаков.

На основе материалов обследования по данной методике зеленых зон Москвы и Костромы и анализа аналогичных данных зеленых зон других городов ВНИИЛМом (Ханбеков, Цареградская, 1979) разработана обобщенная классификация зеленых зон (табл. 11) и ландшафтно-типологический метод организации их территории.

Сущность ландшафтно-типологического метода заключается в расчленении территории на ландшафтные участки, к которым приурочены группы типов леса, однородные по рекреационной пригодности и по ведению хозяйства, а также в выделении композиционных цент-

## 11. Обобщенная классификация зеленых зон

Группы подзон по функциональному назначению и интенсивности рекреационного использования	Подзоны, объединенные в группы	Основные направления лесного хозяйства в группах подзон
Лесопарковая (массового посещения), более 6 чел/га	Пляжная, спортивно-игровая, рекреационной застройки (участок вокруг дач, пионерских лагерей, домов отдыха, пансионатов, турбаз и т. д.), селитебная (участки вокруг поселков, селений и т. д.), придорожная (участки вдоль дорог)	Создание условий для отдыха, сочетающих возможности спортивно-оздоровительного, психотерапевтического, санитарно-гигиенического и эстетического воздействия на здоровье людей
Лесохозяйственная (умеренного посещения), 2 ... 5 чел/га	Индивидуального отдыха (участки прогулок, туризма, охоты, сбора грибов и ягод), специального назначения (участки вокруг усадеб лесхозов, лесничеств и других предприятий лесного хозяйства), буферная (участки вокруг заповедников, заказников и т. д.)	Создание условий для отдыха, побочных пользований лесом и использования древесной продукции
Защитная (ограниченного посещения), 1 чел/га и менее	Заповедная (заповедники, заказники), защитная (зоны санитарной охраны, стратегические леса и т. д.), историко-мемориальная (памятники природы, хозяйственной деятельности, национальные и природные парки и т. д.)	Основные направления хозяйственной деятельности определяются правилами, установленными для лесов каждой категории

ров: живписных форм рельефа, озер, рек, насаждений, лугов и других объектов. Схемы ландшафтно-типологического деления зеленых зон разрабатывают на основе натурного обследования территории путем закладки ландшафтных профилей и сопряженного анализа топокарт, планов леснасаждений и материалов аэрофотосъемки. Кроме того, привлекают материалы о современной и перспективной рекреационной потребности, о современном состоянии и прогнозе размещения производительных сил и расселения населения, о современном и перспективном размещении транспортной сети

Дифференциацию групп типов леса по рекреационной пригодности проводят на основе анализа соответствия санитарно-гигиенических, эстетических свойств насаждений и их устойчивости к рекреационному воздействию, целевому назначению подзон. Исходные показатели для расчета площади и рекреационной емкости подзон — допустимые рекреационные нагрузки для групп типов леса, прогнозируемая численность отдыхающих, оптимальные размеры подзон. Величина допустимой нагрузки показывает, сколько людей одновременно ежедневно могут использовать единицу площади, не нанося существенного ущерба биогеоценозу за счет стабилизации процессов нарушения и естественного восстановления всех ярусов растительного покрова.

Допустимые рекреационные нагрузки для групп типов леса определяют путем учета в течение нескольких сезонов численности отдыхающих в насаждениях, в которых сложившийся в течение 10 лет и более уровень рекреации способствовал стабилизации процессов естественного восстановления всех компонентов биогеоценоза. Такие насаждения выделяют во всех группах типов леса при маршрутном обследовании территории зеленой зоны по следующим визуальным признакам: 1) древесный отпад, включая сильно поврежденные деревья, превышает не более чем на 5% данные таблиц хода роста; 2) возобновление древесных пород удовлетворительное; 3) видовой состав подлеска, живого напочвенного покрова сохраняет черты, присущие насаждениям с неизменным рекреационным воздействием; 4) площадь поврежденной и уплотненной поверхности почвы не превышает 40%. В связи с тем, что количество отдыхающих на одних и тех же участках значительно варьирует в зависимости от условий погоды, от выходных и будних дней, получения результатов с точностью не более 10% отдыхающих учитывают не менее 10 раз, дифференцированно, в будние и выходные дни с комфортными и дискомфортными погодными условиями. Величину допустимой рекреационной нагрузки определяют по формуле

$$P = \frac{P_1 X_1 + P_2 X_2 + P_3 X_3 + P_4 X_4}{100},$$

где  $P$  — допустимая нагрузка, чел/га;  $P_1, P_2, P_3, P_4$  — средние нагрузки в выходные и будние дни с комфортными и дискомфортными погодными условиями, чел/га;  $X_1, X_2, X_3, X_4$  — сред-

ний процент выходных и будних дней с комфортными и дискомфортными погодными условиями.

Некоторые участки пригородных лесов в лесохозяйственной группе подзон отдыхающие посещают эпизодически в периоды сбора грибов, ягод и т. д. Исследованиями установлено, что по эквивалентному воздействию на лесные биогеоценозы величина таких кратковременных нагрузок может в 3 раза и более превышать величину средних допустимых нагрузок. При определении допустимых рекреационных нагрузок следует учитывать также возможность повышения устойчивости насаждений куртинно-поляннм строением, осушением переувлажненных участков, внесением удобрений и известкованием. Такии мероприятиями можно повысить допустимые рекреационные нагрузки в 4 раза, а иногда и более.

Численность отдыхающих в лесопарковой и лесохозяйственной группах подзон определяют, исходя из прогнозируемого потока отдыхающих в зеленую зону и процентного соотношения посещаемости отдельных подзон. Для подзон защитной группы численность отдыхающих устанавливают по принятым ограничениям посещаемости.

Для территориальной привязки подзон большее значение имеют сведения об их оптимальных размерах. Учет посещаемости в различных участках подзон в пригородных подмосковных лесах и обобщение литературных материалов показали следующие величины оптимальных размеров подзон: пляжная — 50...100 м по берегам рек и водоемов; спортивно-игровая — 70...75 м<sup>2</sup> на одного отдыхающего; рекреационной застройки — 100...250 м вдоль границы застройки; селитебная — 500...1000 м вдоль границы поселков в зависимости от их размеров; придорожная — 30...80 м, в зависимости от шумопоглощающих и защитных свойств насаждений, буферная — 3...5 км вокруг заповедников, 300...500 м вдоль границ лесных предприятий в зависимости от их размеров. Для подзоны индивидуального отдыха размеры не лимитируются, а для защитной группы определяются установленными нормативами.

Потребную площадь каждой подзоны определяют делением прогнозируемого потока отдыхающих в ту или иную подзону на средневзвешенную допустимую рекреационную нагрузку для групп типов леса, образующих подзону. Средневзвешенную допустимую рекреационную нагрузку  $P_{с.в}$  определяют по формуле

$$P_{с.в} = \frac{P_1 S_1 + P_2 S_2 + \dots + P_n S_n}{100},$$

где  $S_1, \dots, S_n$  — соотношение площадей групп типов лесов, образующих подзону, %;  $P_1, \dots, P_n$  — допустимые рекреационные нагрузки для групп типов леса, чел/га.

Сохранение и восстановление санитарно-гигиенических, эстетических, защитных и других полезных свойств леса в зеленых зонах достигается организационно-хозяйственными мероприятиями, регулирующими численность отдыхающих (Ханбеков, Царсградская, 1979). К основным организационно-хозяйственным мероприятиям, направленным на регулирование численности отдыхающих в зеленых зонах относятся:

1) рациональное рекреационное использование всей территории пригородных лесов путем устройства рассредоточенных зон отдыха, связанных с городом транспортными магистралями и включающих основные группы подзон отдыха;

2) устройство в пределах зон отдыха подзон массового посещения (пляжных, спортивно-игровых и т. д.), связанных между собой живописными прогулочными маршрутами, оборудованными скамейками, беседками и т. д.;

3) устройство в группах подзон умеренного отдыха постоянных стоянок для длительного и кратковременного туристического отдыха, оборудованных домиками, навесами, местами для установки палаток, кострищами, запасами дров и т. д.;

4) устройство во всех группах подзон рационально-спланированной дорожно-тропиночной сети, выполняющей функции прогулочных маршрутов и лесохозяйственных дорог;

5) формирование сочетающихся на небольшом протяжении (100...200 м) устойчивых к рекреационному воздействию, эстетически привлекательных насаждений и менее привлекательных и устойчивых, но хозяйственно-ценных насаждений;

6) устройство в наиболее устойчивых к рекреационному воздействию насаждениях и типах леса малых архитектурных форм (скамеек, беседок, детских площадок и т. д.), привлекающих людей;

7) сооружение благоустроенных автомобильных стоянок в придорожных подзонах в окружении устойчивых и эстетически привлекательных насаждений.

## 6. ОХРАНА ПРИРОДЫ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО СССР

Проблема охраны природы и состояние лесов тесно взаимосвязаны. Уровень ведения лесного хозяйства, способы, объемы и время проведения мероприятий, их пространственное размещение, помимо экономического значения, обуславливают состояние лесов, степень их положительного влияния на окружающую среду. На всем протяжении исторического пути способы и размеры лесопользования, отношение общества к лесным богатствам страны регулируются путем принятия законодательных актов.

Еще в Древней Руси существовали строгие лесоохранные законы. Академик И. С. Мелехов (1970) писал, что в XI в. при Ярославе Мудром законом предусматривались строгие наказания за поджог и порубку лесов. В XIV — XVI вв., а также в XII и частично в XVII в. соблюдали особый режим рубок в среднерусских лесах, которым отводилась огромная роль в оборонительных мероприятиях.

Большое внимание охране лесов уделял Петр I. В 1701 г. он издал указ об охране лесов по берегам рек. Расчистка леса под пашни и покосы была разрешена только в 30 верстах от берегов сплавных рек. Петр приказал описать все леса вдоль больших рек в обе стороны на 50 верст, вдоль малых сплавных притоков их — на 20 верст, описать заповедные леса. Было запрещено вырубать дуб, клен, ильм, вяз, карагач, лиственницу. Специальными указами были взяты под защиту государства отдельные наиболее ценные лесные дачи дуба, лиственницы «для корабельных нужд». Большое внимание уделял Петр I сохранению лесов вокруг Петербурга, в Поволжье и на Южном Урале, а также искусственному лесоразведению. Для заготовки древесины была введена пила. В малолесных районах для сохранения леса было приказано использовать за топливо торф, кизяк.

В 1722 г. было создано лесное управление. Петр I издал ряд указов об охране животного мира, сохранении чистоты водоемов, укреплении берегов и сохранении почвенного покрова. После смерти Петра I охраной природных ресурсов, в том числе и лесов, почти не занимались. Разработке рациональных методов ведения лесного хозяйства способствовало становление и развитие науки о



лесе, истоки которой связаны с именем М. В. Ломоносова.

В начале XX в. во многих городах России были созданы природоохранные союзы и общества, которые проводили большую общественную, разъяснительную работу в области защиты природы, создания заказников и заповедников. В 1871 г. в Петербурге было образовано Лесное общество, после чего начали созываться всероссийские лесные съезды, сыгравшие положительную роль в развитии отечественного лесоводства. В 1912 г. академиком И. И. Бородиным была основана Постоянная природоохранительная комиссия при русском географическом обществе. Однако начинания научной общественности не получали должной поддержки государства, не закреплялись законодательно.

Развитие капиталистических отношений в лесном хозяйстве России обусловило хищническое истребление лесов, в частновладельческих лесах хозяйство велось на истощение. В 1913 г. казенные леса составляли только 47% лесной площади, остальная часть приходилась на частновладельческие, крестьянские, удельные и прочие леса. Передовые люди того времени видели выход из создавшегося положения в ликвидации частной собственности на лес. Крупнейший русский ученый-лесовод, создавший науку о лесе, Георгий Федорович Морозов говорил: «Лес должен принадлежать государству и последнее должно быть хозяином в нем»<sup>1</sup>.

Только после Великой Октябрьской социалистической революции были созданы условия для сбережения и приумножения лесных богатств нашей родины; 8 ноября 1917 г. был издан «Декрет о земле», которым отменялась частная собственность на леса и они провозглашались всенародным достоянием. Это позволило положить конец хищническому уничтожению лесов, организовать правильное, научно обоснованное ведение лесного хозяйства, создало огромные возможности для развития лесной науки.

Владимир Ильич Ленин уже в первые годы существования советского государства уделял большое внимание сохранению, восстановлению и улучшению природных условий страны. В январе 1918 г. было организовано Центральное управление лесами (ЦУЛ).

---

<sup>1</sup> Лесной журнал, 1917, № 9—10, с. 612.

Основные принципы организации советского лесного хозяйства на базе национализированных лесов определил подписанный В. И. Лениным декрет «О лесах», изданный ВЦИК РСФСР 27 мая 1918 г. В развитие декрета «О лесах» был издан ряд декретов и правительственных распоряжений; «О борьбе с лесными пожарами» (1920), «О борьбе с засухой» (1921). Декретом о горных лесах Крыма (1921) запрещалось раскорчевывать леса на горных склонах. Был подписан декрет о строжайшей охране лесов в тридцативерстной полосе вокруг Москвы (Воронцов, Харитонов, 1977).

В 1923 г. вторая сессия ВЦИК X созыва приняла Лесной кодекс РСФСР. В 1924 г. было создано Всесоюзное общество охраны природы, которое вот уже более полувека проводит огромную работу в интересах сохранения и рационального использования природных богатств.

В 1931 г. леса страны были разделены на лесопромышленную и лесокультурную зоны с разными способами ведения хозяйства. В 1936 г. было создано Главное управление лесоохраны и лесонасаждений при СНК СССР, в ведение которого было передано 75 млн. га лесов малолесных южных, западных и центральных районов европейской части страны.

В 1943 г., в период Великой Отечественной войны, СНК СССР было принято важнейшее решение о разделении государственного лесного фонда СССР на три группы с разным режимом пользования. В военное время лес имел огромное экономическое и оборонное значение. За годы Великой Отечественной войны народное хозяйство и фронт получили около 630 млн. м<sup>3</sup> древесины. Лесные массивы имели большое стратегическое значение при ведении боевых действий, развертывании партизанского движения в тылу врага на оккупированной территории.

Война нанесла огромный ущерб лесному хозяйству в результате боевых действий. После окончания Великой Отечественной войны, в восстановительный период, возросла потребность в древесине для строительных целей. Для улучшения управления лесным хозяйством в 1947 г. было организовано Министерство лесного хозяйства СССР, которое руководило отраслью до 1953 г. В 1965 г. был создан Государственный комитет лесного хозяйства Совета Министров СССР, переименованный в 1978 г. в

Государственный комитет СССР по лесному хозяйству (Гослесхоз СССР), который осуществляет функции централизованного управления лесным хозяйством, определяет техническую политику в отрасли на основе последних достижений отечественной и мировой науки и практики.

Под руководством Гослесхоза СССР научные организации страны работают над проблемами рационального использования и воспроизводства лесных ресурсов, повышения продуктивности и улучшения качественного состава лесов, защиты от вредных насекомых и болезней, охраны от лесных пожаров. Научное и практическое решение этих проблем обеспечивает значительное усиление положительного влияния леса на окружающую среду, способствует повышению защитных, водорегулирующих, климатулучшающих, санитарно-гигиенических и рекреационных функций леса. Так, научными учреждениями разработаны и внедряются в производство рациональные способы рубок с учетом сохранения и усиления водоохранно-защитных свойств горных лесов Урала и Северного Кавказа, выявлено влияние лесохозяйственных мероприятий на изменение водоохранно-защитных свойств лесов, а также влияние способов рубок на изменение гидрологического режима тех рек, в бассейнах которых ведутся рубки промышленного значения.

Правилами рубок главного пользования для различных зон и лесорастительных условий страны во всех случаях предусматривается необходимость обеспечения успешного восстановления лесов и усиление их положительной роли. Для ряда районов страны разработаны высокоэффективные способы лесовосстановительных работ, мероприятия для интенсификации защитного лесоразведения в горных районах, лесостепных и степных районах европейской части страны и облесения овражно-балочных систем с применением средств механизации. Создаваемые в зоне питания минеральных источников насаждения, имея водоохранно-защитное, бальнеологическое, рекреационное значения, положительно влияют на их дебет.

Для повышения продуктивности лесов и положительного их влияния на окружающую среду важное значение имеют исследования и внедрение их результатов при внесении минеральных удобрений в лесах, осушении ле-

сов, а также в лесную генетику, селекцию и семеноводство, химическую и биологическую защиту леса от вредителей и болезней, охрану лесов от пожаров, механизацию лесохозяйственных работ, экономику и организацию лесного хозяйства.

Проблема использования природных ресурсов и охраны окружающей среды приобрела глобальное значение, поэтому для ее успешного решения необходимо международное сотрудничество. Наша страна активно участвует в решении проблемы охраны окружающей среды в международном масштабе. В обращении «К народам мира», единогласно принятом на совместном торжественном заседании Центрального Комитета КПСС, Верховного Совета СССР и Верховного Совета РСФСР 22 декабря 1972 года в связи с 50-летием образования СССР сказано: «Все большее значение для человечества приобретает борьба против опасности, связанной с нарастающим ухудшением природных условий, отравлением воздуха, морей и рек, загрязнением городов. Мы призываем народы объединить и активизировать усилия во имя сохранения и восстановления природной среды, окружающей человека»<sup>1</sup>.

Программа мира, одобренная XXIV съездом КПСС, призывает к широкому международному сотрудничеству в области охраны окружающей среды. Советский Союз и другие социалистические страны ведут большую совместную работу в области охраны окружающей среды в рамках СЭВ и на двусторонней основе. Ими заключены межгосударственные соглашения со Швецией, Францией, США и другими государствами (Митрюшкин, Шапошников, 1978).

Ряд лесных научно-исследовательских организаций Советского Союза — члены Международного союза лесных исследовательских организаций (ИЮФРО) основная цель которого — развитие международного сотрудничества в научных изысканиях, включающих весь круг исследований, связанных с лесным хозяйством. В нашей стране проводятся международные научные семинары, совещания по вопросам охраны окружающей среды. В соответствии с программой Организации Объединенных Наций по экономическому развитию по просьбе продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО) Советский Союз в 1970 г. проводил Меж-

<sup>1</sup> Газ. «Правда», 1972, 23 декабря.

дународный симпозиум по влиянию леса на внешнюю среду. В симпозиуме принимали участие ученые и специалисты многих стран, а также представители международных организаций. Лесоводы нашей страны принимают активное участие в работе мировых лесных конгрессов. Делегации Советского Союза принимали участие в III (Финляндия, 1949 г.), IV (Индия, 1954 г.), V (США, 1960 г.), VI (Испания, 1966 г.), VII (Аргентина, 1972 г.), VIII (Индонезия, 1978 г.) мировых лесных конгрессах. На VII и VIII мировых лесных конгрессах отмечалось, что в индустриально развитых странах леса являются решающим фактором в защите и поддержании стабильности окружающей среды. С 1956 г. Советский Союз — член Международного союза охраны природы и природных ресурсов (МСОП).

В 1978 г. в г. Ашхабаде проходила XIV генеральная ассамблея МСОП, на которой обсуждался проект Хартии охраны природы, определяющей обязанности людей в сохранении, воспроизводстве и рациональном использовании природных ресурсов. Указывалось также, что требования бережного отношения к природе должны быть включены в законы каждой страны, как это сделано в СССР, где такое требование записано в Основном законе — новой Конституции СССР.

В области охраны окружающей среды расширяется деятельность таких организаций системы ООН, как ФАО (Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН), ЮНЕСКО (Организация ООН по вопросам просвещения, науки и культуры) и др.

Участники международной конференции по вопросам охраны окружающей природной среды, созванной по инициативе ООН в июне 1972 г., высказались за активизацию международных усилий для сохранения равновесия в биосфере. Чтобы привлечь внимание мировой общественности к вопросам охраны природы, по рекомендации конференции 5 июня установлен Всемирный день охраны окружающей среды.

Проблемы окружающей среды нашли свое отражение и в Заключительном акте Совещания по безопасности и сотрудничеству в Европе, проходившем в Хельсинки в 1975 г. В нем подчеркнута необходимость расширения национальных и международных усилий в решении проблем окружающей среды, комплексного их решения (Митрюшкин, Шапошников, 1978).

Большая работа в области охраны окружающей среды проводится странами — членами Совета Экономической Взаимопомощи (СЭВ) в соответствии с соглашением о научно-техническом сотрудничестве в решении комплексной проблемы «Разработка мероприятий по охране природы».

КПСС и Советское правительство ведут последовательную и целеустремленную работу в области охраны окружающей среды. Принят ряд законов и постановлений по этой проблеме, созданы организации, призванные решать конкретные вопросы охраны окружающей среды. При Государственном комитете Совета Министров СССР по науке и технике организован Межведомственный совет по комплексным проблемам окружающей природной среды и рациональному использованию природных ресурсов. В 1955 г. образована комиссия Академии наук СССР по охране природы.

В 1978 г. контроль за состоянием окружающей среды возложен на Государственный комитет СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды.

В 1968 г. Верховный Совет СССР принял «Основы земельного законодательства Союза ССР и союзных республик», в 1970 г. — «Основы водного законодательства Союза ССР и союзных республик», в 1972 г. — постановление «О мерах по дальнейшему улучшению охраны природы и рациональному использованию природных ресурсов», в 1975 г. — «Основы законодательства Союза ССР и союзных республик о недрах», в 1977 г. — «Основы лесного законодательства Союза ССР и союзных республик», а также постановление «О мерах по дальнейшему улучшению охраны лесов и рациональному использованию лесных ресурсов».

В 1978 г. Верховный Совет РСФСР принял закон об утверждении Лесного кодекса РСФСР, который займет центральное место в лесном законодательстве РСФСР. Он разработан в полном соответствии с «Основами лесного законодательства Союза ССР и союзных республик». В лесном кодексе определены права и обязанности предприятий, организаций и учреждений, на которые возлагается осуществление лесохозяйственных мероприятий в лесах. Широкое отражение в кодексе нашли вопросы охраны окружающей среды, предотвращения вредного воздействия на нее промышленных выбросов. Лесной кодекс РСФСР повышает ответствен-

ность государственных органов лесного хозяйства и местных Советов народных депутатов за состояние работы, направленной на улучшение использования, воспроизводства, охраны и защиты лесов.

В декабре 1978 г. Центральный Комитет КПСС и Совет Министров СССР приняли постановление «О дополнительных мерах по усилению охраны природы и улучшению использования природных ресурсов» в целях наиболее полного решения задач, поставленных XXV съездом КПСС по охране окружающей природной среды.

Огромное значение для всех сторон жизни советского народа имеет новая Конституция СССР, в которой также закреплены основные положения об охране и рациональном использовании природных ресурсов и окружающей среды. Статья 18 Конституции СССР гласит: «В интересах настоящего и будущих поколений в СССР принимаются необходимые меры для охраны и научно обоснованного, рационального использования земли и ее недр, водных ресурсов, растительного и животного мира, для сохранения в чистоте воздуха и воды, обеспечения воспроизводства природных богатств и улучшения окружающей человека среды»<sup>1</sup>. При социализме природные богатства принадлежат всему обществу, что позволяет наиболее полно и эффективно их использовать, сохранять и приумножать. Конституция СССР определила также права и обязанности граждан в отношении природопользования.

Вопросы охраны природы нашли отражение в решениях XXIV и XXV съездов партии. Постоянно в нашей стране велась и ведется всесторонняя работа, направленная на обеспечение охраны окружающей среды: развивается законодательство, регулирующее рациональное использование природных ресурсов и охраны природы, разрабатываются и внедряются технические мероприятия, обеспечивающие охрану окружающей среды от загрязнения вредными веществами.

Статья 10 Основ лесного законодательства Союза ССР и союзных республик предусматривает участие профессиональных союзов, организаций молодежи, обществ охраны природы, научных обществ и других общественных организаций, а также граждан в осуще-

---

<sup>1</sup> Конституция (Основной закон) Союза Советских Социалистических Республик. М., 1977, с. 11.

ствлении мероприятий, направленных на рациональное использование, воспроизводство, охрану и защиту лесов.

В нашей стране большое внимание уделяется разъяснению основных положений об охране природы, ведутся широкие научные исследования в этом направлении, осуществляются технические мероприятия, предупреждающие загрязнения атмосферы, воды, почвы вредными веществами. В советской печати систематически публикуются статьи, материалы по вопросам охраны окружающей среды; большую работу в этом направлении ведут радио, телевидение, кино. Установлен День работника леса, который отмечается ежегодно в третье воскресенье сентября. Все эти мероприятия способствуют воспитанию у советских людей высокой ответственности за хозяйственное отношение к лесу как важной составной части природных богатств нашей Родины.

Любовь к родному лесу у учащейся молодежи воспитывается также в школьных лесничествах, созданных во всех уголках страны. Только в Российской Федерации работает свыше 6 тыс. школьных лесничеств, в которых более 300 тыс. юных лесоводов — учащихся 7—10-х классов выполняют большую и полезную работу. Школьникам доверено около 2,5 млн. га лесов, где они ежегодно сажают лес, собирают семена деревьев, грибы, ягоды, охраняют муравейники. Школьные лесничества играют большую роль в профессиональной ориентации учащихся. Ежегодно более 10 тыс. выпускников школ поступают в лесотехнические средние и высшие учебные заведения, оканчивая которые, пополняют ряды лесоводов.

Миролюбивая политика Коммунистической партии и Советского правительства, передовая советская наука оказывают всестороннее воздействие на мировой процесс развития общества, указывают человечеству путь мира и прогресса. Неотъемлемая часть этого процесса — охрана окружающей среды, создание оптимальных условий для жизни человека.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Леса на земном шаре занимают около 32% поверхности суши. Их значение для человечества огромно и многогранно. Они — источник древесины, область при-



стут, что определяет неуклонное уменьшение площади лесов. Лес — важнейший средообразующий фактор на нашей планете. С развитием науки и техники расширяется и углубляется использование всех полезностей леса. Средообразующая роль его неизмеримо возрастает, а во многих случаях приобретает первостепенное значение.

Лес, являясь одной из важнейших составных частей биосферы, сам оказывает всестороннее влияние на нее, а также на воду, атмосферу, почву. Гидрологическая роль леса проявляется в регулировании водного режима обширных территорий. Он обеспечивает равномерное поступление стока в реки, предотвращая наводнения, процессы водной эрозии почв и превращение ландшафтов в безводные пространства. Лес — эффективное средство биологической очистки грунтовых и поверхностных стоковых вод. Число бактерий в 1 м<sup>3</sup> воды, прошедшей через лесную полосу, уменьшается в 26 раз и более. В связи с широким применением минеральных удобрений в сельском хозяйстве лесные полосы во много раз уменьшают вынос химических веществ с полей в водоемы. Таким образом лес предупреждает загрязнение внутриматериковых вод вредными для жизни человека и фауны микроорганизмами и химическими веществами.

Лес оказывает смягчающее влияние на крайние климатические явления в условиях континентального и умеренного климата, положительно воздействует на чистоту атмосферы и на баланс газообмена, что приобретает особое значение в районах с высокой степенью урбанизации и индустриализации.

Для образования 1 т абсолютно сухой древесины насаждением поглощается из атмосферы в среднем 1,83 т углекислоты и одновременно выделяется 1,32 т кислорода. Гектар леса выделяет кислорода в 3...10 раз больше, чем гектар сельскохозяйственных угодий. Велико значение леса в отрицательной ионизации воздуха и в выделении летучих веществ — фитонцидов, способных убивать вредные микроорганизмы. В 1 м<sup>3</sup> воздуха в лесу болезнетворных организмов в 46...70 раз меньше, чем в городе. Зеленый полог леса задерживает взвешенные в воздухе твердые частицы (пыль и пр.); 1 га леса конденсирует 50...70 т пыли в год. Зеленые насаж-

дения снижают уровень шума, что особенно важно в местах проживания и отдыха людей.

В оценке влияния леса на ночву прежде всего следует учитывать эффективное противодействие лесного растительного покрова процессам водной и ветровой эрозии, а в высокогорных районах, кроме того, лавинам и селевым потокам. Почвозащитное влияние леса распространяется на соседние с лесом площади сельскохозяйственных культур. В степных условиях эту функцию с большой эффективностью выполняет система полезащитных лесных полос.

Оценка положительных свойств леса будет неполной, если не учитывать его значения для отдыха людей, удовлетворения их эстетических и культурных потребностей. Широкое использование полезных свойств леса обязывает увязывать эти вопросы с организацией и ведением лесного хозяйства, а также мероприятиями, улучшающими природные ландшафты.

В Советском Союзе покрытая лесом площадь равна 769 млн. га. По значению леса Гослесфонда СССР разделены на три группы, в соответствии с которыми определены способы ведения хозяйства в них и режим пользования. Основные лесозаготовки сосредоточены в многолесных районах страны. Их объем стабилизировался, рост потребности в древесине удовлетворяется за счет более полного и рационального ее использования, промышленной переработки. Внедряемые новые способы ведения лесного хозяйства обеспечивают сохранение и усиление положительного влияния леса на окружающую среду.

Лес — явление географическое, поэтому необходимо учитывать зональную дифференциацию его влияния на окружающую среду в зависимости от породного состава, возраста, продуктивности, характера размещения лесов на территории. Средообразующие функции лесов в одной и той же географической среде изменяются в широком диапазоне в зависимости от способов и интенсивности их хозяйственного освоения. Положительное влияние леса на окружающую среду наиболее должно проявляется при достижении оптимального соотношения между лесными и безлесными площадями — оптимальной лесистости, устанавливаемой для каждого географического района.

Наиболее полно водоохранно-защитные, санитарно-

гигиенические и другие функции выполняют высокопродуктивные леса. Для повышения продуктивности и улучшения качественного состава лесов в нашей стране осуществляется широкая программа мероприятий: лесовосстановление и рубки ухода, селекция ценных пород, лесосушение, защита леса от вредных насекомых и болезней, охрана лесов от пожаров и ряд других.

В число главнейших проблем лесного хозяйства, имеющих непосредственное отношение к улучшению окружающей среды, входят лесопользование, рубки леса и лесовосстановление, защитное лесоразведение, защита леса от вредных насекомых и болезней, охрана от пожаров. В лесопользовании, учитывая задачи охраны природы, лесное хозяйство СССР строит техническую политику на следующих принципах: непостоятельности и постоянства пользования лесом, обеспечения восстановления леса вслед за рубкой, полного и рационального использования лесозаготовителями отводимого в рубку лесосечного фонда, комплексного использования заготавливаемой древесины, вовлечения в эксплуатацию лесов Сибири и Дальнего Востока за счет снижения размеров рубки в европейской части СССР.

Огромный вред народному хозяйству наносит водная и ветровая эрозия почвы. Для борьбы с ней предусмотрена система организационно-хозяйственных, агротехнических, лесомелиоративных и гидротехнических мероприятий. Большое место занимает создание защитных лесных насаждений — полезащитных лесных полос, насаждений на оврагах, балках, горных склонах, песках и др. В СССР насчитывается свыше 3 млн. га таких насаждений, защищающих около 30 млн. га сельскохозяйственных земель в наиболее сложных для земледелия районах. Лесохозяйственная наука разработала принципы и технические приемы облесения площадей, нарушенных в процессе промышленных разработок минерального сырья и торфа открытым способом.

Оказывая положительное влияние на внешнюю среду и улучшение условий жизни человека, лес сам нуждается в его помощи, защите. В системе лесного хозяйства действует служба контроля за санитарным состоянием лесных массивов, организовано наблюдение за массовым размножением насекомых — вредителей

леса, предприняты профилактические и активные меры борьбы с ними. Организована служба прогнозов пожароопасной погоды. Для наблюдения за появлением очагов пожаров применяется телевидение. Авпатрулирование охватывает 80% территории гослесфонда. В лесохозяйственных предприятиях действуют пожарно-химические станции для тушения пожаров. Для борьбы с пожарами разработан комплекс мероприятий, в том числе искусственный вызов осадков химическими реагентами.

В нашей стране проводятся мероприятия, направленные на уменьшение и регулирование рекреационных нагрузок в наиболее ценных лесных массивах, ведется большая разъяснительная работа в интересах бережного отношения к лесу. Борьба за охрану природной среды и рациональное использование природных ресурсов неразрывно связана с борьбой народов за мир, разоружение и социальный прогресс, во главе которой идет Советский Союз и страны социализма.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Абадашев И. И.* Трагедия или гармония. М., 1973.
- Алексахин Р. М., Болтнев Л. И., Назаров И. М.* К характеристике гамма-поля радиоактивных выпадений в лесу. — Лесоведение, 1972, № 2.
- Анучин Н. П.* Лесоустройство. М., 1962.
- Бауэр Л., Вайничке Х.* Забота о ландшафте и охрана природы. М., 1971.
- Белов С. В.* Количественная оценка гигиенической роли леса. Л., 1964.
- Белов С. В.* Лесоводство. Лесоведение. Ч. I. Учебное пособие для студентов лесохозяйственного факультета. Л., 1976.
- Большенцев В. Г.* Оздоровительная роль лесных насаждений разного состава (на примере Лесной опытной дачи ТСХА). — Доклады ТСХА. Вып. 144. М., 1970.
- Бочков А. П.* Влияние леса и агролесомелиоративных мероприятий на водность рек и малых водотоков. — В кн.: Доклады советских ученых на международном симпозиуме по влиянию леса на внешнюю среду / Под ред. И. И. Ханбекова. Т. I. М., 1970.
- Будыко М. И., Дроздов О. А.* О влагообороте на ограниченной территории суши. — В кн.: Гидрометеорологическая эффективность полезного лесоразведения. Л., 1950.
- Буштуева К. Н.* и др. О подходах к нормированию озона в атмосферном воздухе населенных мест. — Гигиена и санитария, 1972, № 5.
- Виноградов В. Н., Торопогрицкий Д. Н.* Передовой опыт облесения Нижнеднепровских песков. М., 1963.
- Виноградов А. П.* Технический прогресс и защита биосферы. — Наука и жизнь, 1973, № 10.
- Власюк В. Н.* Изучение фитонцидных свойств лесов и парков курортных городов. — В кн.: Сб. работ МЛТИ. Вып. 23, 1968.
- Власюк В. Н.* Фитонцидные и ионизационные свойства основных древесных пород зеленой зоны г. Москвы. — Автореферат дисс. на соискание ученой степени канд. с.-х. наук. М., 1970 а.
- Власюк В. Н.* Экономическая оценка санитарно-гигиенической роли леса. — Экспресс-информация ЦЭНТИлесхоз Вып. 1. М., 1970 б.
- Власюк В. Н.* Экономическая оценка санитарно-гигиенической роли леса. — Лесохозяйственная информация. Реферативный выпуск. М., 1975, № 17.
- Власюк В. Н.* Санитарно-гигиеническая роль лесов. — В кн.: Лес и мораль в охране окружающей среды. Тезисы докладов Всесоюзного симпозиума / Год ред. С. Г. Синицына. Таллин, 1978.
- Воробьев Г. И.* Лесное хозяйство СССР. М., 1976.

*Воробьев Г. И.* Эффективность защитного лесоразведения. М., 1977.

*Воронков И. А.* Элементы влагооборота лесных водосборов. — В кн.: Доклады советских ученых на международном симпозиуме по влиянию леса на внешнюю среду / Под редакцией И. И. Ханбекова. Т. I. М., 1970.

*Воронков П. П., Соколова О. К.* Влияние облесенности водосбора на минерализацию воды и величину ионного стока. — В кн.: Труды ГГИ. Вып. 37/91, 1953.

*Воронцов А. И., Харитонова Н. З.* Охрана природы. 2-е изд. М., 1977.

*Гейхман Л. З., Мильман И. С.* О климато-терапевтическом и фитонцидном эффекте имитации воздуха леса в закрытых помещениях с помощью прибора «Аэрофит». — В кн.: Фитонциды / Под ред. Б. П. Токина. Киев, 1975.

*Гейхман О. З.* Влияние климата хвойного леса на сердечных больных. — В кн.: Фитонциды / Под ред. Б. Е. Айзенман, Киев, 1972.

*Грошев Б. И.* Состояние и охрана пригородных лесов. М., 1977.

*Давитая Ф. Ф.* Загрязнение земной атмосферы и проблема свободного кислорода. Изд. АН СССР, серия географ., 1971, № 7.

*Дажо Р.* Основы экологии. М., 1975.

*Дегтярева А. П., Починок В. Я., Чуднова И. М.* О результатах клинического изучения настойки мирта. — В кн.: Фитонциды. Киев, 1975.

*Детри Ж.* Атмосфера должна быть чистой. М., 1973.

*Дмитриев М. Г., Иванова Л. Ю., Гон Ен Де.* Гигиеническое прогнозирование образования фотохимического смога в городах. — Гигиена и санитария, 1973, № 2.

*Думанский Ю. Д., Лахно Е. С.* Гигиеническая роль зеленых насаждений в ионизации воздуха. Киев, 1964.

*Зарубин Г. П., Никитин Д. П., Новиков Ю. В.* Окружающая среда и здоровье. М., 1977.

*Зинке П.* Почвенная влага в условиях леса. Доклады иностранных ученых на международном симпозиуме по влиянию леса на внешнюю среду. М., 1970.

*Илькун Г. М.* Газоустойчивость растений. Киев, 1971.

*Калиниченко Н. П., Ильинский В. В.* Лесомелиорация овражно-балочных систем. М., 1976.

*Калужный Д. Н.* Гигиена внешней среды в районе размещения промышленных предприятий. Киев, 1973.

*Коваленок А. В., Токин Б. П., Янович Т. Д.* Микрофлора воздуха в условиях разных растительных ассоциаций. М., 1952.

*Комарова М. А., Степанов Э. В.* Фитонцидность и биохимический состав пихтового препарата. — В кн. Фитонциды. Киев, 1975.

*Кулагин Ю. З.* Газоустойчивость древесных растений и накопление серы в листьях. — В кн.: Охрана природы на Урале / Под ред. Л. Горчаковского. Свердловск, 1970.

*Куракова Л. И.* Беседы о природе, обществе и человеке. М., 1975.

*Лазарев Ю. А.* Лесогаркам — дифференцированное хозяйство. — Лесное хозяйство, 1968, № 5.

*Лалл Г. У.* Возможность увеличения полного стока посредством хозяйственных мероприятий. Доклады иностранных ученых на международном симпозиуме по влиянию леса на внешнюю среду / Под ред. И. И. Ханбекова. М., 1970.

*Ляхно Е. С., Сверчков А. И.* Ионизация воздуха в Пущеводницком лесном массиве. Ташкент, 1960.

*Ляхно Е. С., Старовойтова Т. В., Козлова Н. В.* Информационное письмо по гигиеническому изучению и подбору растений для озеленения насажденных мест. Киев, 1967.

*Лесное хозяйство СССР*/Под ред. Г. И. Воробьева. М., 1977.

*Ляхов М. Е.* Загрязнение атмосферы и пути ее предотвращения. — Человек, общество и окружающая среда. М., 1973.

*Машинский Л. О.* Город и природа. М., 1973.

*Мелехов И. С.* Лесоведение и лесоводство. М., 1970.

*Мелехов И. С.* Значение и использование леса как составной части биосферы. Учебное пособие. М., 1977.

*Минх А. А.* Ионизация воздуха и ее гигиеническое значение. М., 1963.

*Митрюшкин К. П., Шапошников Л. К.* Человек и природа. М., 1977.

*Митрюшкин К. П., Шапошников Л. К.* Прогресс и природа. М., 1978.

*Михович А. И.* Методика количественной оценки водорегулирующей роли леса. Киев, 1969.

*Молчанов А. А.* Лес и окружающая среда. М., 1968.

*Молчанов А. А.* Влияние леса на окружающую среду. М., 1973.

*Никитин Д. П., Новиков Ю. В., Зарубин Г. П.* Научно-технический прогресс, природа и человек. М., 1977.

*Николаенко В. Т.* Противообразивная роль древесно-кустарниковой растительности и влияние леса на повышение качества воды. — В кн.: Доклады советских ученых на международном симпозиуме по влиянию леса на внешнюю среду / Под редакцией И. И. Ханбекова. Т. II. М., 1970.

*Николаенко В. Т.* Роль леса в стабилизации сбалансированного взаимодействия основных экологических систем биосферы. Тезисы докладов Всесоюзного симпозиума «Лес и его роль в охране окружающей среды» / Под ред. С. Г. Сеницына. Таллин, 1976.

*Николаенко В. Т., Плотников Л. А., Воронина А. П.* Леса I группы. М., 1973.

*Николаюк В. А.* Изменения в лесном фонде в результате хозяйственной деятельности. — Лесное хозяйство, 1975, № 7.

*Новиков Т. Д., Дударев А. Я.* Санитарная охрана окружающей среды современного города. Л., 1978.

*Обыденный П. Т.* Нейтрализация вредности для древесных растений воздушных промышленных выбросов. — В кн.: Тезисы докладов Всесоюзного симпозиума «Лес и его роль в охране окружающей среды» / Под ред. С. Г. Сеницына. Таллин, 1976.

*Овсянников Н. Г.* Водные ресурсы — наше богатство. М., 1968.

*Перегуд Е. А., Гернет Е. В.* Химический анализ воздуха промышленных предприятий. Л., 1973.

*Павлов А. Н.* Влияние лесных полос на урожай сельскохозяйственных культур. М., 1974.

*Павловский Е. С.* Выращивание защитных насаждений в Каменной степи. М., 1965.

*Побединский А. В.* Влияние способов рубок и организации лесосечных работ на изменение стокорегулирующей роли лесов. — В кн.: Доклады советских ученых на международном симпозиуме по влиянию леса на внешнюю среду / Под ред. И. И. Ханбекова. Т. II. М., 1970.

*Побединский А. В., Исаев В. И.* Лесоводственные требования к механизированным лесозаготовкам. — Лесное хозяйство, 1973, № 2.  
*Подзоров И. В.* Пылезадерживающая роль насаждений. — Лесное хозяйство, 1967, № 6.

*Предельно-допустимые* концентрации вредных веществ в воздухе и воде. 2-е изд. Л., 1975.

*Пряжников А. Н.* Фитонцидные свойства кедровой формации Алтая. Автореф. дисс. на соискание ученой степени канд. биолог. наук. Новосибирск, 1966.

*Протопопов В. В.* Фитонцидность хвойных лесов Саяна. — В кн.: Кристаллоносные микроорганизмы и перспективы их использования / Под ред. Б. П. Токина. М., 1967.

*Протопопов В. В.* Средаобразующая роль темнохвойного леса. Новосибирск, 1975.

*Рахманов В. В.* Водоохранная роль лесов. М., 1962.

*Роде А. А.* Водный режим лесных почв. Доклады советских ученых на международном симпозиуме по влиянию леса на внешнюю среду / Под ред. И. И. Ханбекова. Т. I, М., 1970.

*Рубцов М. В.* Защитно-водоохранные леса. М., 1972.

*Рябинин В. М.* Лес и промышленные газы. М., 1965.

*Светличный Б.* Оздоровление городской среды — наша общая забота и обязанность. М., 1979.

*Сенкевич А. А.* Экономика защитного лесоразведения. М., 1969.

*Сен-Марк Ф.* Социализация природы. М., 1977.

*Смирнов И. И.* Охрана биосферы и лесная растительность. М., 1977.

*Соболев С. С.* Развитие эрозийных процессов на территории европейской части СССР и борьба с ними. Т. I. М., 1948.

*Спиридонов Е. С.* Влияние лесных насаждений на качество вод поверхностного стока. — Лесное хозяйство, 1965, № 2.

*Тарабрин В. П.* Устойчивость древесных растений в условиях промышленного загрязнения окружающей среды. Автореф. дисс. на соискание ученой степени доктора с.-х. наук. Киев, 1974.

*Таррант Р. Ф.* Изменения качества воды с лесных водосборов, обусловленные деятельностью человека. Доклады иностранных ученых на международном симпозиуме по влиянию леса на внешнюю среду / Под редакцией И. И. Ханбекова. М., 1970.

*Ткаченко М. Е.* Общее лесоводство. М. — Л., 1955.

*Токин Б. П.* Целебные яды растений. Л., 1974.

*Фокина В. Д.* Загрязнение воздушной среды ФРГ и меры борьбы с ним. — Гигиена и санитария, 1975, № 5.

*Ханбеков П. И.* Лесовосстановление и защитное лесоразведение в горных районах СССР. М., 1978.

*Ханбеков Р. И., Цареградская С. Ю.* Снижение шума в пригородных лесах лесоводственными приемами. — Лесохозяйственная информация. Вып. 15. 1977.

*Ханбеков Р. И., Цареградская С. Ю.* Организация зеленых зон с регулированием численности отдыхающих (методические рекомендации), ВНИИЛМ, Пушкино, 1979.

*Чижевский А. Л.* Аэроионизация в народном хозяйстве. М., 1960.

*Цыпск А. А.* Интенсификация лесного хозяйства в СССР и за рубежом. М., 1975.

*Щербаков И. П., Уртаев Г. Т.* Леса и лесная промышленность Якутии. М. — Л., 1961.



*Щицкова А. П., Рязанова Р. А.* Гигиена и токсикология пестицидов. М., 1975.

*Эйтингер Г. Р.* Задержание осадков пологом леса. — Лесное хозяйство, 1938, № 10.

*Яговой П. Н.* Задерживающая способность листьев и кустарников в отношении глобальных радиоактивных выпадений. — Гигиена и санитария, 1967, № 2.

*Brünig E. F.* Die Sauerstofflieferung aus den Wäldern der Erde und ihre Bedeutung für die Reinerhaltung der Luft. — Forstarchiv, 1971, 42, N 2.

*Lindquist V. A.* Carbon Monoxide. Its Relationship to Air Pollution and Cigarette Smoking. — Publ. Heth. Loucl, 1971, v. 86, N 1.

*Taft R. A.* Air pollution training. Cincinnati, 1963.

*Hamming W. J., Dickinson J. E.* Control of photochemical smog, by aeration of initial reactant rations. — J. Air poll. contr. ass. 1966, v. 16.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ . . . . .	3
1. ЛЕС И ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС . . . . .	5
2. ЛЕС И ВОДА . . . . .	17
3. ЛЕС И АТМОСФЕРА . . . . .	45
4. ЗАЩИТНАЯ РОЛЬ ЛЕСА . . . . .	71
5. САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКОЕ И ЭСТЕТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЛЕСА . . . . .	92
6. ОХРАНА ПРИРОДЫ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО СССР .	115
ЗАКЛЮЧЕНИЕ . . . . .	123
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ . . . . .	128