

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
БОТАНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. В. Л. КОМАРОВА

О. Г. ЧЕРТОВ

ЭКОЛОГИЯ ЛЕСНЫХ ЗЕМЕЛЬ

**ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ
ИССЛЕДОВАНИЕ
ЛЕСНЫХ МЕСТООБИТАНИЙ**

К | 9 56603



ЛЕНИНГРАД
«НАУКА»
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
1981

**ВОЛОГОДСКАЯ
областная библиотека
им. И. В. Бабушкина**

Чертов О. Г. Экология лесных земель (почвенно-экологическое исследование лесных местообитаний). — Л.: Наука, 1981.—192 с.

В работе развиваются принципы экологии земель (экотопологии) Л. Г. Раменского с выделением типов земель, однородных по почвенно-экологическим условиям (дренированности, почвообразующим породам, рельефу, почвам), для западной провинции подзоны южной тайги. Особое внимание уделено всесторонней оценке производительности лесных земель и составлению математико-статистических моделей продуктивности. Подробно обсуждается развитие почв различных земель в связи с антропогенными воздействиями и динамикой растительности, осуществлена попытка математического моделирования этих процессов и дается экологическая интерпретация почвообразования. Показаны возможности использования почвенно-экологических данных для оптимизации структуры лесных земель тайги. Книга предназначена для лесоводов, почвоведов, ботаников, ландшафтоведов, а также для студентов биолого-почвенных и лесохозяйственных факультетов. Лит. — 404 назв., ил. — 21, табл. — 49.

Ответственный редактор
И. О. КАРПАЧЕВСКИЙ

Уже почти 200 лет существуют самые разнообразные методы оценки лесов, их продуктивности. Но необходимость в разработке новых подходов для таких оценок не снята с повестки дня до сих пор. Совсем недавно казалось, что эта проблема решается достаточно легко при помощи бонитировочных шкал в сочетании с лесотипологической классификацией. С наименьшим успехом бонитировка лесов сочеталась с эдафической сеткой П. С. Погребняка. Но все возрастающая потребность в древесине и увеличивающаяся важность других функций леса в жизни человека вызвали необходимость появления новых методов оценки леса и лесных земель.

В настоящее время очевидно, что любые классификации должны сочетать в себе такие свойства, как ясные диагностические признаки для распознавания объектов и четкую иерархию этих свойств для выделения таксонов. Классификация должна быть формализованной, четко разделяться на таксономические разряды. Необходима однозначность в понимании классификации (и в ее применении) самыми разными исследователями.

Такую классификацию лесных земель предлагает автор данной монографии, доктор биол. наук О. Г. Чертов. Ведущим признаком для классификации автор избрал механический состав почвы и почвообразующей породы, степень дренированности почвы, форму лесного гумуса. Последнее понятие объединяет как подстилку, так и собственно почвенный гумус. Безусловно, такой подход дискуссионен и принимается далеко не всеми лесоведами и лесными почвоведом. Автор, следуя за Л. Г. Раменским, назвал свою классификацию типологией лесных земель, подчеркивая этим важность выделения более крупного блока лесной территории. Достоинство и книги, и системы О. Г. Чертова в том, что она доведена до определенной степени законченности: она уже применяется при исследовании лесов Северо-Запада.

Несколько слов о названии работы. С легкой руки В. Р. Волобуева в литературе стали применять выражение «экология почв», которое понимается как условие жизни и формирования почв, т. е. учение о факторах почвообразования. Такое использование термина противоречит принятому пониманию экологии как науки

о связи живых существ и среды обитания. К сожалению, как показала многовековая практика, ничто так не закрепляется в сознании людей, как неправильный термин. Но в этом плане, несмотря на определенное созвучие названий книг О. Г. Чертова «Экология лесных земель» и В. Р. Волобуева «Экология почв», они прямо противоположны по смыслу. О. Г. Чертов понимает под экологией лесных земель их лесорастительные свойства, т. е. подразумевается традиционное понимание термина «экология».

В книге много места уделено моделям, выражающим зависимость параметров роста леса от почвенных условий. Особенность предлагаемых моделей — они разные для разных лесобразующих пород. Автор отказался от попытки создать единую модель, и этот отказ соответствует реальному положению вещей: зависимость параметров роста и продуктивности разных деревьев от факторов среды неоднозначна.

В кратком предисловии нет нужды полностью раскрывать основное содержание книги. Думается, что читателей (лесоводов, почвоведов) заинтересует предлагаемая книга и они оценят ее по достоинству за оригинальный подход к одной из сложнейших проблем — проблеме классификации лесов.

Доктор биол. наук *Л. О. Карпачевский.*

В настоящее время человечество стремительно наступает на леса, хотя очевидно, что биосферная роль их в сохранении экологического равновесия на нашей планете во много раз превышает их узко утилитарное значение. Все это ставит проблему рационализации природопользования в лесных областях в разряд важнейших задач настоящего и будущего, и решение ее будет возможно только на основе тщательного изучения и учета экологической структуры лесных территорий. Последнее и является главной задачей экологии лесных земель.

Принципы экологии земель в нашей стране были сформулированы в конце 30-х годов Л. Г. Раменским, подчеркивавшим, что «экологическая оценка территории основывается на анализе и комплексной увязке условий местного климата, рельефа, почв, растительного покрова и культурных режимов. Она выражается в отнесении территории к определенным грациям увлажнения, богатства почв, засоленности и пр.» (Раменский, 1938, с. 12). В те же годы за рубежом была сформулирована концепция «ландшафтной экологии», переплетающаяся со взглядами Л. Г. Раменского. Это направление в настоящее время получило дальнейшее развитие (Leser, 1976; Ammer, 1977) и вышло из рамок теоретических исследований в область практического использования: экологическое картирование земель осуществляется ныне в Канаде и Франции (Jurdant e. a., 1974; Laroix, 1976).

Центральным понятием в экологии земель является тип земель, которому в лесной экологии западных авторов соответствует тип местообитания, местопроизрастания (Standort, site) (Hartmann, 1952; Spurr, Barnes, 1973), а в отечественном лесоведении — тип лесорастительных условий.

Учение о местообитаниях возникло в конце XIX в. в Германии и связано с именами Гребе (Grebe, 1886) и Раманна (Ramann, 1893).

В основных положениях этого учения о связи лесной растительности с условиями местообитания высказаны идеи, близкие к представлениям В. В. Докучаева (1883); экологическое звучание последних наиболее ясно осознается именно теперь (Одум, 1975).

Идеи В. В. Докучаева и немецких лесоводов сыграли решающую роль в формировании лесотипологических взглядов Г. Ф. Морозова, считавшего, что «никакая классификация таких объектов, как лес, не может миновать указания на характер местопроизрастания» (Морозов, 1931, с. 67). В начале XX в. в России количество работ по изучению лесных местообитаний с почвенно-геологических позиций было весьма значительным. Наиболее законченной из них следует признать классификацию типов насаждений А. А. Крюденера (1916), талантливо объединившего многовековой опыт русского народа с новейшими достижениями лесоводства и почвоведения того времени: типы насаждений обозначались народными терминами, диагноз их осуществлялся по механическому составу почв, «водному и воздушному дренажу», генетическим признакам почв и типу гумуса. Эта работа послужила основой формирования украинской лесотипологической школы (Погребняк, 1955). К сожалению, развитие взглядов Г. Ф. Морозова в таежном лесоведении с 30-х годов практически прекратилось и интерес к его теоретическому наследию возобновился только в послевоенные годы. Взгляды русских лесоводов несомненно сыграли существенную роль и при формировании концепции Л. Г. Раменского.

Несмотря на то что советское генетическое почвоведение и его ветвь — лесное почвоведение — развивались в русле идей В. В. Докучаева, проблемам экологической оценки лесных почв и почвенно-экологической характеристики лесных местообитаний вплоть до настоящего времени не уделялось достаточного внимания. Последовательное решение этих задач осуществлялось преимущественно В. Д. Зеликовым (1971), М. В. Вайчисом (1975) и А. Я. Орловым с сотрудниками (1971, 1974), хотя большинство работ по лесным почвам содержит суждения об их лесорастительных свойствах и изменениях под влиянием хозяйственных воздействий. Более пристальное внимание проблемам экологии земель уделяется в сельском хозяйстве нашей страны (Федорин, Фриев, 1976; Соболев, 1978).

Данная работа является попыткой заполнить почвенно-экологическим содержанием понятие «тип лесных земель», «лесное место-

обитание» с акцентом на экологическую оценку почв и связь с продуктивностью леса. В своих исследованиях мы следовали за Л. Г. Раменским только в принципиальном отношении, не используя его аналитические методы. В методическом отношении предлагаемая работа развивает дискретно-типологические представления Н. Л. Благовидова (1956; Благовидов, Бурков, 1959), основанные на выделении типов лесных земель и их увязке с типами леса и более всего — с производительностью древостоев. Такой типологический подход является традиционным для отечественной лесной науки.

В работе излагаются результаты изучения почвенно-экологической структуры и оценки класса лесных земель западной провинции подзоны южной тайги с обсуждением ряда теоретических и практических следствий проведенных исследований. При этом мы уделяли самое пристальное внимание изучению генезиса и динамики аккумулятивной части профиля лесных почв различных земель в связи с антропогенными воздействиями и продуктивностью леса.

Нами использованы следующие методы сбора и обработки материалов, следуя за А. А. Роде (1971): 1) сравнительно-географический (системно-типологический в современном понимании) — сопряженный анализ почвенных и лесоводственных материалов (данные картирования почв и пробных площадей) дал основу для составления классификации лесных земель и выявления динамики аккумулятивных горизонтов почв в связи с антропогенными воздействиями и динамикой растительности; 2) сравнительно-аналитический — анализ данных по физико-химическим свойствам почв основных групп лесных земель с привлечением внимания преимущественно к аккумулятивным горизонтам и гумусу позволил охарактеризовать лесные земли; 3) системно-математический — использование методов математической статистики, множественного корреляционно-регрессионного анализа и построения математических моделей оказалось необходимым при обобщении данных по характеристике лесных земель, установлении количественного влияния действия экологических факторов на производительность древостоев, изучении динамики лесных экосистем и при решении задачи оптимизации использования лесных земель.

Всюду по тексту мы отдавали предпочтение термину «тип земель» как синониму типа местообитания, типа лесорастительных

условий. В качестве синонимов мы также использовали термины «оценка» и «бонитировка», «лесной биогеоценоз» и «лесная экосистема». Продуктивность (земель и почв) в тексте работы понимается неадекватно биологической продуктивности (годовой прирост биомассы). Более всего этот термин соответствует плодородию почв в почвоведении и производительности древостоев в лесоведении. Термин «тип гумуса» понимается в его традиционном значении, как тип разложения и гумификации опада, без отождествления органического вещества подстилки с гумусом почвы в его современном понимании. Под динамикой почв мы подразумевали не сезонную динамику отдельных почвенных процессов, а многолетние, нередко циклические изменения почв в связи с динамикой лесной растительности, подвергающейся различным антропогенным воздействиям.

Монография обобщает исследования, проводившиеся автором в течение последних 20 лет. На различных этапах работы в ней принимали участие Г. Б. Мельницкая, Б. Н. Рябинин, В. М. Степанов, С. А. Дыренков, В. Н. Федорчук, И. Е. Берг, С. О. Григорьева, а в последнее время В. М. Прохоров, С. М. Разумовский и О. М. Кветная, совместно с которыми опубликован ряд работ по различным аспектам рассматриваемой проблемы. При математической обработке материала автору была оказана помощь Е. Г. Гладковым. Текст рукописи критически просмотрен докторами биол. наук Л. Ю. Рейнтамом и В. И. Василевичем. Много ценных замечаний по материалам данной работы сделано докт. с.-х. наук Л. Н. Александровой, докторами биол. наук В. В. Пономаревой, Л. О. Карпачевским, К. К. Бушем и Э. Я. Китсе. Перечисленным лицам, безусловно способствовавшим написанию этой книги, автор приносит глубокую благодарность.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ЭКОЛОГИИ ЛЕСНЫХ ЗЕМЕЛЬ

Главным (основополагающим) понятием экологии земель, по Л. Г. Раменскому (1938; Соболев, 1978), является тип земель — основная единица экологической оценки территории. Этому понятию в полной мере соответствуют представления о местообитании и экотопе в экологии, геоботанике и фитоценологии и о типе лесорастительных условий (типе условий местопроизрастания) в лесоведении и лесной биогеоценологии.

Говоря о современном содержании понятия «тип местообитания», «тип лесорастительных условий» в нашей стране, подчеркнем, что эти единицы устанавливаются по характеру увлажнения, почвам (мощности, каменистости, генетической принадлежности, выраженности аккумулятивного горизонта и т. д.) и рельефу (Северский, 1972; Письмеров, 1973; Шумаков, Кураев, 1973; Медведев, 1975; Коновалов, Шебалов, 1975). Украинскими лесотипологами школы П. С. Погребняка типы местообитаний определяются по более обобщенным градиентам богатства и влажности, хотя в последнее время ряд исследователей на Украине и Северном Кавказе предпочитают прямое изучение почв, рельефа и других ландшафтных характеристик для обоснования этих градиентов (Лысенко, 1974; Дуда, 1976). Сходная с украинской «почвенно-типологическая группировка» по влажности и богатству местообитаний создана в Литве (Вайчис, Лабанаускас, 1972; Вайчис, 1975) и Белоруссии (Дольский, Штейнбок, 1975; Штейнбок с сотр., 1977). Каждая такая группа охарактеризована в отношении ряда лесорастительных свойств почв и служит основной единицей при картировании лесных почв для лесоустройства (Кенставичус, 1973). Следует отметить, что во всех упомянутых исследованиях типы лесорастительных условий рассматриваются статично, их динамика в связи с антропогенными воздействиями не находит отражения.

В современном ландшафтоведении основные таксоны классификации физико-географов — ландшафт, природный территориальный комплекс, геосистема (Исаченко, 1971; Арманд, 1975; Сочава, 1978) — представляют собой единицы, однородные по структуре экологических режимов, а более низкие таксоны (напри-

мер, фация и урочище) перекликаются с лесоводственными представлениями о типе лесорастительных условий и в известной мере отвечают экологическому типу земель. Ландшафтоведами и почвоведными-географами приложены значительные усилия для всесторонней характеристики лесных ландшафтов Карелии (Раменская, 1975), Северо-Запада (Исаченко с сотр., 1965), средней полосы (Абатуров, 1968; Мухина, 1975) и Сибири (Южная тайга Приангарья, 1969; Южная тайга Прииртышья, 1975; Киреев, 1977). Экологичность представлений ландшафтоведов позволила лесотипологам генетического направления с большим успехом использовать ландшафтные подразделения при установлении типов леса.

Генетическая типология, зародившаяся в недрах лесотипологической школы В. Н. Сукачева, характеризуется тем, что в ней коренные и производные насаждения объединяются в одну классификационную единицу (тип леса) по принадлежности к одному типу лесорастительных условий, устанавливаемому по ландшафтными (почвенно-геоморфологическим) критериям (Колесников, 1961, 1967). Это направление оказалось исключительно плодотворным при изучении и экологической оценке типов лесорастительных условий и типов леса Урала (Колесников с сотр., 1961, 1974), Казахстана (Бирюков, 1972; Бирюков, Бобровник, 1974) и других областей Сибири и Средней Азии — всюду с изучением влияния почвенных, геоморфологических и геохимических факторов на структуру и динамику лесной растительности.

Из зарубежных исследований прямое отношение к экологии лесных земель имеет немецкое «учение о местообитаниях». Формы местообитаний (Standortsformen) устанавливаются по следующим параметрам: форма мезоклимата, почвообразующие и горные породы, ступень залегания грунтовых вод, форма почвы (по генетической принадлежности и местным особенностям), форма гумуса и рельеф (Корр е. а., 1969; Корр, Schwanecke, 1972). Климат, форма почвы, почвообразующая порода, рельеф и грунтовые воды служат «основой формы местообитания», ее базисными свойствами. Форма гумуса (тип гумуса) отражает состояние местообитания, в связи с чем в каждой форме местообитаний различается несколько «ступеней состояния» преимущественно в связи с деградацией лесных почв в результате хозяйственной деятельности человека (монокультуры ели, сбор лесной подстилки). Близкие по экологическим условиям формы местообитаний объединяются в группы местообитаний, которые и служат основными лесотипологическими единицами в немецком лесоводстве. Только в последнее время в учении о местообитаниях получила развитие геоботаническая ветвь (Корр, Schwanecke, 1972) и обосновано определение «типов растительности (напочвенного покрова) местообитаний».

На сходных с немецкими принципах и по аналогичным критериям выделяются типы местообитаний в Австрии, где они имеют много общего с типами леса в понимании Б. П. Колесникова (Jelem, 1969), Польше (Зареба, 1970; Alexandrowicz, 1972), Ру-

мынии (Păunescu, 1975) и Франции (Duchaufour, 1972; LeTacon, Timbal, 1975). Более того, в Польше прозвучал призыв к замене генетической классификации почв экологической, представляющей собой систематику типов местообитаний (Tomaszewski, 1968), а в Румынии учение о местообитаниях привело к развитию экологического почвоведения, ставящего своей основной задачей выделение таксонов со сходным экологическим потенциалом как в лесоводстве, так и в агрономии (Chiriță e. a., 1974). И даже в Финляндии кроме типов леса по Каяндеру при лесоустройстве выделяются типы и подтипы лесных земель по признакам почвообразующих пород и дренированности (Kuusela, Salminen, 1969).

Оригинальный путь избрали шведские лесные почвоведы и экологи. Вместо установления единиц разделения территории на экологической основе здесь осуществляется учет влияния всех факторов среды на рост леса в форме математико-статистических моделей (Troedsson, 1964), рассматриваемых ниже в главе III.

В лесной экологии США понятие «местообитание» (site, habitat), следуя за Тоуми (Toomey, Korstian, 1937), определяется по климату, геоморфологии и почвам (Spurr, Barnes, 1973). Более того, подчеркивается, что это понятие является основополагающим в лесной экологии. Очень многие исследователи (Wilde, 1958, 1976; Lemmon, 1971; Shields, 1976, и др.) отождествляют понятие «местообитание» с американской почвенной серией, что связано с включением экологических критериев (рельеф, дренаж, почвообразующая порода) в ее диагноз. В ряде работ местообитанию, устанавливаемому по указанным критериям, отводится роль основной экологической единицы при классификации растительности (Hartshorn, 1972; Layser, 1974; Chambless, Nixon, 1975).

Сходная картина наблюдается в Канаде (Burger, 1972), однако здесь широко используются собственно классификации лесных земель (Lafond e. a., 1964; Lacate, 1965), наибольший интерес из которых представляет разработка Хиллза (Hills, 1960, 1961) для провинции Онтарио. У Хиллза мы впервые находим дуалистическую систему, развиваемую в нашей стране В. Б. Сочавой (1975, 1978), с выделением отдельно гомогенных и структурных таксонов — типов местообитаний и типов земель, устанавливаемых по составу почвообразующих пород, их мощности и восьми градациям увлажнения. В структурных единицах — типах земель и более крупных таксонах Хиллзом принимается стандартное соотношение основного и подчиненных типов местообитаний — 50 : 30 : 20.

В своей работе мы придерживались методического подхода, выработанного Н. Л. Благовидовым (1956; Благовидов, Бурков, 1959), устанавливавшего типы местообитаний в пределах отдельных биоклиматических провинций по общности почвообразующих пород, рельефа, дренажа и почв. Систематический список типов местообитаний, послуживший отправным пунктом в наших исследованиях, приведен в табл. 1. Эти типы местообитаний были

Систематический список типов местообитаний Ленинградской обл.
(по Благовидову и Буркову, 1959)

Рельеф, породы, условия дренажа	Биогенетические признаки почв
А. Местообитания с хорошим дренажом при различии в богатстве пород	
1. Карбонатные суглинки дренированных равнин и пологих склонов	<ul style="list-style-type: none"> а) Грубогумусные сухие подзолистые б) Грубогумусные влажные подзолистые в) Модергумусные слабо-, среднеподзолистые г) Муллевые слабо-, среднеподзолистые д) Дерновые слабо-, среднеподзолистые
2. Карбонатные суглинки покатых склонов долин и гряд (южных экспозиций)	<ul style="list-style-type: none"> а) Грубогумусные подзолистые в) Модергумусные слабо-, среднеподзолистые г) Муллевые слабо-, среднеподзолистые д) Дерновые слабо-, среднеподзолистые
3. Маломощные карбонатно-щебеночные суглинки и супеси с близким залеганием известняков	<ul style="list-style-type: none"> з) Смытые е) Малогумусные поверхностно-карбонатные ж) Муллевые и дерновые маломощные
4. Бескарбонатные суглинки и глины склонов долин и холмов (южных экспозиций)	<ul style="list-style-type: none"> а) Грубогумусные подзолистые в) Модергумусные подзолистые г) Муллевые подзолистые д) Дерновые подзолистые з) Смытые
5. Хрящеватые супеси и глинистые пески на пологих склонах и озовых грядах	<ul style="list-style-type: none"> а) Грубогумусные сухие слабоподзолистые в) Модергумусные г) Мелкомуллевые
6. Бескарбонатные и выщелоченные суглинки дренированных равнин Моренные	<ul style="list-style-type: none"> а) Грубогумусные сухие подзолистые б) Грубогумусные влажные подзолистые и) Торфянисто-грубогумусные подзолистые в) Модергумусные подзолистые г) Муллевые подзолистые д) Дерновые подзолистые
Лёссовидные, покровные, ленточные	<ul style="list-style-type: none"> а) Грубогумусные подзолистые и) Торфянисто-грубогумусные подзолистые в) Модергумусные подзолистые г) Муллевые подзолистые д) Дерновые подзолистые

Таблица 1 (продолжение)

Рельеф, породы, условия дренажа	Биогенетические признаки почв
7. Двучленные наносы (супеси и пески на суглинках) по дренированным склонам	а) Грубогумусные подзолистые б) Грубогумусные влажные подзолистые в) Модергумусные подзолистые г) Дерновые подзолистые
8. Бескарбонатные мощные дренированные супеси камов, террас	а) Грубогумусные подзолистые б) Грубогумусные влажные подзолистые в) Модергумусные подзолистые г) Дерновые подзолистые
9. Мощные дренированные пески (зандры, береговые валы, террасы, дюны, камы)	а) Грубогумусные подзолистые в) Модергумусные подзолистые к) Малогумусные слабообразованные

Б. Местообитания со слабым и плохим дренажом при различии в богатстве пород и химизме почвенно-грунтовых вод

10. Двучленные наносы на плоских слабодренированных равнинах	б) Грубогумусные влажные подзолисто-глееватые к) Торфянисто-грубогумусные подзолисто-глееватые л) Торфянистые и торфяно-подзолисто-глееватые м) Торфянисто-перегнойные подзолисто-глееватые
11. Карбонатные суглинки слабодренированных равнин и неглубоких депрессий	н) Перегнойные (влажномулловые) д) Дерново-глееватые и глеевые н) Влажномулловые (перегнойные и темноцветные) подзолисто-глееватые м) Торфянисто-перегнойные подзолисто-глееватые
12. Бескарбонатные суглинки слабодренированных равнин и неглубоких депрессий	и) Торфянисто-грубогумусные подзолисто-глееватые л) Торфянисто- и торфяно-подзолисто-глееватые
13. Ленточные глины слабодренированных равнин и низменностей	м) Торфянисто-перегнойные глеевые б) Грубогумусные влажные подзолисто-глееватые и) Торфянисто-грубогумусные подзолисто-глееватые л) Торфянисто- и торфяно-подзолисто-глееватые м) Торфянисто-перегнойные подзолисто-глееватые н) Влажномулловые (перегнойные, темноцветные) глееватые и глеевые

Т а б л и ц а 1 (продолжение)

Рельеф, породы, условия дренажа	Биогенетические признаки почв			
14. Двучленные наносы и карбонатные суглинки понижений с прочными жесткими почвенно-грунтовыми водами (ложбины, террасы, нижняя часть склонов)	м) Торфянисто-перегнойные глееватые н) Влажномуллевые (перегнойные и темноцветные) глеевые			
15. Двучленные наносы и бескарбонатные суглинки понижений с застойными мягкими водами	о) Мелкие низинные болота с разложившимся зольным торфом д) Торфянисто- и торфяно-подзолисто-глеевые железистые и гумусово-железистые			
16. Слабосточные равнины и широкие депрессии с выщелоченными породами	п) Мелкие верховые болота со слабо-разложившимся малозольным торфом р) Верховые малозольные торфяники			
17. Террасы, поймы, ложбины с высокими и жесткими почвенно-грунтовыми водами	с) Низинные зольные торфяники т) Переходные торфяники			
18. Аллювиальные суглинки и супеси пойм	н) Влажномуллевые перегнойные			
19. Песчаный аллювий пойм	<table border="0"> <tr> <td data-bbox="534 682 550 754" rowspan="3">}</td> <td data-bbox="550 682 1008 707">л)г)н) Дерновые и муллевые</td> </tr> <tr> <td data-bbox="550 707 1008 732">к) Малогумусные слаборазвитые</td> </tr> </table>	}	л)г)н) Дерновые и муллевые	к) Малогумусные слаборазвитые
}	л)г)н) Дерновые и муллевые			
	к) Малогумусные слаборазвитые			

экспертно оценены в отношении производительности ряда древесных пород, но еще не были охарактеризованы с лесотипологической и динамической сторон. Взгляды Н. Л. Благовидова нашли отражение в публикациях Ю. А. Панкратова (1958), К. М. Ивановой (1963), Ю. А. Орфанитского (1963, 1965; Орфанитский, Орфанитская, 1971) и в наших работах (Чертов, 1964, 1967, 1968а, 1974; Чертов, Дыренков, 1971).

Под типом лесных земель мы вслед за Л. Г. Раменским и Н. Л. Благовидовым понимаем объединение участков, однородных преимущественно по эдафическим факторам среды — водному режиму почв и ресурсам элементов питания. Отнесение лесных земель к определенным группам дренированности отражает различие водного режима. Характер почвообразующих пород и почв определяет ресурсы элементов питания. В соответствии с таким подходом типизация лесных земель производится по сходству дренажа, почвообразующих пород и рельефа, что в пределах одной биоклиматической провинции определяет формирование в каждом типе земель, как правило, одного типа леса, одной почвы и определенной смены временных типов леса и динамики почв в связи с антропогенными воздействиями, а в целом определяет скорость эндозоогенеза лесных экосистем (растительности и почвы).

Остановимся подробнее на указанных параметрах, отражающих влияние среды.

К л и м а т. Изучению климата как главного экологического фактора посвящено исключительно много работ, и число их

не уменьшается до настоящего времени. Теоретическое обобщение этих исследований приведено в монографии Ю. Одума (1975), с позиций лесоводства имеются работы как по влиянию климата на формирование лесной растительности и типов леса (Колесников с сотр., 1974; Санников, 1974; Назимова, 1975; Львов, Ипатов, 1976, и мн. др.), так и по влиянию леса на климат (Протопопов, 1975).

В строгом понимании климат не может рассматриваться как фактор установления лесных земель в равнинных лесах, поскольку контуры регионов с однородными климатическими условиями на несколько порядков превышают размеры участков с однородными эдафическими условиями. Именно поэтому в последующем изложении влияние климата нигде не обсуждается, так как мы полагаем вслед за Н. Л. Благовидовым, что сфера применения полученных данных ограничивается той биоклиматической провинцией, в которой они собраны. Это в полной мере отвечает известному принципу «местного лесоводства» Г. Ф. Морозова (1931), по которому невозможно создание универсальной классификации типов насаждений даже для одной природной зоны.

Только в горах, где в связи с вертикальной поясностью, различной крутизной и экспозицией склонов наблюдается мозаика местных климатических условий, сопоставимая с мозаикой эдафических условий, климат выступает в качестве фактора местообитания. Как отмечалось выше, в ГДР с местной формы климата начинается перечень экологических параметров, учитываемых при выделении местообитаний.

Д р е н а ж. Геолого-геоморфологические условия приводят к перераспределению поступающей с осадками влаги, что определяет различия в режиме влажности почв. Экологическое влияние этих различий и водно-физических свойств почв в лесу изучено достаточно хорошо (Судницын, 1966; Копосов, 1969; Орлов, Кошельков, 1971; Верхованцева, 1972; Забелло, Атрощенко, 1974; Наркевич, 1974, и мн. др.), так же как и уровни грунтовых вод и верховодки (Давыдов, 1955; Орлов с сотр., 1974; Ямщиков, Бочкова, 1975).

Безусловно, идеальным было бы использование при установлении типов лесных земель прямых данных по водному режиму. И здесь с экологических позиций представляет интерес 1) уровень почвенно-грунтовых вод (или верховодки) в начале и в период интенсивного роста леса (например, в Ленинградской обл. — вторая половина мая и июнь), 2) минимальные запасы влаги в середине лета (в засушливый период). Но, учитывая отсутствие достаточного количества данных в связи с длительностью и трудоемкостью работ по изучению водного режима, это в настоящее время не представляется возможным. Поэтому мы использовали интегральный показатель, устанавливаемый по косвенным признакам водного режима почв и лесных земель, — дренаж, который отражает скорость освобождения почвенной толщи от избытка влаги. В таежной зоне при общем избыточном увлажнении дре-

нированность достаточно хорошо характеризует гидрологический режим почв. Диагностические признаки различных групп лесных земель по дренажу, выделяемых в этой работе, приведены в табл. 2.

В дополнение к этим сведениям на основе данных, приведенных ниже при описании различных типов земель, возможно дать следующую характеристику групп дренированности. Сильнодренированные земли обладают малой водоудерживающей способностью, а уровень грунтовых вод (где он имеется) уже в начале вегетационного периода расположен ниже 1 м, опускаясь далее на глубину более 2 м. В группе дренированных земель в начале вегетационного периода выше уровня почвенно-грунтовых вод или верховодки всегда остаются горизонты A_0 и A_1 , уже к середине июня зеркало опускается до 0.5 м. На недостаточно дренированных землях весной над уровнем почвенно-грунтовых вод всегда остается довольно мощная в этих условиях подстилка, а в июне уровень держится на глубине 20—30 см. На слабодренированных и болотных землях почвенно-грунтовые воды подтапливают поверхность почвы в начале вегетационного периода, летом опускаются до уровня 10—20 см, уходя ниже только в засушливые годы.

Почвообразующие породы служат признаком лесных земель, определяющим общий потенциал элементов питания, и, следовательно, потенциальную продуктивность леса. Экологическая роль почвообразующих пород определена в упомянутых выше работах по установлению лесных местообитаний, а также в ряде исследований лесных почвоведов (Утенкова, 1968; Морозова с сотр., 1968; Фирсова, 1969; Скляр, Шарова, 1970; Зеликов, 1971; Зонн, Урушадзе, 1974; Почвенные факторы. . ., 1976, и мн. др.). С экологической точки зрения важными свойствами почвообразующих пород служат: 1) их мощность до подстилающей плотной горной породы; 2) гранулометрический состав, определяющий водные и физические свойства, а также состав и соотношение невыветрившихся первичных и глинистых вторичных минералов (Роде, Смирнов, 1972), что в совокупности характеризует ресурсы элементов питания и их доступность в породе; 3) карбонатность породы, создающая благоприятные условия для активной деятельности азотфиксаторов и интенсивного гумусонакопления, что существенно повышает плодородие почв на этих породах. Почвообразующие породы описываются ниже при характеристике типов земель. Как будет ясно из последующего изложения, почвообразующие породы служат следующим за дренажом разделительным признаком при выделении лесных земель, чем подчеркивается их важное экологическое значение. Следует добавить, что в отечественном почвоведении в настоящее время почвообразующим породам как фактору почвообразования придается также более существенная роль, чем прежде (Таргульян, 1971; Рейнтам, 1973; Вайчис, 1975; Хантулев с сотр., 1976, 1977, и др.).

Группы лесных земель по дренажу и влажности

Дренаж	Почвообразующие породы, рельеф, мощность органических горизонтов почв, см	Принятые в лесоводстве градации влажности местообитаний	Экологический режим увлажнения
1. Сильный	Мощные пески (грунтовые воды глубже 2 м), маломощные сильнощебенчатые (10—20 см) суглинки пологих и покатых склонов (до 10°); глины, суглинки (редко пески), выходы горных пород крутых и обрывистых склонов; A_0 1—7	Очень сухие и сухие	Резко переменный с очень ограниченными запасами доступной влаги (до ее полного отсутствия в середине лета)
2. Нормальный	Пески мощностью более 70 см (грунтовые воды 70—200 см) и супеси равнин и склонов (грунтовые воды глубже 70 см); суглинки, глины и двучленные наносы равнин и склонов (2—15°); A_0 1—7	Свежие	Переменный с избыточной влажностью в самом начале вегетации, нормальным водоснабжением в период роста (июнь) и затруднениями в середине лета
3. Недостаточный	Пески и супеси плоских равнин (уклон 0—1°) с высоким стоянием грунтовых вод (30—70 см); глины, суглинки и двучленные наносы плоских равнин (уклон 0—1°); A_0 8—15	Влажные	Переменный с избыточной влажностью в первый месяц вегетации и возможными затруднениями в водоснабжении в середине лета
4. Слабый	Глины, суглинки и двучленные наносы мелких бессточных понижений и обширных плоских равнин; супеси и пески плоских равнин и понижений при уровне грунтовых вод 10—40 см; A_T 12—30	Сырые	Слабопеременный с избыточной влажностью большую часть вегетационного периода, кроме короткого периода в середине лета
5. Слабый проточный	Ложбины, нижние части склонов и их подножий на различных породах с выклиниванием мягких и жестких грунтовых вод при залегании уровня их на глубине 10—50 см; A_0 и A_T 5—20	Сырые проточные	Постоянно проточный с обильным водоснабжением в течение всего вегетационного периода

Таблица 2 (продолжение)

Дренаж	Почвообразующие породы, рельеф, мощность органических горизонтов почв, см	Принятые в лесоводстве градации влажности местообитаний	Экологический режим увлажнения
б. Очень слабый	Депрессии и обширные плоские равнины (на различных породах) со скоплением атмосферных мягких вод, а также ложбины и подножия склонов при устойчивом подтоплении мягкими и жесткими водами; торф более 30 см	Мокрые	Постоянно избыточный застойный в течение всего вегетационного периода

Примечание. Последняя колонка составлена с учетом данных В. Д. Лопатина (1971).

Рельеф. Необходимость учета рельефа как признака лесных земель вызвана тем, что рельеф — фактор перераспределения тепла и влаги, а также фактор, определяющий напряженность современных геологических процессов. Именно поэтому в ряде работ подчеркивается связь лесной растительности с рельефом и его экологическая роль (Писарьков, Давыдов, 1973; Зонн, Урушадзе, 1974; Апалькова, Петропавловский, 1976; Осипов с сотр., 1977, и др.). Не менее важным служит то, что рельеф — это признак самих лесных земель как трехмерного тела, и в силу этого обстоятельства рельеф в значительной степени влияет на характер хозяйственного использования земель (способы рубок, подготовки почвы и создания лесных культур, возможности трансформации угодий). При всем многообразии рельефа Русской равнины в условиях преобладания спокойных форм необходимым и достаточным является различие следующих групп: 1) равнины и пологие склоны с уклоном до 5° , куда вошли все сполоченные и плоские вершины, террасы, волнистые равнины, пологие склоны холмов, гряд и т. д.; 2) покатые и крутые склоны с уклоном от 5 до 25° самых разнообразных форм рельефа; 3) плоские равнины, депрессии и ложбины.

Почвы образуются под влиянием указанных выше экологических факторов и лесной растительности. Поэтому при сходстве условий дренажа, почвообразующих пород и рельефа в одном типе земель формируются почвы с одним типом почвенного профиля, в свойствах которого, следуя выражению В. О. Таргульяна и А. Л. Александровского (1976), «записана», «зашифрована» история ее развития. С экологических позиций имеют значение 1) степень изменения исходной почвообразующей породы в процессе почвообразования, для лесных почв — это характер профильной дифференциации и 2) степень развития аккумулятивных горизонтов

почв, определяемая понятием «тип гумуса», «форма гумуса». Если характер профильной дифференциации лесных почв изучается в нашей стране достаточно обстоятельно (правда, в большинстве случаев без экологического анализа), то изучению типов гумуса до сих пор уделялось значительно меньше внимания.

Тип гумуса — понятие, являющееся ровесником генетического докучаевского почвоведения, было введено в конце прошлого века датским лесоводом П. Э. Мюллером (Müller, 1887) для обозначения морфологически различимых типов разложения и гумификации органического вещества лесных почв. Хорошо известны два основных типа гумуса: мягкий гумус, мулль с быстрым разложением и гумификацией опада и образованием гумусового горизонта, и грубый гумус, мор с медленным разложением опада и образованием на поверхности почвы мощной подстилки. В настоящее время номенклатура типов гумуса содержит гораздо большее число типов гумусообразования (Kubiens, 1953; Ehwald, 1956; Wilde, 1958, 1971; Wittich, 1964; Дюшофур, 1970), которые обстоятельно охарактеризованы в отношении содержания органического вещества, азота, других элементов-органогенов, биологической активности, почвенной фауны, состава гумуса (Mader, 1953, 1954; Sjörs, 1961; Czerney, Fiedler, 1968; Mraz, 1975, и мн. др.). В нашей стране этому показателю пристальное внимание было уделено И. В. Тюриным и В. В. Пономаревой (1940), обосновавшими выделение основных типов гумуса лесных почв, а в последующий период — Н. Л. Благовидовым и Г. Л. Бурковым (1959), которые составили систематический список типов гумуса лесных почв и впервые использовали этот показатель как классификационный признак при картировании лесных почв. Ряд работ по характеристике и классификации типов гумуса лесных почв был выполнен автором (Чертов, 1966, 1970, 1973 и др.). На основании этих работ можно сказать, что тип гумуса — это понятие, относящееся к классификации аккумулятивных горизонтов лесных почв по морфологии подстилки и гумусового горизонта, и оно отражает направленность процессов минерализации и гумификации опада, интенсивность биологического круговорота и плодородие лесных почв (ресурсы элементов питания, накопленные в процессе биологической аккумуляции). В то же время остается ряд нерешенных проблем, связанных с унификацией номенклатуры типов гумуса и использованием терминологии типов гумуса как для обозначения типов подстилок, так и для микроморфологии органического вещества.

Если дренаж, порода и рельеф характеризуют уровень потенциальной продуктивности лесных земель, то тип гумуса является выражением актуального плодородия, итогом совместного воздействия всех экологических факторов, растительности и деятельности человека. Именно поэтому типам гумуса отвечают определенные экологические группы растений и типы леса (Hofmann, 1968; Puchalski, Prusinkiewicz, 1968; LeTacon, Timbal, 1973; Федорчук, 1978). Однако этот признак — динамичный показатель,

реагирующий на изменение лесной растительности и антропогенные воздействия. В силу этого он служит для оценки современного состояния почв и земель. Табл. 3 содержит список и диагностические признаки типов гумуса лесных почв таежной зоны, применявшиеся в этой работе. Названия типов гумуса даны в написании авторов этих терминов, хотя некоторые из них звучат несовременно (гумусные, а не гумусовые), другие — не совсем удачно. Последнее прежде всего относится к введенному Н. Л. Благовидовым общепотребительному термину «малогумусные» для обозначения маломощного грубого гумуса почв сильнодренированных песчаных земель. Аналитическая характеристика типов гумуса рассматривается ниже при описании лесных земель.

Развивая представления Н. Л. Благовидова, мы выработали следующую таксономическую систему экологии лесных земель в соответствии с иерархией действующих экологических факторов: 1) класс лесных земель по общности климатических условий, объединяющий лесные земли одной биоклиматической провинции (лесорастительного округа); 2) группа лесных земель по общности условий дренажа, отражающих влияние ведущего экологического фактора в таежной зоне — режима увлажнения; 3) подгруппа лесных земель по общности дренажа и почвообразующих пород; 4) тип лесных земель по сходству дренажа, почвообразующих пород и рельефа; 5) вид лесных земель, выделяемый по типу гумуса лесных почв. Кроме того, при составлении поконтурного описания по материалам крупномасштабного картирования нами выделялись местные формы земель (не входящие в эту таксономическую систему), для которых указывались конкретные особенности дренажа, признаки почвообразующей породы, формы и элементы рельефа и структура почвенного покрова. Первые четыре таксона (класс—тип) отражают влияние относительно стабильных факторов среды, вид земель — их современное состояние. Для обозначения типов земель мы использовали буквенно-цифровые индексы, где прописные буквы обозначают почвообразующую породу (П — песок, С — супесь, Д — двучленный нанос, Г — суглинок и глина, Т — торф), строчные указывают на генезис и другие особенности породы (м — моренные, ф — флювиогляциальные, п — покровные, к — карбонатные; для торфов: в — верховые, п — переходные, н — низинные). Цифрой обозначается дренаж (табл. 2); рельеф показывается буквенным индексом в конце формулы: в — вершины (сельг), с — покатые и крутые склоны, остальные элементы рельефа (равнинные и пониженные) не обозначаются.

Сопоставляя таксономию лесных земель с почвенной классификацией (Классификация. . ., 1977), можно сделать заключение, что соответствие между ними в полной мере наблюдается только в первых двух таксонах — классе и группе лесных земель. Типу лесных земель чаще всего соответствует род почв (на бескарбонатных породах), иногда подтип и еще реже тип почв (на карбонат-

Типы гумуса лесных почв таежной зоны

Почвы по типам гумуса	Индексы типов гумуса	Мощность, см		Диагностические признаки		Типы леса
		A ₀ и A _T	A ₁ (A ₁ A ₂)	A ₀ и A _T	A ₁ (A ₁ A ₂)	
Типы гумуса почв сильнодренированных земель						
Малогумусные (Бл. Б.)*	ГМ	0.5—2.0	0—2	Тонкий слой хвои и лишайников	Тонкая прослойка гумусированного песка	Сосняки беломошн-ые и вересковые IV класса бонитета
Сухие грубогумусные (Бл. Б.)	СГ	2—5	0—8	Связная слаборазложившаяся хвойная	То же	Сосняки брусничные III класса бонитета
Сухие модергумусные (Ч.)*	СМГ	2—3	8—20	Слаборазложившаяся лиственно-хвойная	Горизонт A ₁ B — за счет повышения гумусированности; A _B — коричнево-серый рыхлый	Березняки орляково- и вейниково-брусничные
Сухие муллевые (Бл. Б.)	СМ	0—2	10—20	Тонкий слой опада	Серый рыхлый зернистый	Сосняки травяные III—II классов бонитета
Типы гумуса почв дренированных земель						
Грубогумусные (Т. П.)*	Г	5—8	0—10	Грубо разложившаяся бурая, связанная в войлок грибницей хвойно-лиственная	Слоеватый или комковатый серый рыхлый, иногда натечный	Ельники и сосняки черничные и чернично-брусничные III—II классов бонитета
Модергрубогумусные (Ч.)	ГМГ	3—6	3—10	То же	То же	Ельники и березняки кислично-черничные II—I классов бонитета
Модергумусные (Бл. Б.)	МГ	3—5	8—15	Рыхлая, в нижней части сильноразложившаяся, перегнойная хвойно-лиственная и лиственная	Серый и темно-серый рыхлый комковатый зернистый	Ельники, сосняки, березняки и осинники кисличные, реже дубравнотравные I—II классов бонитета

* В скобках обозначены авторы терминов: Т. П. — И. В. Тюрин и В. В. Пономарева (1940), Бл. Б. — Н. Л. Благовидов и Г. Л. Бурков (1959), Ч. — О. Г. Чертов (1966, 1974).

Почвы по типам гумуса	Индексы типов гумуса	Мощность, см		Диагностические признаки		Типы леса
		A ₀ и A _T	A ₁ (A ₁ A ₂)	A ₀ и A _T	A ₁ (A ₁ A ₂)	
Модермуллевые (Бл. Б.)	ММ	2—3	10—18	Рыхлая, в нижней части сильноразложившаяся, перегнойная хвойно-лиственная и лиственная	Серый и темно-серый рыхлый комковатый зернистый	То же
Муллевые (Т. П.)	М	0—2	15—35	Рыхло лежащий слой лиственного опада	Серый, очень рыхлый и рассыпчатый ореховато-зернистый и зернистый	Ельники, сосняки, осинники дубравно-травные и сложные I—IIa классов бонитета
Дерновые мало-, среднемоштные и мощные	Д	1—5	5—20	Травяно-злаковая слаборазложившаяся	Серый рыхлый зернистый, связанный в дернину густой сетью мелких корней злаков	Луга и старые задернелые вырубки

Типы гумуса почв недостаточно дренированных земель

Влажные грубогумусные (Т. П.)	ВГ	8—15	5—10	Хвойно-лиственно-зеленомоховая, грубо разложившаяся, связанная в войлок, без оторфованности	Темно-серый, передко натечный, рыхлый слабооструктуренный	Ельники и осинники черничные III класса бонитета
Влажные модергумусные (Ч.)	ВМГ	5—8	10—20	Хвойно-лиственная, рыхлая, в нижней части перегнойная	Темно-серый рыхлый зернистый	Ельники, березняки, осинники кислично-черничные, кислично-папоротниковые II класса бонитета
Влажномуллевые (Т. П.)	ВМ	4—15	20—50	Хвойно-лиственная и лиственная сильноразложившаяся (перегнойная)	Почти черный рыхлый, прочной зернистой структуры	Ельники, осинники, черноольшатники поручейные (кислично-папоротниковые, влажно-травные) I—III классов бонитета

Таблица 3 (продолжение)

Почвы по типам гумуса	Индекс типов гумуса	Мощность, см		Диагностические признаки		Типы леса
		A ₀ и A _T	A ₁ (A ₁ A ₂)	A ₀ и A _T	A ₁ (A ₁ A ₂)	
Торфянисто-гумусные (Бл. Б.)	ТГ	8—15	0—10	Оторфованная подстилка с чередованием лесного опада и сфагнома, в нижней части хорошо разложившаяся То же	Серый и темно-серый натечный бесструктурный	Сосняки, ельники, березняки чернично-долгомошные III—IV классов бонитета
Торфянисто-модегумусные (Ч.)	ТМГ	5—15	10—20		Серый и темно-серый рыхлый зернистый	Осинники и ельники чернично-долгомошные II—III классов бонитета
Типы гумуса почв слабодренированных земель						
Торфянистые**	тТ	15—30	5—10	Слаборазложившийся сфагновый торф	Темно-серый бесструктурный натечный	Сосняки, березняки, ельники долгомошные, сфагновые, кустарничково-сфагновые IV—V классов бонитета
Торфянисто-перегнойные**	тП	15—30	5—20	С поверхности слаборазложившийся торф, ниже перегнойный	То же	Сосняки, березняки долгомошные, осоково-хвощово-сфагновые и осоковые III—V классов бонитета
Перегнойные (перегнойно-торфянистые)**	Пт	15—30	10—20	Почти черный рыхлый, нередко оструктуренный сильно разложившийся торф	Черный рыхлый зернистый	Ельники, черноольшатники, березняки поручейные (травяно-таволжные) I—III классов бонитета

** При мощности слоя торфа 30—100 см выделяются соответственно торфяные (Т), торфяно-перегнойные (тП) и перегнойно-торфяные (Пт) маломощные почвы; при мощности торфа 100—200 см соответственно среднемощные, более 200 см — соответственно мощные.

ных породах, для полугидроморфных и гидроморфных почв). Виду лесных земель не соответствует никакая почвенная единица, поскольку типы гумуса в отечественной почвенной классификации не учитываются. С другой стороны, в одном типе земель могут формироваться почвы, различающиеся на уровне подтипа. Это относится прежде всего к подтипам собственно подзолистых и дерново-подзолистых почв, различие между которыми заключается в изменении мощности гумусового горизонта на 3—5 см. Такое изменение наблюдается в лесу как при пространственном варьировании свойств почв, что было обстоятельно изучено Л. О. Карпачевским (1977), так и в связи с возрастной динамикой древостоев. Эта экологическая неполноценность современной почвенно-генетической классификации служит доводом в пользу развития экологии лесных земель, которая с почвенных позиций отвечает представлениям об экологическом почвоведении.

Следует обратить внимание, что классификационные признаки лесных земель — порода и рельеф — являются также и факторами почвообразования. Поэтому тип лесных земель можно рассматривать и как «тип условий почвообразования» в определенной биоклиматической обстановке. Возможность использования типа земель как типа условий почвообразования — важное обстоятельство, так как группировка почв по типам земель позволяет проводить обоснованный анализ динамики почв в связи с изменением растительности и антропогенными воздействиями.

В приведенной классификационной системе лесных земель каждый таксон теоретически представляет собой единицу, однородную в отношении тех экологических параметров, по которым он устанавливается. В этом заключается отличие от структурных подходов, развиваемых в почвоведении В. М. Фридландом (1972) и в физической географии В. Б. Сочавой (1975, 1978). На основе приведенных в следующей главе материалов отметим, что однородные структуры — элементарный почвенный ареал В. М. Фридланда и геомер В. Б. Сочавы — это относительные понятия, поскольку и почвы, и земли пространственно неоднородны и представляют собой структуры вплоть до молекулярного уровня, что находит подтверждение и в экологии, и в почвоведении (Одум, 1975; Карпачевский, 1977; Стебаев, 1978). Эти единицы однородны лишь постольку, поскольку они являются низшими, далее неделимыми таксонами существующих классификаций.

С позиций структурного подхода тип и вид земель представляют собой микроструктуру по В. М. Фридланду (1976), поскольку в контурах, относимых к этим единицам, даже при площади выявления менее 0.1 га в лесу всегда присутствуют элементы, принадлежащие к другим видам земель. Выход из этого затруднения мы нашли в характеристике основного элемента структуры с обязательным указанием всех сопутствующих и использованием статистических оценок признаков почв. Такой подход будет оправдан, если принять во внимание и прагматические критерии —

то обстоятельство, что хозяйственный участок в лесу имеет площадь в несколько гектаров и что для таксационного выдела приводится средняя статистическая характеристика древостоя.

Обязательным элементом работы по изучению лесных земель должна быть взаимная увязка типов земель и растительности. Мы осуществляли эту увязку по двум направлениям. Первое — это ординация по типам и видам лесных земель типов леса, устанавливаемых на основе подхода В. Н. Сукачева с сотр. (1957): по эдификаторам древесного яруса и доминантам травяно-кустарничкового и мохового ярусов.

Второе направление, в наибольшей степени реализованное в данной работе, — это увязка экологии земель с продуктивностью леса. Идеальными данными для такой работы служат материалы по биологической продуктивности. Но мы не располагали собственными материалами, а имеющиеся в литературе данные оказались недостаточными в связи со значительным географическим разбросом районов их сбора и отсутствием характеристики многих типов земель. Поэтому вслед за Н. Л. Благовидовым мы пошли по пути развития способов оценки земель и бонитировки почв, при которых продуктивность леса определяется как по условным шкалам (например, классам бонитета М. М. Орлова), так и по параметрам древостоя, в наибольшей степени коррелирующим с продуктивностью. В качестве таких параметров мы использовали верхнюю и среднюю высоту древостоя в фиксированном возрасте, полагая, что этот показатель в лесных сообществах, не достигших климаксового состояния, прямо отражает прирост древостоя и продуктивность фитомассы леса.

Методический подход Л. Г. Раменского по увязке растительности с эдафическими факторами развивается в работах В. Н. Федорчука (1976, 1978), Л. Н. Соболева (1978) и ряда других исследователей.

Таковы основные положения экологии лесных земель. Со стороны лесоводов и особенно почвоведов мы вправе ожидать критическое отношение к этому подходу: к чему вводить новую систему разделения территории, а не выражать условия местообитания прямо через почву, как это делал Н. П. Ремезов (1955), рекомендуется С. В. Зонном (1954, 1974) и В. Д. Зеликовым (1971), группировавшими почвы по общности лесорастительных условий, либо просто по типам леса? Отвечая на этот возможный вопрос, укажем на следующие обстоятельства: 1) уже в названии типа земель прямо раскрываются признаки, отражающие главнейшие стабильные факторы среды, важные для эколога и лесовода, тогда как название почвы часто остается шифром, не выражающим ее экологическую сущность; 2) даже при простой экологической группировке почв полученные группы должны быть названы, а это уже новое классифицирование, в конечном итоге приводящее к типологии местообитаний или земель, что и произошло в Литве (Вайчис, Лабанаускас, 1972); 3) экология лесных земель заполняет кон-

кретным содержанием представления о типах лесорастительных условий и дает научное определение термину «земля», что является необходимым в связи с его использованием в кадастровых работах при рационализации природопользования.

Со стороны экологов и современных фитоценологов могут возникнуть возражения другого порядка: экология земель нужна, но классифицирование должно осуществляться на более строгой методической основе с применением математических методов, как это рекомендует Б. М. Миркиным и Г. С. Розенбергом (1978), а в почвоведении В. А. Рожковым (1976). Это серьезный упрек, и он был бы в полной мере справедлив, если бы мы начинали работу с нуля. Но мы опирались на принципиальные положения Л. Г. Раменского и результаты исследований Н. Л. Благовидова, и весь собранный нами материал подтвердил правильность исходных положений. Поэтому оказалось возможным построение классификации с использованием фундамента традиционной науки, еще не оснащенной математическим аппаратом.

ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЛЕСНЫХ ЗЕМЕЛЬ ПОДЗОНЫ ЮЖНОЙ ТАЙГИ

ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Материалы по характеристике лесных земель в этой главе относятся преимущественно к Ленинградской обл., природа которой подробно описана в литературе (Северо-Запад РСФСР, 1949; Биркенгоф с сотр., 1958; Исаченко с сотр., 1965; серия сб. «Северо-Запад»), не говоря о большом количестве специальных работ по почвам и растительности этого региона (Благовидов, 1937, 1939, 1946; Ниценко, 1959, 1961; Завалишин, 1961; Почвы Ленинградской области, 1973, и мн. др.). Это избавляет нас от необходимости подробного описания природных условий района исследований, относящегося к западной провинции подзоны южной тайги в пределах северо-западной окраины Русской равнины, с прохладным влажным климатом, находящимся под смягчающим влиянием атлантических воздушных масс. Почвообразующими породами в этом регионе повсеместно служат продукты валдайского оледенения, сформировавшего и современный рельеф. Гидрологический режим территории характеризуется избыточным увлажнением.

Большая часть материалов относится к лесным землям северной части южнотаежной подзоны вплоть до границы со средней тайгой и к средней полосе подзоны. В работе частично использованы данные и по Псковской обл. Полный систематический список лесных земель помещен в табл. 4. Эта таблица в отличие от систематики Н. Л. Благовидова и Г. Л. Буркова (табл. 1) содержит две новые группы лесных земель: сильнодренированные и недостаточно дренированные. Сильнодренированные местообитания присутствовали ранее в группе дренированных, недостаточно дренированные не были выделены вообще. Две последние колонки табл. 4 представляют результаты типологической оценки лесных земель, которые обсуждаются в следующей главе.

Основным материалом для характеристики и оценки лесных земель послужили результаты картирования лесных почв и типов местообитаний в ряде лесхозов Ленинградской обл. Эти работы, выполнявшиеся по заказу «Леспроекта», позволили, с одной стороны, уточнить и дополнить классификацию лесных земель, с другой — собрать материал по характеристике и оценке лесных земель в динамическом аспекте. Кроме того, они дали возможность отработать методику картирования лесных земель и почв для практического лесоводства (Чертов, 1974; Чертов с сотр., 1978). Общий объем проведенных работ составил 300 тыс. га, из них 30 тыс. — крупномасштабной съемки. Именно по результатам этих исследований составлен систематический список лесных земель (табл. 4), изучены динамика гумусового состояния и состав гумуса почв с различными типами гумусообразования и проведена типологическая оценка лесных земель с очень краткой характеристикой типов леса. Эта работа осуществлялась путем ординации по почвам и типам земель таксационных данных по производительности древостоев закартированных лесхозов и составляемой при описании разрезов и прикопок краткой характеристики растительности.

Типы земель (индексы и название)	Почвы	Типы леса	Средняя высота 80-летних древостоев, м	
			сосны	ели
1. Группа сильнодренированных земель				
К1в, К1с. Сильнодренированный маломощный и среднемощный элюво-делювий вершин и склонов сельг	Малогумусные гумусово-железистые (подбуры)	Сосняки беломошные (скальные)	12	—
	Сухие грубогумусные поверхностно-подзолистые гумусово-железистые	Сосняки бруснично-беломошные	15	—
П1, П1с. Пески разного генезиса сильнодренированных равнин и склонов	Грубогумусные поверхностно-подзолистые	Сосняки брусничные	17	—
	Малогумусные поверхностно-подзолистые	Сосняки вересковые	16	—
	Сухие грубогумусные поверхностно-подзолистые	Сосняки бруснично-зеленомошные	18	—
	Грубогумусные поверхностно-подзолистые	Сосняки и ельники чернично-брусничные	21	18
2. Группа дренированных земель различного богатства				
П2, П2с. Пески разного генезиса дренированных равнин и склонов	Грубогумусные подзолы и подзолистые	Сосняки и ельники чернично-зеленомошные	20	18
	Модергумусные подзолистые	Ельники и сосняки чернично-кисличные	22	20
См2, Сф2, С2с. Супеси разного генезиса дренированных равнин и склонов	Грубогумусные подзолистые	Ельники и сосняки черничные	21	18
	Модергумусные подзолистые	Ельники и сосняки кисличные	22	21
Д2, Д2с. Двучленные наносы дренированных равнин и склонов	Грубогумусные и модергрубогумусные подзолистые	Ельники и сосняки чернично-зеленомошные	22	21

Таблица 4 (продолжение)

Типы земель (индексы и название)	Почвы	Типы леса	Средняя высота 80-летних древостоев, м	
			сосны	ели
Гм2. Суглинки моренные бес- карбонатные дренированных рав- нин и пологих склонов Гп2. Суглинки пылеватые (по- кровные и ленточные) дрениро- ванных равнин и пологих склонов Гк2. Суглинки карбонатные дренированных равнин и пологих склонов	Модергумусные подзолистые Модермулловые подзолистые Грубогумусные и модергрубо- гумусные подзолистые	Ельники и сосняки кисличные	(25)*	25
		Ельники кисличные	—	28
		Ельники и сосняки черничные	20	20
	Модергумусные подзолистые Модермулловые подзолистые	Ельники чернично-кисличные	—	24
		Ельники кисличные	—	(28)
	Грубогумусные подзолистые Модергумусные подзолистые	Ельники и сосняки черничные	19	20
		Ельники и сосняки кисличные	(23)	24
	Модермулловые подзолистые Модермулловые карбонатные оподзоленные Мулловые карбонатные выще- лоченные	Ельники кисличные	—	(26)
		Ельники дубравнотравные и сложные	—	(28)
			—	(30)
3. Группа недостаточно дренированных земель различного богатства				
ПЗ. Пески разного генезиса не- достаточно дренированных рав- нин	Влажные грубогумусные под- золы	Сосняки и ельники чернично- зеленомошные	17	16
	Торфянисто-грубогумусные подзолы	Сосняки и ельники чернично- долгомощные	(16)	(15)
ПЗо. То же, осушенные	Грубогумусные подзолы	Сосняки и ельники чернично- зеленомошные	(20)	(20)
ДЗ. Двучленные наносы недо- статочно дренированных равнин	Влажные грубогумусные под- золистые глееватые Торфянисто-грубогумусные подзолистые глееватые	Ельники и сосняки чернично- зеленомошные	19	18
		Сосняки и ельники чернично- долгомощные	(18)	(17)

Т а б л и ц а 4 (продолжение)

Типы земель (индексы и название)	Почвы	Типы леса	Средняя высота 80-летних древостоев, м	
			сосны	ели
Д3о. То же, осушенные	Модергумусные подзолистые глееватые	Ельники и сосняки чернично- кисличные	(25)	(24)
Гм3. Суглинки моренные бес- карбонатные недостаточно дрени- рованных равнин	Влажные грубогумусные под- золистые глееватые	Ельники и сосняки чернично- зеленомошные	(19)	(20)
Гм3о. То же, осушенные	Торфянисто-грубогумусные подзолистые глееватые	Ельники и сосняки чернично- долгомошные	(18)	(19)
Гп3. Суглинки пылеватые не- достаточно дренированных рав- нин	Модергумусные подзолистые глееватые	Ельники и сосняки кисличные	(23)	23
Гп3. Суглинки пылеватые не- достаточно дренированных рав- нин	Влажные грубогумусные под- золистые глееватые	Ельники и сосняки чернично- зеленомошные	19	21
Гп3о. То же, осушенные	Торфянисто-грубогумусные подзолистые глееватые	Ельники и сосняки чернично- долгомошные	18	19
Гп3о. То же, осушенные	Модергумусные подзолистые глееватые	Ельники и сосняки кисличные	(23)	(23)
4. Группа слабодренированных земель различного богатства				
П4, С4. Пески и супеси слабо- дренированных равнин	Торфянистые и торфянисто- перегнойные подзолы	Сосняки багульниково- и чер- нично-сфагновые	17	—
П4о, С4о. То же, осушенные	Грубогумусно-перегнойные подзолы	Сосняки и ельники черничные	21	(19)
Д4. Двучленные наносы сла- бодренированных равнин	Торфянисто-перегнойные под- золистые глееватые и глеевые	Сосняки и ельники чернично- долгомошные (чернично-сфагно- вые)	17	14
Д4о. То же, осушенные	Грубогумусно-перегнойные подзолистые глееватые	Сосняки и ельники черничные	20	(20)

Таблица 4 (продолжение)

Типы земель (индексы и название)	Почвы	Типы леса	Средняя высота 80-летних древостоев, м	
			сосны	ели
Гм4. Суглинки моренные слабодренированных равнин	Торфянисто-перегнойные подзолистые глееватые и глеевые	Ельники и сосняки чернично-долгомошные (чернично-сфагновые)	17	16
Гм4о. То же, осушенные	Перегноино-торфянистые и влажномулловые подзолистые глееватые	Ельники и сосняки чернично-кисличные	20	21
Гп4. Суглинки пылеватые слабодренированных равнин	Торфянисто-перегнойные глеевые и подзолистые глееватые	Сосняки чернично-сфагновые	15	—
Гп4о. То же, осушенные	Перегноино-торфянистые и влажномулловые подзолистые глееватые и глеевые	Ельники и сосняки папоротниково-кисличные	(20)	(24)

5. Группа недостаточно и слабодренированных земель с проточным увлажнением

П5, Д5, Г5, Гк5. Равнины и ложбины с проточным увлажнением и породами различного генезиса	Влажномулловые подзолистые глееватые и глеевые	Ельники, сосняки, ольшатники влажнотравные	20	19
---	--	--	----	----

Таблица 4 (продолжение)

Типы земель (индексы и название)	Почвы	Типы леса	Средняя высота 80-летних древостоев, м	
			сосны	ели

6. Группа слабодренированных земель на торфах различных типов

Тв6. Болотные земли на торфах верхового типа	Торфяно-перегнойные разной мощности	Сосняки багульниково-сфагновые	11	—
	Торфяно-болотные мощные	Болото грядово-мочажинное с редкой сосной	6	—
Тв6о. То же, осушенные	Перегнойно-торфяные мало-мощные и среднемощные	Сосняки чернично-зеленомощные	(20)	—
	Грубогумусно-торфяные мощные	Сосняки чернично-долгомощные	(15)	—
Тп6. Болотные земли на торфах переходного типа	Торфяно-перегнойные глеевые	Сосняки и ельники осоково-сфагновые	13	15
Тп6о. То же, осушенные	Перегнойно-торфяные глеевые	Ельники и сосняки кислично-черничные	(23)	(24)
Тя6(5). Болотные земли на торфах низинного типа	То же	Ельники и ольшатники влажно-потравные	—	17
Тя6(5)о. То же, осушенные	» »	Ельники кисличные	—	(24)

Другим источником материала послужили результаты исследований на 30 временных пробных площадях, закладывавшихся по трансектам в различных районах области. На каждой такой пробе размером 0.1—0.3 га делалось 5—10 прикопок для установления структуры почвенного покрова, далее копался и описывался разрез в основном элементе структуры. Мощность подстилки, торфа и гумусового горизонта определялась как среднеарифметическая величина по 30 прикопкам; из этих же прикопок формировались смешанные образцы для названных горизонтов. Образцы нижележащих горизонтов брались из разреза. Запас подстилки определялся по шаблону 0.1 м² у разреза. На пробе проводилась инструментальная таксация древо-стоя; растительность нижних ярусов описывалась по методике, изложенной В. Н. Федорчуком с сопр. (1974).¹

При аналитической обработке собранных данных как по результатам картирования, так и пробных площадей использовались стандартные методы анализа почв (Аринушкина, 1970; Агрехимические методы. . ., 1975).² Некоторые различия имелись при определении углерода и азота в органических горизонтах: в приводимых ниже таблицах со статистическими оценками физико-химических свойств использовался метод одновременного определения С и N по Анстету в модификации В. В. Пономаревой и Т. А. Николаевой (1961) и по прописи этих же авторов изучался состав гумуса. Определение азота по фракциям органического вещества ранее проводилось И. В. Тюриным и В. В. Пономаревой (1940) и рекомендовано в указанной методике. В таблицах с результатами по составу гумуса данные по общему углероду и азоту получены методами Кюппа и Кьельдаля соответственно.

Мы не проводили определение подвижных («доступных») форм калия и фосфора в лесных почвах, разделяя точку зрения Тамма (Tamm, 1950) о неприменимости агрохимических критериев для оценки плодородия лесных почв уже в силу того, что все лесные растения имеют микоризу и могут потреблять элементы питания в органической форме. Еще Аалтоном (Aalto, 1950) отмечалась отрицательная корреляция между подвижным фосфором и производительностью дренарованных почв, что подтвердилось и по нашим данным в первые годы исследований.

Кроме традиционных расчетных показателей (С : N и степень насыщенности основаниями) в таблицах присутствует новый признак — «индекс плодородия» (или «индекс») как произведение величины общего азота на сумму обменных оснований. Этот аналитический показатель (с размерностью мг·экв. % / 100 г почвы) мы ввели, учитывая то обстоятельство, что азот и основания являются факторами, лимитирующими продуктивность лесных экосистем в таежной зоне.

В помещенных ниже таблицах отсутствуют данные по свойствам элювиальных и иллювиальных горизонтов. Мы опустили эти данные сознательно, поскольку они, как правило, демонстрируют монотонное изменение параметров от аккумулятивных горизонтов к породе, получившее отражение на приведенных в тексте рисунках. В случаях выраженной профильной дифференциации (подзолы гумусово-железо-иллювиальные) свойства этих горизонтов обсуждаются в тексте.

Описания нижних ярусов растительности сделаны на основе собранных при картировании почв материалов, а также по обработанным и проанализированным В. Н. Федорчуком (1976, 1978 и др.) результатам изучения растительности пробных площадей.

¹ Почвенные исследования на этих пробах проводились автором, Г. Б. Мельницкой и Б. Н. Рябининым, таксация древостоев и описание растительности — В. Н. Федорчуком и С. А. Дыренковым.

² В таблицах физико-химических свойств почв определения рН, гидролитической кислотности, суммы обменных оснований, зольности и углерода гумуса выполнены Г. Б. Мельницкой, Б. Н. Рябининым и автором, все определения азота и состава гумуса сделаны автором.

*Подгруппа лесных земель на сильнодренированном
элюво-делювии вершин и склонов сельг
с сосняками беломошными и брусничными скальными*

Эти весьма своеобразные и малораспространенные земли в районе исследований приурочены к выходам кислых кристаллических пород Балтийского щита. Маломощный элюво-делювий (K1в) приурочен к лишненным моренного чехла вершинам сельг, среднемощный элюво-делювий (K1с) — к верхним третям склонов сельг с постепенным переходом к мощным почвам (табл. 5), образованным из песчаного моренного материала скандинавского типа. Кристаллические породы, залегающие в фундаменте, представлены тремя разновидностями: граниты рапакиви, серые (сердобольские) и розовые граниты и гранодиориты, заметно различающиеся по скорости выветривания. Породы рассечены трещинами, которые местами разработаны ледниковой деятельностью и заполнены делювиальным материалом. Тонкий плащ элюво-делювия расположен на платообразных вершинах сельг, а также на пологих и покатых склонах. Крутые склоны и выпуклые «бараньи лбы» лишены мелкозема. На более податливых к выветриванию гранитах рапакиви мощность плаща элюво-делювия выше.

Условия дренажа в типе K1в характеризуются чрезвычайно быстрым сбросом влаги, что определяет контрастность водного режима этих земель. Влага задерживается только по трещинам и карманам, заполненным делювиальным материалом. На склонах сельг (K1с) среднемощный плащ элюво-делювия, выполняя вододерживающую функцию, несколько стабилизирует водный режим почв.

Сложность поверхности кристаллических пород, наличие плаща делювия различной мощности определяют чрезвычайно высокую контрастность структуры почвенного покрова этих земель, наивысшую из всех встреченных нами в изученном регионе. На вершинах сельг (K1в) описан комплекс неразвитых почв, представляющих собой слой лишайниковой подстилки 0.5—1.5 см толщиной на поверхности гранита, с мощным торфяником верхового типа, заполняющим глубокий карман между отдельностями гранита, — комплекс двух максимально удаленных таксономически и экологически компонентов почвенного покрова таежной зоны. Более обычными являются структуры, состоящие из четырех компонентов (табл. 5). Присутствие торфянисто-перегнойных почв на вершинах сельг отражает резкую контрастность водного режима этих земель и роль карманов и трещин в сохранении влаги.

Почвы сельгового комплекса описаны А. А. Завалишиным и П. А. Яцюком (1956) и определены как примитивно-аккумулятивные, В. О. Таргульяном (1971) такие почвы названы подбурами.

Морфометрические признаки почв подгруппы лесных земель на сплюсндренированном элюво-делювии

Признаки	К1в. Сильнодренированный маломощный элюво-делювий вершин сельг		К1с. Сильнодренированный среднемощный элюво-делювий склонов сельг		
	малогумусные гумусово-железистые (n = 5)		сухие грубогумусные поверхностно-подзолистые (n = 6)		грубогумусные поверхностно-подзолистые (n = 2)
Уклон, градусы	—	5.4 ± 2.30/93 *	—	4.9 ± 1.06/61	(4.0) ***
Мощность, см:					
A ₀	100 **	1.7 ± 0.17/22	100	4.5 ± 0.33/21	(6.1)
A ₁ A ₂	20	(+) ****	100	3.4 ± 1.00/84	(+)
AB _n	100	11.3 ± 6.29/124	100	24.1 ± 4.02/47	(26.0)
средневзвешенная почвы	—	13.9 ± 6.24/100	—	34.9 ± 5.86/47	(32.4)
Выходы скал, % площади	100	77 ± 2.0/6	100	39 ± 9.4/67	(50)
Структура почвенного покрова, % площади с различными типами гумуса:					
малогумусные	100	81 ± 8.1/22	28	(4)	(10)
сухие грубогумусные	20	(4)	100	85 ± 6.0/20	(17)
грубогумусные	50	(9)	71	(11)	(73)
торфянисто-перегнойные	50	(6)	0	—	—

* Здесь и далее среднее, ошибка среднего и коэффициент варьирования, %.

** Здесь и далее встречаемость признака или горизонта, % от числа наблюдений или разрезов.

*** Здесь и далее данные, не обеспеченные статистическими характеристиками.

**** Здесь и далее признак или горизонт присутствует, но выражен не везде (горизонт выражен пятнами при его незначительной мощности).

Морфологическое строение профиля почв (рис. 1, табл. 5) на вершинах сельг (K1в) показывает наличие двух генетических горизонтов: лишайниковой подстилки и кофейно-бурого сильногумусированного и ожезненного горизонта AB_b , залегающего на скальном основании. Между этими горизонтами при детальном рассмотрении обнаруживается очень тонкая обесцвеченная прослойка (0.1—0.3 см), являющаяся первой стадией развития поверхностного

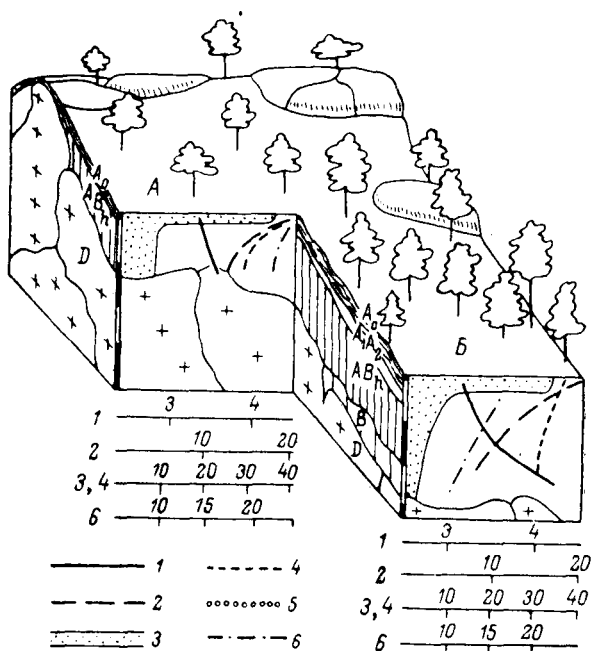


Рис. 1. Лесные почвы на сильнодренированном элюво-делювии вершин и склонов сельг.

А — сосняк беломошный (скальный) на малогумусных гумусово-железистых почвах (K1в); Б — сосняк бруснично-беломошный на сухих грубогумусных поверхностно-подзолистых гумусово-железистых почвах (K1с). 1 — $pH_{КС}$; 2 — V (степень насыщенности основаниями), %; 3 — С, %; 4 — С : N; 5 — $C_{гк}/C_{фк}$; 6 — ил, %.

оподзоливания. В почвах склонов сельг (K1с) этот горизонт (A_1A_2) является характерным, а весь профиль почв безусловно может быть определен как поверхностно-подзолистый гумусово-железо-иллювиальный.

Физико-химическая характеристика почв (табл. 6) свидетельствует о чрезвычайной их бедности (широкие отношения С : N, малое количество обменных оснований, высокая кислотность и малая насыщенность). Отличительной особенностью является довольно тяжелый механический состав элюво-делювия (супесь и легкий суглинок) и очень высокое количество гумуса в мине-

Физико-химическая характеристика почв подгруппы лесных земель на сильнодренированном элюво-делювии

Число раз- резов	Гори- зонт	рНКС1	Гидролитич- еская кислотность	Сумма обменных оснований	Степень насыщенности основаниями, %	Общее содержание, %		С : N	Характеристика подстилки
			мг · экв. на 100 г почвы			С	N		

К1в. Малогумусные гумусово-железистые почвы (подбуры)

5	A ₀	3.4±0.16/11	49±10.2/49	11±1.5/31	20±2.8/31	34.0±2.04/14	0.91±0.120/23	39±4.9/30	2.8±0.56/40; 22±5.0/45; 10±1.9/42
	AB _h	3.6±0.36/20	16±4.8/59	2±0.6/50	14±3.1/44	8.8±2.81/68	0.38±0.130/71	26±3.0/23	

К1с. Сухие грубогумусные поверхностно-подзолистые почвы

6	A ₀	3.2±0.10/8	57±6.1/26	14±1.1/19	19±2.6/34	31.1±1.50/12	0.91±0.056/15	36±2.2/14	4.2±0.37/18; 19±2.7/35; 13±1.3/24
	A ₁ A ₂ AB _h	3.5±0.12/8 (4.5)	9±1.2/32 (5)	1±0.2/55 (0.3)	11±1.8/40 (8)	5.2±0.79/38	0.15±0.018/28 Не определялось	33±3.6/26	

К1с. Грубогумусные поверхностно-подзолистые почвы

2	A ₀	(3.5)	(60)	(19)	(24)	(38.5)	(1.18)	(33)	(6.0); (14); (22)
	A ₁ A ₂ AB _h	(3.9) (4.5)	(17)	(2)	(11)	(10.0)	(0.37)	(27)	

Не определялось

Примечание. В последней графе здесь и далее при характеристике подстилки и торфа приведены запас, кг/м²; зольность, %; «индекс» N_{обш.} · (Ca + Mg)_{обш.}.

ральных горизонтах. Различия почв по типам гумуса хорошо видны по содержанию азота, величине $C:N$, «индексу», запасам и зольности A_0 , что свидетельствует о различиях в уровне плодородия этих почв. Эти данные говорят о том, что маломощные почвы вершин селъг не могут быть определены как примитивные, вероятнее всего, это действительно подбуры в понимании В. О. Таргульяна, генетически связанные в своем развитии с поверхностно-подзолистыми почвами.

Лесная растительность этих земель представлена сосняками лишайниковыми и брусничными. Первый встречается преимущественно на вершинах селъг, последний — только на склонах на среднемощном элюво-делювии. На вершинах селъг древесная растительность локализована по трещинам, карманам и плащу элюво-делювия мощностью более 10 см. В напочвенном покрове доминируют лишайники (*Cladonia sylvatica*, *C. rangiferina*), довольно обычны *Pleurozium schreberi* и вереск, встречаются брусника и черника (Федорчук с сотр., 1974). Детерминантными видами, следуя этим же авторам, здесь служат виды группы стереокаулона: *Stereocaulon tomentosum*, *Cladonia amaurocraea* и *Dicranum spurium*. На склонах селъг отмечается большее участие в напочвенном покрове брусники, черники и зеленых мхов.

Эти земли отличаются низкой производительностью древостоев: на вершинах селъг на малогумусных подбурах к 80-летнему возрасту сосна достигает высоты 12 м, на сухих грубогумусных маломощных и среднемощных почвах — 15 м, на грубогумусных среднемощных поверхностно-подзолистых почвах — 17 м. Интересно, что на склонах селъг здесь был описан даже ельник чернично-брусничный зеленомошный V класса бонитета.

Малопродуктивные леса на этих землях не носят следов лесоэксплуатации, поэтому здесь не выражена динамика почв в связи с рубками и сменой пород. Единственный фактор, определяющий динамику почв, — это лесные пожары, уничтожающие напочвенный покров, подстилку и способствующие смыву элюво-делювия, что приводит к образованию малогумусных почв. В пользу их послепожарного происхождения на среднемощном элюво-делювии ($K1c$) свидетельствуют малые величины C и N в A_0 и A_1A_2 , а также постоянное присутствие в покрове вереска. Пожары, причиняя наибольший урон сухим элементам скальных местобитаний, резко увеличивают природную контрастность этих земель. С другой стороны, отсутствие пожаров приводит к биологической аккумуляции органического вещества в A_0 и увеличению сложности структуры и продуктивности растительного покрова, и в целом развитие экосистем на этих чрезвычайно бедных землях идет в сторону формирования более мощных почв в связи с общим направлением процессов выветривания. Так, на Карельском перешейке нами описан плосковершинный кристаллический массив, сложенный гранитами рапакиви, где сформировалась мощная ожелезненная грубообломочная кора выветривания с грубо-

гумусными поверхностно-подзолистыми почвами под сосняком бруснично-зеленомошным III класса бонитета.

Эти земли — довольно постоянный элемент таежных ландшафтов: в Карелии на них формируются сходные почвы при значительно большем участии ельников (Яковлев, 1969; Казимиров, Морозова, 1973). В Предуралье они заняты сосняками и ельниками каменистыми V класса бонитета (Львов, Ипатов, 1976), на Урале — ельниками нагорными III класса бонитета и темнохвойно-березовым мшистым редколесьем (Колесников с сотр., 1974). В Сибири на примитивных почвах, курумниках и траптовых скалах описаны кедрово-лиственнично-еловые кустарничково-лишайниковые и бруснично-зеленомошные редколесья (Крауклис, 1969), сосняки лишайниково-брусничные на маломощных поверхностно-подзолистых почвах (Горбачев, 1967), а в Саянах — кедровники лишайниково-мшистые V—Vб классов бонитета (Назимова, 1975). В Канаде в провинции Онтарио описано большое разнообразие скальных земель в зависимости от мощности чехла делювия и горной породы (Hills, 1960). В провинции Манитоба эти земли формируются на гранитах с лесами из *Abies balsamea*, *Picea glauca*, *Pinus banksiana* и *Betula papyrifera* (Smith e. a., 1964). В США такие земли описаны на Аляске с маломощными скелетными почвами на андезитах под зеленомошными лесами из *Picea glauca* (Wilde, Krause, 1960), в Висконсине — на кварцитовых скальниках с беломошными лесами из *Pinus resinosa* и *P. strobus* (Wilde, 1976).

Понимая, что скальники не имеют хозяйственной ценности и не могут быть трансформированы в течение жизни одного поколения леса в продуктивные лесные земли, следует подчеркнуть два обстоятельства; 1) высокую почвозащитную и водоохранную роль лесов на этих землях; 2) «легкую ранимость» лесных экосистем, формирующихся в крайне неблагоприятных экологических условиях, их невысокую буферную способность по отношению к промышленным загрязнениям и особенно рекреации. Поэтому следует признать целесообразным охрану лесов на этих землях от пожаров и полный запрет рубок (Дмитриева, 1979).⁷

*Подгруппа лесных земель на песках разного генезиса
сильнодренированных равнин и склонов разной крутизны
с сосняками и реже ельниками вересковыми, брусничными
и чернично-брусничными зеленомошными*

Эти земли довольно широко распространены в районе наших исследований: на Карельском перешейке, в Тихвинском и Лужском лесхозах, в Псковской обл. Характерна приуроченность их к повышенным песчаным массивам — холмистой скандинавской морене, озовым грядам, высоким террасам (озерно-ледниковым и речным), камовым холмам и плато.

Существенным признаком сильнодренированных песчаных земель является большая мощность песчаной толщи: от 2 до 20 м и более. Пески имеют самое разнообразное происхождение: это разнозернистая песчаная валунная морена, флювиогляциальные гравийно-галечниковые разнозернистые пески озера, мелкозернистые озерно-ледниковых террас, камов, зандров, дюн. Гранулометрический состав этих пород заметно различается по содержанию фракций среднего и мелкого песка, содержание ила всюду около 2%, а по количеству физической глины (3—8%) они могут быть отнесены преимущественно к пескам связным. По валовому составу они довольно бедны: преобладает кремнезем и полуторные окислы, оснований мало (0.5—1.5%), причем на Карельском перешейке пески в 1.5 раза богаче ими, чем в других районах. В целом эти породы могут быть отнесены к полимиктовым пескам, сравнительно богатым первичными минералами. Бедные кварцевые пески встречаются на юго-западе Ленинградской обл. (Чекалова, 1973). По данным В. В. Пономаревой, А. М. Мясниковой (1957) и Т. А. Рожновой (1963), выветривание их происходит неинтенсивно при серицитизации плагиоклазов и пелитизации полевых шпатов и слюд с образованием полуторных окислов и гидрослюд.

Большая мощность песчаных пород и приуроченность к повышенным элементам рельефа определяют сильную дренированность этих земель — грунтовые воды нигде не были обнаружены ближе 2 м к поверхности. Это свидетельствует о полной автономности водного режима в этих условиях.

Повсеместно здесь формируются почвы с одинаковым и очень характерным профилем: под подстилкой мы обнаруживаем небольшую оподзоленную прослойку (A_1A_2), непосредственно под которой залегает своеобразный гумусово-железо-иллювиальный горизонт AB_h , постепенно переходящий на глубине 40—70 см в почвообразующую породу (рис. 2; табл. 7, 8). Этот профиль ха-

Таблица 7

Мощность горизонтов, см, поверхностно-подзолистых почв
Карельского перешейка
(по данным картирования почв и местообитаний)

Горизонты	Малогумусные ($n = 61/20$)	Сухие грубогумусные ($n = 89/16$)	Грубогумусные ($n = 9/5$)
A_0	1.6 ± 0.08	4.2 ± 0.09	6.0 ± 0.15
	1.6 ± 0.15	3.6 ± 0.17	6.8 ± 0.41
A_1A_2	3.2 ± 0.27	3.7 ± 0.31	2.0 ± 0.11
	1.9 ± 0.33	1.0 ± 0.18	1.5 ± 0.56
AB_h	12.1 ± 1.04	10.1 ± 1.85	9.8 ± 0.96
	12.7 ± 0.74	14.7 ± 0.94	11.2 ± 2.01

Примечание. Над чертой — мощность горизонтов в прибрежной части Карельского перешейка, под чертой — в центральной части.

Таблица 8

Морфометрические признаки лесных почв на песках разного генезиса сильнодренированных равнин и склонов разной крутизны

Признаки	Малогумусные поверхностно-подзолистые гумусово-железо-иллювиальные (n = 9)		Сухие грубогумусные поверхностно-подзолистые гумусово-железо-иллювиальные (n = 10)		Грубогумусные поверхностно-подзолистые гумусово-железо-иллювиальные (n = 7)	
Уклон, градусы	—	(0.4)	—	$1.6 \pm 0.40/80$	—	$1.9 \pm 0.94/132$
Мощность, см:						
A ₀	100	$1.8 \pm 0.33/43$	100	$4.3 \pm 0.07/5$	100	$5.8 \pm 0.22/10$
A ₁ A ₂	90	$1.5 \pm 0.57/89$	90	$3.0 \pm 0.75/79$	100	$3.3 \pm 0.74/60$
A ₂	0	—	30	(1.6)	28	(2.7)
AB _h	100	$10.0 \pm 1.60/37$	80	$5.2 \pm 1.61/94$	71	$6.7 \pm 2.23/91$
B ₁	100	$46.4 \pm 7.01/33$	100	$29.9 \pm 3.83/40$	100	$39.3 \pm 5.40/36$
общая гор. В	—	$56.4 \pm 7.78/32$	—	$51.7 \pm 6.60/40$	—	$72.3 \pm 8.46/31$
Структура почвенного покрова, % площади с различными типами гумуса:						
малогумусные	100	$86 \pm 4.9/13$	20	(5)	14	(6)
сухие грубогумусные	80	$14 \pm 4.9/81$	100	$88 \pm 6.8/24$	71	$14 \pm 5.1/84$
грубогумусные	0	—	30	(7)	100	$80 \pm 5.8/19$

рактен как для Карельского перешейка, так и для Тихвинского района, где О. В. Бутузова (1973) определяет горизонт AB_n как A_1 . Мы всюду называли эти почвы, следуя В. В. Пономаревой, А. М. Мясниковой (1957) и Т. А. Рожновой (1963), поверхностно-подзолистыми гумусово-железо-иллювиальными. Указанными

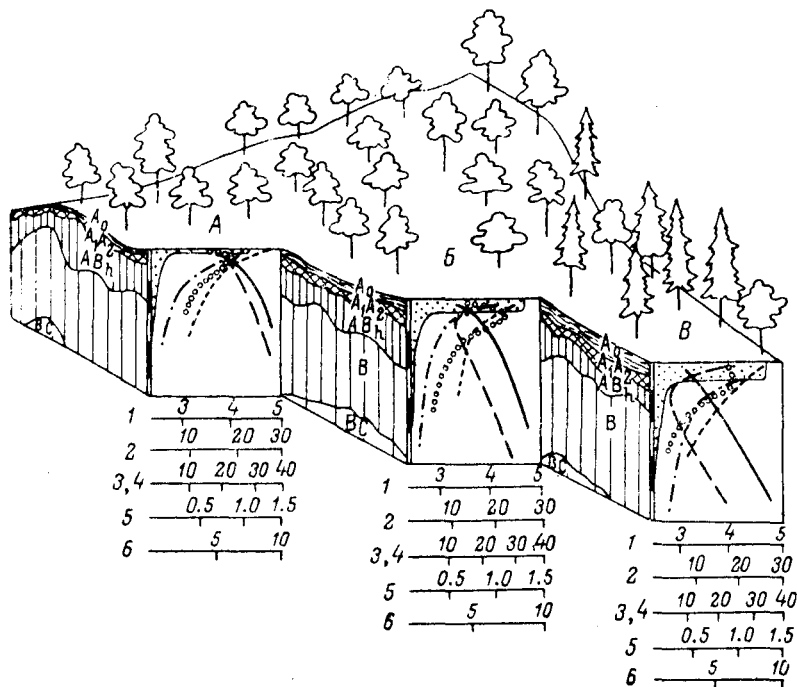


Рис. 2. Лесные почвы на песках разного генезиса сильнодренированных равнин и склонов разной крутизны (П1, П1с).

А — сосняк вересковый на малогумусных поверхностно-подзолистых гумусово-железо-иллювиальных почвах; В — сосняк бруснично-зеленомошный на сухих грубогумусных поверхностно-подзолистых гумусово-железо-иллювиальных почвах; В — ельняк и сосняк чернично-брусничный на грубогумусных поверхностно-подзолистых гумусово-железо-иллювиальных почвах. Остальные обозначения как на рис. 1.

авторами отмечается ожелезнение профиля, утяжеление механического состава верхних горизонтов, слабое перераспределение кремнезема и полуторных окислов по профилю, резко выраженный фульвокислотный характер гумуса, что в совокупности является признаком альфегумусового почвообразования, подробно изученного В. О. Таргульяном (1971) в других областях таежной зоны. По нашим данным, утяжеление гранулометрического состава приводит к увеличению количества физической глины в A_1A_2 и AB_n на 3—6%.

В силу однородности почвообразующих пород, условий дренажа, а также растительности структура почвенного покрова

здесь простая: по строению профиля почвы одинаковы как на выровненных участках, так и на склонах, существенно различаясь только по мощности подстилки (табл. 7, 8). По этому признаку мы разделили лесные почвы на малогумусные, сухие грубогумусные и грубогумусные соответственно сосняков вересковых (вересково-лишайниковых), брусничных и сосняков с елью (иногда ельников) бруснично-черничных. В травяно-кустарничковом ярусе сосняков вересковых преобладают вереск, брусника, толокнянка, в моховом ярусе — *Cladonia* spp. и *Pleurozium schreberi*, детерминантными являются следующие виды групп толокнянки и кладонии (Федорчук с сотр., 1974, 1978): *Arctostaphylos uva-ursi*, *Cladonia sylvatica*, *C. rangiferina*, *C. alpestris*, *C. gracilis*, *Cetraria islandica*. В сосняках брусничных и бруснично-черничных в покрове преобладают брусника, черника и зеленые мхи. Виды, характерные для сосняков вересковых, встречаются реже. Детерминантными видами, по В. Н. Федорчуку с сотр. (1974, 1978), служат черника, брусника, *Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens*, *Dicranum* spp. К 80-летнему возрасту сосняки вересковые на малогумусных почвах достигают высоты 16 м, брусничные на сухих грубогумусных почвах — 18 м, чернично-брусничные на грубогумусных почвах — 21 м, а ельники на этих же почвах — 18 м. При этом различия производительности леса на моренных и флювиогляциальных песках оказываются несущественными.

Проведенные ранее исследования (Ананова, 1950; Корчагин, 1954; Дмитриева, 1973а, 1973б), собственные наблюдения, а главное — наличие отдельных угольков и даже прослоев угля в подстилке позволяют с уверенностью заключить, что на потенциально сухих песчаных землях указанные различия растительности и мощности подстилки связаны с воздействием сильнейшего экзогенного фактора — лесных пожаров. Сосняки с преобладанием в покрове послепожарного облигатного микотрофа — вереска — представляют первый этап смен растительности после пожара, тогда как сосняки с елью чернично-брусничные, по всей вероятности, завершают восстановительную динамику.

Сходная картина динамики растительности (вплоть до образования ельников) и почв наблюдается и на бедных кварцевых песках, распространенных на юго-западе Ленинградской обл. и севере Псковской (Чекалова, 1973). Однако сами почвы из-за бедности породы заметно отличаются от поверхностно-подзолистых почв Карельского перешейка и Тихвинского района: горизонт A_1A_2 имеет значительно большую мощность, а гумусово-иллювиальный процесс и горизонт AB_n выражены слабее при заметно меньшем утяжелении верхней части профиля.

Аналитические данные по рассматриваемым почвам представлены в табл. 9, 10 и на рис. 2, 3. В верхней части профиля всех почв отмечается исключительно кислая реакция, причем наименьшая кислотность наблюдается в малогумусных почвах, что, вероятно, связано с некоторым подщелачиванием среды золой сто-

ревшей подстилки. И подстилки, и минеральные горизонты всех почв содержат малое количество обменных оснований и исключительно слабо насыщены ими (меньше всего в грубогумусных почвах). Данные по углероду в A_0 , содержащиеся в табл. 9 и 10, заметно разнятся между собой, что объясняется тем, что в табл. 10 включены материалы по малогумусным почвам, недавно подвергавшимся воздействию пожаров, с признаками обугленности подстилки. В целом хорошо видна разница между рассматриваемыми почвами, которая особенно четко выражена между малогумусными

и сухими грубогумусными, как в отношении признаков аккумулятивной части, так и по некоторым показателям минеральных горизонтов — pH и сумме обменных оснований. Содержание гумуса, ила и величина C:N монотонно убывают с глубиной, без образования пика в AB_n (рис. 2).

Рассмотрение данных по составу гумуса (табл. 10; рис. 3) по-

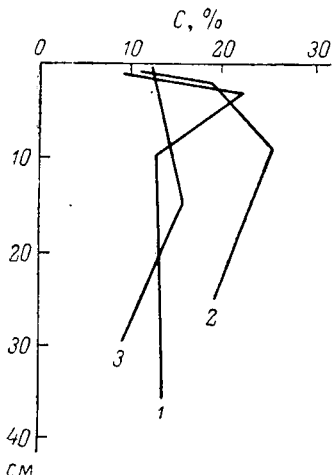


Рис. 3. Профильные кривые распределения углерода гуминовых кислот в поверхностно-подзолистых почвах.

1 — малогумусные почвы, 2 — сухие грубогумусные, 3 — грубогумусные почвы.

зволяет сделать следующее заключение: содержание гуминовых кислот в подстилках несколько повышается от малогумусных к грубогумусным почвам, в минеральных горизонтах (A_1A_2 , AB_n) наблюдается обратная картина. Увеличение содержания гуминовых кислот (по C и N) в минеральных горизонтах малогумусных и сухих грубогумусных почв, возможно, является результатом сильного прогрева почвы во время подстилочно-гумусового (низового) пожара и конденсации части фульвокислот до гуминовых. Несмотря на это, здесь видно повышенное содержание всех фракций фульвокислот по профилю почвы, что подчеркивается отношением $C_{гк} : C_{фк}$. Величины нерастворимого остатка как по C, так и особенно по N увеличиваются у грубогумусных почв. Данные по распределению фосфора по группам органического вещества (Чертов, 1973) подчеркивают отмеченную направленность процессов гумусообразования и биологической аккумуляции: при общем резком преобладании фосфора, связанного с фульвокислотами, количество фосфора гуминовых кислот возрастает от малогумусных к грубогумусным почвам. Чрезвычайно интересен тот факт, что в малогумусной почве 60% всего фосфора сконцентрировано в 0.1 n H_2SO_4 -вытяжке (фульвокислоты 1a фракции), представляя собой,

Таблица 9

Физико-химическая характеристика поверхностно-подзолистых гумусово-железо-иллювиальных почв на песках разного генезиса сильнотрепированных равнин и склонов

Число разрезов	Горизонт	pH _{KCl}	Гидролитическая кислотность	Сумма обменных оснований	Степень насыщенности основаниями, %	Общее содержание, %		C : N	Характеристика подстилки
			мг · экв. на 100 г почвы			C	N		
Малогумусные почвы									
9	A ₀	3.6±0.07/6	53±7.1/40	12±1.8/46	23±4.4/57	28.2±3.61/38	0.76±0.101/36	35±1.4/12	1.6±0.12/17 49±6.2/38; 10±1.9/59
	A ₁ A ₂ C	4.1±0.18/14 5.2±0.11/7	8±1.3/49 1±0.1/39	2±0.5/80 1±0.3/88	20±4.6/69 34±7.6/64	1.7±0.42/75	0.08±0.012/45 Не определялось	21±3.4/49	
Сухие грубогумусные почвы									
10	A ₀	3.4±0.10/11	74±11.8/56	16±1.0/21	20±2.5/42	34.6±1.72/17	1.01±0.084/27	36±1.6/16	3.0±0.63/46; 22±2.8/44; 16±1.7/36
	A ₁ A ₂ C	3.6±0.27/15 4.9±0.15/10	10±2.0/68 2±0.4/88	1±0.3/84 0.4±0.08/60	12±1.8/51 24±5.2/68	2.2±0.23/36	0.08±0.014/60 Не определялось	29±1.8/21	
Грубогумусные почвы									
9	A ₀	3.3±0.08/8	75±11.9/50	19±1.4/21	18±1.4/23	32.6±1.51/15	0.95±0.141/48	38±2.1/17	4.0±0.58/38; 18±3.1/53; 18±1.5/25
	A ₁ A ₂ C	3.5±0.19/17 5.0±0.04/2	13±2.4/58 1±0.1/32	1±0.5/121 0.5±0.24/138	9±1.7/57 23±6.1/74	2.2±0.45/55	0.10±0.012/31 Не определялось	23±3.6/42	

Состав гумуса поверхностно-подзолистых гумусово-железо-иллювиальных почв, % от общего С

Горизонт	Глубина, см	Общее содержание, %		C : N	Гуминовые кислоты (сумма фракций 1, 2)		Фульвокислоты				Нерастворимый остаток		$\frac{C_{FK}}{C_{Фк}}$	$\frac{N_{FK}}{N_{Фк}}$	
		C	N		C	C : N	1а		сумма фракций 1а, 1, 2		C	C : N			
							C	C : N	C	C : N					
		C	N		C	C : N	C	C : N	C	C : N					
Малогумусные почвы															
<i>Разрез 21</i>															
A ₀	0—2	40.80	0.945	43.2	9.9	18.7	2.0	42.7	11.5	31.1	60.1*	42.5	0.87	1.45	
AB _h	2—14	0.98	0.081	12.1	22.5	24.3	16.3	13.3	31.6	10.3	45.9	10.7	0.71	0.30	
B _h	20—30	0.23	0.021	11.0	26.1	12.1	34.8	8.0	43.5	8.3	30.4	17.5	0.60	0.42	
<i>Разрез 261</i>															
A ₀	0—0.5	46.76	1.287	36.3	9.0	20.7	0.9	5.0	11.7	19.2	56.5*	32.6	0.85	0.78	
A ₁ A ₂	1—4	2.13	0.088	24.1	23.0	23.3	3.3	7.8	15.5	16.5	61.5	27.9	1.48	1.05	
AB _h	5—15	0.74	0.044	16.4	13.5	Не опр.	20.3	Не опр.	36.5	Не опр.	50.0	Не опр.	0.38	Не опр.	
B _h	30—40	0.21	0.020	10.5	14.3	»	»	»	23.8	»	61.9	»	»	»	
Сухие грубогумусные почвы															
<i>Разрез 31</i>															
A ₀	0—2.5	38.59	1.012	37.1	10.6	28.3	2.1	30.3	14.0	25.0	63.3*	37.5	0.76	0.67	
A ₁ A ₂	2.5—5.0	5.01	0.250	20.0	19.2	24.6	3.1	20.0	14.2	24.8	66.6	18.2	1.34	1.35	
AB _h	5—14	1.35	1.03	13.1	25.3	9.4	24.5	41.2	37.0	26.3	37.7	10.6	0.68	0.72	
B _h	20—30	0.64	0.053	12.1	19.0	Не опр.	22.7	Не опр.	36.3	Не опр.	44.7	Не опр.	0.53	Не опр.	
<i>Разрез 184</i>															
A ₀	0—3	40.15	1.367	29.4	8.4	16.1	1.1	8.6	12.5	32.7	56.1*	22.3	0.65	1.32	
A ₁ A ₂	3—4	2.16	0.094	23.0	21.7	21.3	6.9	21.4	18.9	18.6	59.4	25.6	1.14	1.00	
AB _h	5—10	0.51	0.028	18.2	35.3	Не опр.	23.6	Не опр.	45.2	Не опр.	19.5	Не опр.	0.78	Не опр.	
B _h	25—35	0.21	Не опр.	Не опр.	14.3	»	»	»	47.6	»	38.1	»	0.38	»	
Грубогумусные почвы															
<i>Разрез 718, сосняк</i>															
A ₀	0—6	30.25	1.245	24.3	12.2	19.5	1.6	5.7	15.1	22.6	53.7*	19.0	0.80	0.93	
A ₁ A ₂	6—7	9.67	0.764	12.8	12.5	16.9	2.2	13.1	12.7	22.8	74.8	11.5	0.99	1.33	
AB _h	10—20	2.25	0.184	12.2	15.6	Не опр.	12.0	Не опр.	28.4	Не опр.	56.0	Не опр.	0.55	Не опр.	
B _h	25—35	0.85	0.088	9.7	9.4	»	»	»	38.8	»	51.8	»	0.24	»	
<i>Разрез 580, ельник</i>															
A ₀	0—6	39.30	1.454	27.0	11.7	24.2	0.9	5.1	11.8	26.5	58.2*	21.0	0.99	1.08	
A ₁ A ₂	6—7	3.68	0.140	26.3	11.7	17.9	1.6	12.0	14.1	22.6	74.2	29.4	0.83	1.04	
AB _h	7—15	2.46	0.137	17.9	12.2	Не опр.	14.6	Не опр.	30.4	Не опр.	57.4	Не опр.	0.40	Не опр.	
B _h	30—40	0.27	0.030	8.7	3.7	»	»	»	51.9	»	44.4	»	0.07	»	

* За вычетом С воскосмол.

по всей вероятности, минеральные фосфаты, обязанные своим происхождением золе сгоревшей подстилки. Приведенные данные показывают, с одной стороны, степень ущерба, наносимого плодородию лесных почв пожарами, с другой — огромную работу лесных экосистем, восстанавливающих свою внутреннюю среду, в которой почве и ее органическому веществу принадлежат важнейшие стабилизирующие функции.

Следовательно, в условиях достаточно влажного климата Северо-Запада для лесных земель на мощных песках отмечается отрицательное влияние пожаров, которые приводят к снижению плодородия почв, ксерофитизируют местообитания и определяют разнообразие почвенных условий. Практически до сих пор все леса в процессе восстановления после рубок подвергались воздействию этого фактора, и длительное существование сосняков вересковых с малогумусными почвами, по-видимому, связано с периодической повторяемостью лесных пожаров. Случаи восстановления леса без прохождения пожара, с формированием временных березняков вейниково-брусничных встречаются гораздо реже. При этом поверхностно-подзолистые почвы приобретают черты сходства с перегнойно-скрытоподзолистыми супесчаными почвами, которые В. В. Пономарева и А. М. Мясникова (1957) приравнивали к бурым лесным: формируется травяно-лиственная подстилка, A_1A_2 и AB_n густо пронизываются корнями березы и трав. В почве значительно увеличивается насыщенность основаниями, отношение $C : N$ в A_0 и A_1B сужается до 20 и 15 соответственно.

В последнее десятилетие рассматриваемые лесные земли начали испытывать сильное воздействие рекреации, особенно на Карельском перешейке. Так, с 1966 по 1975 г. в лесопарках Курортного парклесхоза площадь деградированных лесных почв, определенная по материалам картирования и последующего обследования, увеличилась в 2.5 раза и достигла в отдельных местах 10%. Примечательно, что в таежной зоне отдыхающие и туристы используют почти исключительно примыкающие к озерам «теплые и сухие» земли, что приводит к их деградации. Использование других типов земель для рекреации осуществляется только в непосредственной близости к городам и населенным пунктам. Мы изучали влияние рекреации, заключающееся в простом вытаптывании (Чертов, 1967) (рис. 4), от ненарушенной сухой грубогумусной почвы под куртиной сосны с сохранившимся вересково-брусничным покровом и подстилкой до сильно вытопанной, где от подстилки осталась тонкая ломкая корочка, перемешанная с песком. При такой деградации в подстилке происходит потеря гумуса, азота, фосфора, тогда как в минеральных горизонтах отмечается усиление гумусово-иллювиального процесса с перемещением в этот горизонт максимума корней деревьев. Резко изменяется состав гумуса, создается впечатление улучшения его качества (повышенное содержание гуминовых кислот и нераство-

римого остатка). Однако, сравнивая почвы разной степени деградированности, можно констатировать, что здесь имеет место усиленный вынос фульвокислот, которые образуются, по всей вероятности, не только при разложении органического вещества опада, но и при разрушении гумусовых веществ подстилки.

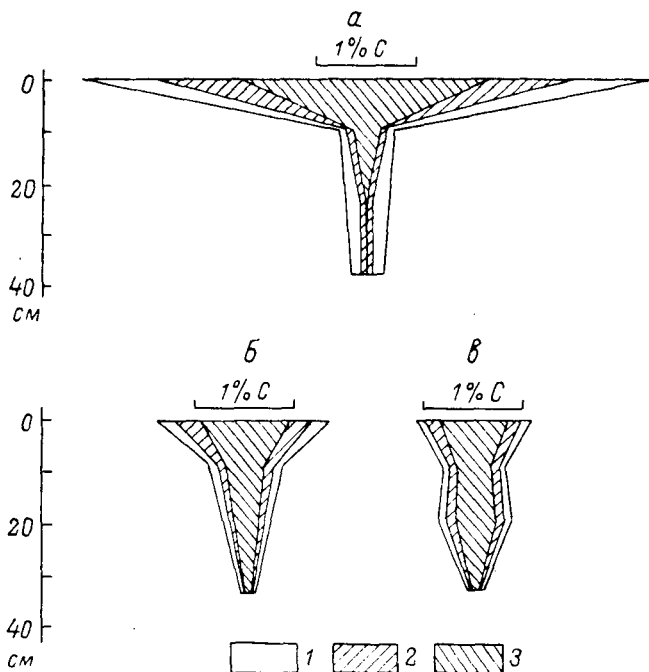


Рис. 4. Гумусовые профили поверхностно-подзолистых почв.

a — ненарушенная почва; *б* — слабодеградированная; *в* — сильнодеградированная. 1 — С фульвокислот, %; 2 — С гуминовых кислот, %; 3 — С нерастворимого остатка, %. Масштаб гор. 0—4 см ненарушенной почвы по содержанию С уменьшен в 2 раза по сравнению с указанным на рисунке.

Такие сильно деградированные почвы подвергаются интенсивному смыву (на сухих песках!) с образованием промоин и небольших оврагов в перегруженных местах отдыха. Это создает угрозу полного разрушения лесных почв и древостоев при бесконтрольном использовании потенциально сухих песчаных земель для целей рекреации.

Таким образом, динамика почв рассматриваемых типов лесных земель определяется преимущественно лесными пожарами и в гораздо меньших масштабах — сменой пород после рубок и рекреацией. Развитие экосистем здесь идет, по всей видимости, в сторону формирования супесчаных почв, обладающих лучшими водно-физическими свойствами. Вероятно, на этой стадии при

совместном экологическом эффекте биологической аккумуляции (образовании грубогумусной подстилки) и изменения гранулометрического состава почвы происходит устойчивая смена сосны елью с формированием лесов черничного (чернично-майникового) типа.

Лесные земли на мощных песках исключительно широко распространены в ландшафтах полесий тайги: в европейской части СССР, в Западной, Центральной и Восточной Сибири описаны сосняки лишайниковые, вересково-брусничные, брусничные и т. д. (Раменская, 1965; Крауклис, 1969; Сабуров, 1972; Орлов с сотр., 1974; Колесников с сотр., 1974; Санников, 1974; Львов, Ипатов, 1976; Киреев, 1977, и мн. др.). Большинство авторов так или иначе подчеркивают различие лесорастительных условий этих сосняков: присутствие прослоев более тяжелого состава или подстилки песков суглинками в сосняках брусничных и бруснично-зеленомощных.

Однако в работах Н. П. Ремезова (1955), Ю. А. Орфанитского (1963), М. Л. Раменской (1965), А. А. Крауклиса (1969) приводятся данные о приуроченности этих сосняков — и беломощных, и брусничных — к одинаковым элементам рельефа и породам. Более того, имеются данные о формировании ельников на мощных песках с глубоким залеганием грунтовых вод в южной тайге Удмуртии (Климачева, 1976) и в смешанных лесах Литвы (Vaičys, 1967). На приморских дюпах Латвии молодые почвы сосняков лишайниковых развиваются в сторону грубогумусных подзолистых почв ельников черничных (Буш, 1968). В аналогичных условиях на косе Куршю-Нярия в Литве сосняки лишайниковые приурочены к почвам с подстилкой 2 см мощности, а сосняки кислично-черничные — к «старым лесным почвам» с мощностью A_0 до 10 см (Будрюнас, 1976). В работе А. Я. Орлова и С. П. Кошелькова (1971) указывается на близость лишайниковых и брусничных сосняков по условиям местообитания и отмечается, что лимитирующим фактором в этих лесах служит не вода, а снабжение азотом. Интересны данные С. Н. Сеннова (1977): на постоянных пробных площадях, заложенных в конце 20-х годов в Ленинградской и Новгородской областях, сосняки лишайниково-мшистые за 50 лет трансформировались в сосняки брусничные зеленомощные, а сосняки вересковые — в сосняки чернично (бруснично)-зеленомощные. По данным С. А. Уальда (Wilde e. a., 1965), в культурах *Pinus resinosa* на бросовых песчаных каменистых землях в зоне подзолистых почв штата Висконсин содержание гумуса в почве за 35 лет увеличилось с 1 до 3%. По материалам 100 пробных площадей получено уравнение регрессии содержания гумуса в зависимости от возраста с коэффициентом корреляции 0.72.

Все эти данные могут служить доказательством справедливости объединения мало-гумусных почв сосняков беломощных и грубогумусных почв сосняков бруснично (чернично)-зеленомощных в один ряд развития, принадлежащий к одному типу земель.

И здесь при резком дефиците азота мы сталкиваемся с явлением несимбиотической фиксации атмосферного азота в экосистемах «сухих» сосняков (Richards, 1964; Орлов, Кошельков, 1971) и в целом с активной средообразующей ролью леса.

Очевидно, что это истинно лесные земли, обладающие достаточно высокой потенциальной продуктивностью (сосняки и ельники бруснично- и чернично-зеленомошные на грубогумусных почвах), но подвергающиеся довольно сильной деградации в результате антропогенных воздействий. Это указывает на высокую сенсорность этих земель к внешним воздействиям, связанную с неустойчивым водным режимом и дефицитом азота.

*Лесные земли на песках разного генезиса
дренированных равнин и пологих склонов
с сосняками и ельниками черничными и чернично-кисличными*

Этот тип лесных земель повсеместно и довольно широко распространен на Карельском перешейке, Приневской низменности, в восточном Приладожье, на юго-западе и отдельными массивами по всей территории изученного региона. Приурочен он к выровненным и наклонным поверхностям равнин и террас. Так, на Карельском перешейке дренированные песчаные земли приурочены к террасированным участкам обширной пологоволнистой равнины в его средней части, в Тихвинском районе — к задровым равнинам.

Почвообразующие породы представлены здесь теми же разновидностями песков, которые описаны выше. Их основная отличительная особенность — значительно меньшая мощность породы: 0.7—2.0 м (по данным 12 разрезов на Карельском перешейке и в Тихвинском районе — 163 ± 12.9 см). Подстилаются эти пески моренными или озерно-ледниковыми суглинками.

Меньшая мощность породы при залегании на водоупорном материале и равнинный рельеф определяют характер водного режима. Здесь наблюдается вертикальный свободный дренаж до зеркала грунтовых вод, расположенного на глубине 0.6—2.0 м. По данным А. Л. Кошечева (1955), И. С. Антонова (1964) и А. Я. Орлова с сотр. (1974), средний уровень грунтовых вод составляет 50—70 см, при максимальном 20—30 см в мае, общие запасы влаги в верхних 20 см почвы (включая и A_0) колеблются от 59 до 71 мм за вегетационный период. Сквозное промачивание и нисходящий ток почвенного раствора — главные условия формирования здесь подзолистых почв и подзолов преимущественно гумусово-железо-иллювиальных, обстоятельно описанных в литературе (Рожнова, 1963; Пономарева, 1964; Таргульян, 1971; Руднева, Тонконогов, 1976, и мн. др.). При этом мощность подзолистого горизонта отражает особенности гидрологического режима: чем глубже грунтовые воды, тем A_2 меньше, переходя в конце концов в A_1A_2 поверхностно-подзолистых почв сильнодренированных земель.

Здесь формируются почвы с двумя типами гумуса. Наиболее часто встречаются грубогумусные подзолы и подзолистые (разной степени) гумусово-железо-иллювиальные почвы (рис. 5; табл. 11, 12). Значительно реже отмечены модергумусные подзолистые почвы, имеющие мощность гумусового горизонта 12—17 см, с явными следами прежнего окультуривания — довольно четкой

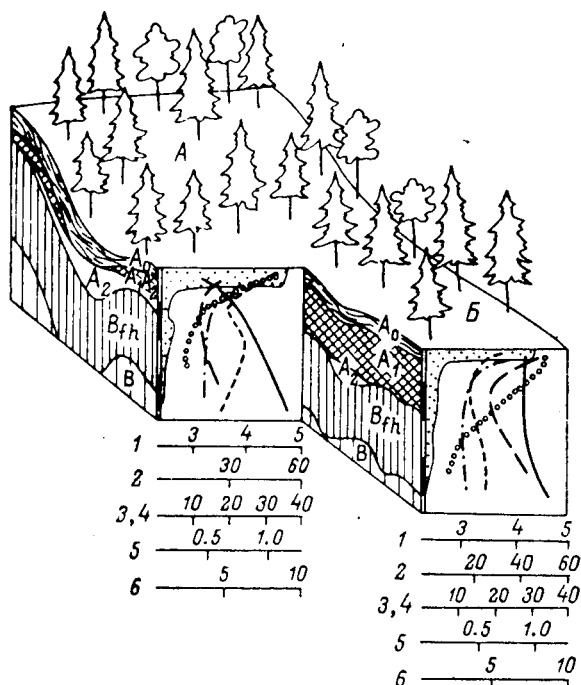


Рис. 5. Лесные почвы на песках разного генезиса дренированных равнин и пологих склонов (П2).

А — ельник чернично-зеленомошный на грубогумусных подзолистых гумусово-железо-иллювиальных почвах; Б — ельник чернично-кисличный на модергумусных подзолистых гумусово-железо-иллювиальных почвах. Остальные обозначения как на рис. 1.

нижней границей и мелкими угольками, распределенными в его толще. Для этих почв характерно наличие гумусово-железо-иллювиального горизонта В, в котором у грубогумусных почв прослеживается некоторое накопление иллювиального гумуса. И тем не менее в этом типе земель также отмечается общее утяжеление гранулометрического состава верхних горизонтов почв: от $4.9 \pm 1.04\%$ физической глины в породе до $9.6 \pm 1.50\%$ в верхней части профиля.

Аналитические данные почв рассматриваемого типа земель сведены в табл. 13 и 14. Как и на сильнодренированных песках, почвы кислы (pH_{KCl} в подстилке опускается до 2.8), ненасыщены,

Таблица 11

Мощность горизонтов, см, лесных почв на песках разного генезиса дренированных равнин и склонов в центральной части Карельского перешейка (по данным картирования лесных почв)

Горизонты почв	Моренные пески		Флювиоглициальные пески	
	грубогумусные подзолистые (n = 9)	модергумусные подзолистые (n = 5)	грубогумусные подзолистые (n = 11)	модергумусные подзолистые (n = 8)
A ₀	5.8 ± 0.38	4.0 ± 0.56	5.2 ± 0.33	4.2 ± 0.38
A ₁	—	1.36 ± 0.46	—	17.1 ± 1.68
A ₁ A ₂	0.8 ± 0.34	—	—	—
A ₂	4.9 ± 0.72	(+)	6.0 ± 0.51	(+)

Таблица 12

Морфометрические признаки лесных почв на песках разного генезиса дренированных равнин и склонов

Показатели	Грубогумусные подзолистые гумусово-железо-иллювиальные (n = 14)		Модергумусные подзолистые гумусово-железо-иллювиальные (n = 7)	
Уклон, градусы	—	1.4 ± 0.39/105	—	2.3 ± 0.41/87
Мощность, см:				
A ₀	100	6.1 ± 0.32/21	100	4.4 ± 0.41/30
A ₁	7	(+)	100	11.7 ± 0.39/9
A ₁ A ₂	64	2.8 ± 0.94/125	0	—
A ₂	56	4.8 ± 1.12/93	14	(+)
V _{fh}	100	28.2 ± 2.79/39	70	60.0 ± 5.78/33
общая гор. В	100	54.0 ± 4.48/33	100	60.0/5.78/33
Структура почвенного покрова, % площади с различными типами гумуса:				
грубогумусные	100	86 ± 4.6/20	0	—
модергрубогумусные	21	(5)	0	—
модергумусные	14	(+)	100	100
сухие грубогумусные	14	(+)	0	—

с преобладанием алюминия в составе обменной кислотности. Грубогумусный подзол исключительно беден азотом (C : N 30—35 в A₀), основаниями, фосфором. У модергумусных подзолистых почв эти показатели отражают гораздо лучшие условия минерализации и гумусообразования. Это подчеркивается и данными по составу гумуса в рассматриваемом ряду почв: если по количеству гуминовых кислот модергумусная почва (р. 144) стоит на первом месте, то фульвокислот более всего в грубогумусном подзоле (и в A₀, и во всех минеральных горизонтах). И все же, судя по данным группового состава гумуса, подстилка грубогумусных подзолов играет не менее важную роль в биологической аккумуля-

Т а б л и ц а 13

Физико-химическая характеристика лесных почв на песках разного генезиса
дренированных равнин и склонов

Число разрезов	Горизонт	рН КС1	Гидролитическая кислотность	Сумма обменных оснований	Степень насыщенности основа- ниями, %	Общее содержание, %		C : N	Характеристика подстилки
			мг · экв. на 100 г почвы			C	N		
Грубогумусные подзолистые почвы									
14	A ₀	3.2±0.08/10	66±6.1/34	23±2.4/38	27±2.3/32	35.2±1.13/12	1.14±0.073/24	32±1.9/21	4.7±0.50/35; 19±1.9/39; 28±3.4/39
	A ₁ A ₂	3.5±0.10/11	6±1.3/83	0.8±0.14/61	18±4.6/92	2.2±0.74/112	0.08±0.006/26	26±2.1/31	
	C	4.9±0.06/4	1±0.2/52	0.6±0.22/137	25±5.1/73	Не определялось			
Модергумусные подзолистые почвы									
7	A ₀	4.3±0.18/15	43±7.5/49	46±8.9/47	51±7.2/35	29.8±2.34/20	1.24±0.050/11	23±1.0/12	(2.6); 38±7.6/56; 62±10.8/38
	A ₁	4.2±0.07/5	9±1.6/51	4±1.2/82	28±7.9/79	2.2±0.35/45	0.16±0.040/70	15±1.8/33	
	C	4.9±0.18/11	2±0.4/52	4±1.8/99	58±11.5/40	Не определялось			

Состав гумуса лесных почв на песках разного генезиса дренированных
равнин и склонов, % от общего С

Горизонт	Глубина, см	Общее содержание, %		C : N	Гуминовые кислоты (сумма фракций 1, 2, 3)		Фульвокислоты				Нерастворимый остаток		$\frac{C_{гк}}{C_{фк}}$	$\frac{N_{гк}}{N_{фк}}$
		C	N		C	C : N	1a		сумма фракций 1a, 1, 2, 3		C	C : N		
							C	C : N	C	C : N				
Грубогумусный подзол														
<i>Разрез 466</i>														
A ₀	0—7	36.82	0.868	42.4	29.1	27.3	1.1	16.2	31.9	30.6	21.6*	86.7	0.93	1.02
A ₂	10—20	0.31	0.023	13.5	19.4	Не опр.	9.7	Не опр.	38.8	Не опр.	41.8	Не опр.	0.50	Не опр.
B _f	35—45	0.33	0.014	23.6	16.7	» »	45.5	» »	70.3	» »	13.0	» »	0.24	» »
BC	90—100	0.12	Не опр.	Не опр.	17.6	» »	25.0	» »	51.7	» »	30.7	» »	0.34	» »
Модергумусные подзолистые почвы														
<i>Разрез 144</i>														
A ₀	0—4	30.91	1.190	26.0	34.1	Не опр.	1.7	Не опр.	29.3	Не опр.	19.0*	Не опр.	1.16	Не опр.
A ₁	4—12	5.81	0.437	13.3	37.2	» »	3.6	» »	33.6	» »	29.2	» »	1.11	» »
AB _h	12—20	3.75	0.233	16.1	34.4	» »	16.8	» »	44.5	» »	21.1	» »	0.77	» »
B _f	40—50	1.14	0.063	18.1	14.1	» »	24.5	» »	59.6	» »	26.3	» »	0.24	» »
<i>Разрез 409</i>														
A ₀	0—3	23.23	1.092	21.3	23.5	15.0	1.3	37.5	25.9	50.2	35.1*	13.4	0.91	3.03
A ₁	5—20	0.95	0.073	13.0	17.9	9.0	3.2	13.0	16.8	7.6	67.3	19.4	1.06	0.91
A ₁ A ₂	25—30	0.42	0.014	30.0	16.7	Не опр.	4.8	Не опр.	12.0	Не опр.	71.3	Не опр.	1.40	Не опр.

* За вычетом С воскосмол.

ляции гумусовых веществ, чем у поверхностно-подзолистых почв. В ней сосредоточено большое количество гумусовых кислот, в которых содержится до 60% всего азота подстилки. Принимая во внимание резкую выщелоченность нижележащей толщи, можно считать подстилку этих почв горизонтом, где происходит полный цикл биологических процессов по разложению органического вещества опада, синтезу гумусовых соединений, их минерализации и возвращению через корневые системы в растения. В модергумусных подзолистых почвах эти процессы протекают уже не столько в подстилке, сколько в развитом гумусовом горизонте.

Растительность на грубогумусных подзолах и подзолистых почвах представлена сосняками и ельниками чернично-зеленомошными [по В. Н. Федорчуку с сотр. (1978) — сосняк брусничный] с доминированием в покрове черники, марьяника лугового, брусники, луговика извилистого, а из мхов — преимущественно *Pleurozium schreberi*. Детерминантными служат виды группы черники. Встречаются здесь и виды группы майника — преимущественно майник, седмичник, костяника. На модергумусных подзолистых почвах формируются ельники чернично-кисличные (по В. Н. Федорчуку — чернично-майниковые и кисличные) с доминированием в покрове в ельниках кислицы и майника, а в сосняках — черники, майника, костяники. В моховом ярусе преобладают также *P. schreberi*, *Hylacomium splendens* и *Dicranum* spp. Детерминантными служат перечисленные выше виды групп черники и майника, а также фиалки Ривиниуса: *Viola riviniana*, *Pyrola rotundifolia*, *Veronica officinalis*, *Carex digitata* и *Rhodobryum roseum* (Федорчук, 1978). На грубогумусных почвах сосняки к 80-летнему возрасту достигают высоты 20 м, а ельники — 18 м, на модергумусных подзолистых почвах — 22 и 20 м соответственно.

Влияние пожаров сказывается в этом типе земель гораздо слабее, чем на потенциально сухих мощных песках. Почвы с мало-мощной грубогумусной подстилкой, прикрывающей профиль гумусово-железистого подзола сосняков вересково-брусничных, встречаются здесь редко, но иногда присутствуют как компонент структуры почвенного покрова в сочетании с грубогумусными почвами. Это связано со значительно меньшей горимостью и значительно большей скоростью восстановления лесов и почв после пожаров.

На грубогумусных подзолах при восстановлении леса после рубок без пожаров происходит задержание вырубков луговиком и вейником наземным с участием орляка. Такой состав травянистой растительности не приводит к развитию «дернового» процесса: формируется мощная плотная дернина луговика — полный аналог лесного грубого гумуса, что вполне понятно, учитывая присутствие в золе этих трав до 70% кремнезема при малом количестве в зеленой массе азота (Пономарева, 1964; Родин, Базилевич, 1965).

В то же время в ельниках и сосняках чернично-кисличных на

модергумусных подзолистых почвах, происхождение которых мы связываем с прежним использованием части песчаных дренированных земель в подсечном и пашенном земледелии [что отмечается и М. В. Вайчисом (1975)], не наблюдается деградации аккумулятивной части профиля в сторону грубогумусных почв, а оподзоливание развивается ниже гумусового горизонта. Такая реакция лесных экосистем на антропогенные воздействия может быть косвенным доказательством того, что общее развитие системы растительность—почва идет здесь в направлении формирования модергумусных почв. Об этом свидетельствует также утяжеление гранулометрического состава их верхних горизонтов. В этом отношении интересна точка зрения Ф. Дюшофура (1970), изучавшего песчаные почвы Ландов атлантического побережья Франции. Он сделал вывод, что грубогумусные подзолы сосняков — это деградированные почвы, образовавшиеся в результате вырубki климаксовых лесов из дуба на модермуллевых и муллевых бурых почвах. Вряд ли описанная картина справедлива в отношении рассматриваемого типа земель тайги, но общее направление развития лесных экосистем в сторону улучшения экологических условий, вероятно, может в основных чертах совпадать.

Сосняки и ельники черничные, чернично-кисличные и «ельники брусничные на песчаных почвах» (с напочвенным покровом из черники и зеленых мхов) широко распространены в ландшафтах полесий таежной зоны, располагаясь по рельефу ниже описанных ранее сосняков брусничных (Сабуров, 1972; Орлов и др., 1974; Вайчис, 1975; Львов, Ипатов, 1976; Киреев, 1977, и др.). Широко распространены они в США и Канаде. Уайльд (Wilde, 1976) описывает для северной части штата Висконсин леса из *Pinus resinosa* и *P. strobus* со вторым ярусом из *Picea mariana* и покровом типа *Vaccinium — Gaultheria — Maianthemum* на модергумусных подзолистых почвах и *Cornus — Lycopodium* на грубогумусных подзолах со сцементированным горизонтом вымывания.

Завершая рассмотрение этого типа земель, можно заключить, что он отличается гораздо более благоприятными экологическими условиями, чем сильнодренированные земли, главным образом благодаря лучшему водному режиму. Действие пожаров не оказывает столь сильного влияния на гумусовое состояние почв. Кроме того, прежнее использование в сельском хозяйстве имеет своим результатом формирование развитого гумусово-аккумулятивного горизонта, и эти почвы могут служить природным эталоном, к которому следует стремиться при повышении продуктивности рассмотренных земель.

В этих условиях лесные экосистемы имеют большую скорость восстановления растительности и почв после различных нарушений, а сами почвы обладают сравнительно высокой буферной способностью благодаря большей физико-химической и биохимической емкости аккумулятивной части профиля, что повышает устойчивость экосистем к антропогенным воздействиям.

*Подгруппа лесных земель на супесях разного генезиса
дренированных равнин и склонов различной крутизны
с ельниками черничными и кисличными зеленомошными*

Супесчаные дренированные земли составляют «ядро» Карельского перешейка — его Центральное плато и повсеместно встречаются в камовых массивах изученного района. Ниже представлены материалы преимущественно по Карельскому перешейку. Если песчаные земли на мощных песках с глубокими грунтовыми водами и на маломощных песках с близкими грунтовыми водами представляют собой два типа земель, существенно различающихся по гидрологическому режиму и динамике почв, то на супесчаных породах, обладающих значительной влагоемкостью, такой границы провести не удастся. И по почвам, и по растительности земли на мощных супесях камовых холмов и маломощных флювиогляциальных супесях равнин представляют собой один тип дренированных земель. Диагностически мы относили к этому типу все земли с мощностью супеси более 70 см.

Почвообразующие породы представлены следующими генетическими разновидностями: моренные супеси двучленного строения карельского Центрального плато (верхние 50—100 см — слабовалунная палевая, ниже — мелковалунная хрящеватая плотная серая супесь); флювиогляциальные пылеватые супеси камовых массивов, террас и равнин; валунно-галечниковые маломощные (менее 2 м) супеси размытых озов. Гранулометрический состав этих почвообразующих пород выявляет их различия: у моренных и озовых супесей преобладают фракции среднего и мелкого песка, у флювиогляциальных — мелкого песка и крупной пыли. Породы эти заметно богаче песков: содержание кремнекислоты ниже, а остальных окислов, в том числе оснований (2.8—3.6%), фосфора (0.1—0.3%) и калия (1.3—2.6%), — определено выше (Рожнова, 1963; Пономарева, 1964; Чекалова, 1973).

Уровень залегания грунтовых вод не играет решающей роли в формировании водного режима этих типов земель. Так, на Карельском перешейке он повсеместно расположен глубже 2 м, на маломощных озовых супесях Лисинского лесхоза (в среднем за несколько сезонов) — на глубине 98 см (Давыдов, 1955).

Интересной особенностью этих земель является сочетание достаточного богатства и влагоемкости материнской породы с глубоким свободным дренажом почвы, что создает возможности для максимальной реализации потенциального плодородия породы. В силу этого обстоятельства здесь формируются почвы с выраженным гумусовым горизонтом, иногда без каких-либо признаков оподзоливания. Эти почвы хорошо изучены В. В. Пономаревой, А. М. Мясниковой (1957) и Т. А. Рожновой (1963), которые относили их к перегнойно-слабоподзолистым (северный вариант) и дерново-скрытоподзолистым (южный). Для этих почв характерны накопление органо-минеральных соединений и биогенная аккумуля-

муляция в верхней части профиля, иллювиально-метаморфический характер горизонта В. В этих почвах происходит образование минералов каолиновой и монтмориллонитовой групп (Градусов, 1960). В. В. Пономарева и А. М. Мясникова (1957) указывали на сходство этих почв с бурыми лесными.

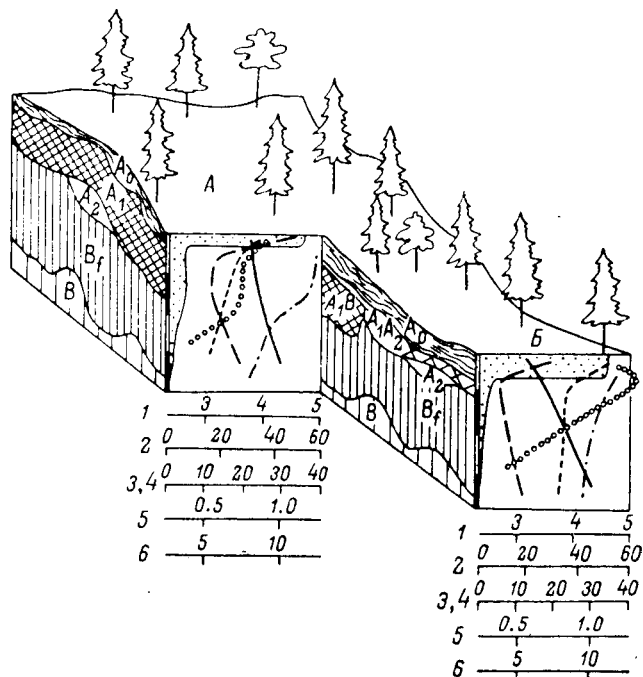


Рис. 3. Лесные почвы на супесях разного генезиса дренированных равнин и склонов (С2).

А — ельник кисличный на модергумусных подзолистых почвах; В — ельник черничный на грубогумусных подзолистых почвах. Остальные обозначения как на рис. 1.

Мы относили эти почвы в основном к грубогумусным слабо(и средне)подзолистым гумусово-железо-иллювиальным и модергумусным слабоподзолистым гумусово-железо-иллювиальным (табл. 15, 16; рис. 6). Первые имеют довольно мощную грубогумусную подстилку, ясные признаки поверхностного оподзоливания под ней (A_1A_2), довольно мощный горизонт A_1B либо AB_n , ниже которого нередко расположен сплошной подзолистый горизонт. Модергумусные почвы имеют хорошо разложившуюся подстилку, гумусовый горизонт без каких-либо признаков поверхностного оподзоливания, отдельные пятна подзолистого горизонта и яркий охристо-бурый гумусово-железо-иллювиальный горизонт. На крутых склонах карельского Центрального плато, камовых холмов и на озовых супесях формируются модермулле-

Мощность аккумулятивных и элювиальных горизонтов, см. лесных почв на супесях разного генезиса дренированных равнин и склонов в центральной части Карельского перешейка (по данным картирования лесных почв)

Горизонт	См2. Моренные супеси двучленного строения			Сф2. Флювиогляциальные сортированные супеси		С2с. Супеси покатых и крутых склонов
	грубогумусные подзолы (n = 20)	модергумусные подзолы (n = 25)	модермуллевые подзолы (n = 5)	грубогумусные подзолы (n = 12)	модергумусные подзолы (n = 14)	
A ₀	7.0 ± 0.16	4.7 ± 0.19	2.0 ± 0.01	5.3 ± 0.21	4.2 ± 0.27	3.0 ± 1.23
A ₁	—	14.7 ± 0.49 *	19.0 ± 1.29	—	14.0 ± 0.78 *	25.7 ± 2.98
A ₁ A ₂	(+)	—	—	1.1 ± 0.56	—	—
A ₁ B	12.4 ± 0.61 *	—	—	12.4 ± 1.13 *	—	—
A ₂	(+) **	(+)	(+)	(+) **	(+)	—

* Бывший пахотный горизонт, определяемый по мелким уголькам в его толще и ясному переходу в следующий горизонт.

** В 50% случаев — пятна подзолыстого горизонта, залегающего ниже A₁B.

вые почвы со слабо дифференцированным профилем буроземного типа. В целом подзолистый горизонт наиболее сильно выражен на маломощных супесях (70—150 см) в равнинных местоположениях.

Структура почвенного покрова этого типа земель определяется градиентом влажности почв. На моренных супесях дренированных равнин модергумусные почвы занимают повышенные, более дренированные участки, грубогумусные — выровненные, менее дренированные, со следами сезонного оглеения на контакте безвалунной и валунной супеси. На флювиогляциальных супесях грубогумусные почвы занимают вершины камов, имея профиль, весьма близкий к таковому поверхностно-подзолистых почв. С другой стороны, грубогумусные подзолистые почвы формируются в краевой зоне на переходе к недостаточно дренированным землям. Модергумусные почвы занимают все склоновые местоположения (рис. 6).

Если в отношении песчаных почв дренированных земель оставалось некоторое сомнение в прежнем использовании их в сельском хозяйстве, то в отношении земель равнин и террас как на моренных, так и на флювиогляциальных супесях об этом можно говорить с большей уверенностью, основываясь на ясных признаках окультуривания в самих почвах (на моренных супесях — и модергумусных, и грубогумусных) и на наличии таких признаков на их поверхности, как уборка камней, заметные межи и канавы. Все эти признаки в наибольшей степени характерны для супесей

Морфометрические признаки лесных почв на супесях разного генезиса
дренированных равнин и склонов

Показатели	Грубогумусные подзо- листые гумусово-железо- иллювиальные (n = 13)		Модергрубогумусные подзолистые гумусово- железо-иллювиальные (n = 5)		Модергумусные подзолистые гумусово-железо-иллю- виальные (n = 6)	
Уклон, градусы	—	4.3±0.80/67	—	7.7±2.92/66	—	3.8±1.02/65
Мощность, см:						
A ₀	100	6.0±0.30/18	100	4.1±0.43/21	100	2.8±0.31/28
A ₁	23	(1.4)	25	(+)	100	12.0±0.52/11
A ₁ A ₂	57	3.6±0.96/100	50	3.9±2.30/118	0	—
A ₂	7	(+)	25	(+)	17	(+)
B ₁	100	28.4±2.67/34	25	(+)	100	24.3±4.74/48
AB _n	25	(+)	75	8.4±2.93/70	17	(+)
общая гор. В	100	38.8±4.50/42	100	35.8±3.00/17	100	45.0±11.43/62
Структура почвенного покрова, % пло- щади с различными типами гумуса:						
грубогумусные	100	95±2.7/10	—	—	17	(5)
модергрубогумусные	8	(+)	100	100	0	—
модергумусные	0	—	0	—	100	80±9.3/28
модермуллевые	0	—	0	—	33	15±9.0/130
сухие грубогумусные	8	(+)	0	—	0	—
влажные грубогумусные	15	(+)	0	—	0	—

Карельского перешейка. На следы прежнего окультуривания этих почв указывает и Т. А. Рожнова (1963, 1973).

Аналитические материалы по почвам рассматриваемого типа земель (табл. 17, 18) позволяют заключить, что по своим кислотнo-основным свойствам (реакция среды, гидролитическая кислотность, обменные основания, степень насыщенности) они расположены в одном ряду с описанными выше песчаными почвами, т. е. кислы и сильно выщелочены, хотя различия в кислотности и насыщенности основаниями у грубогумусных и модергумусных почв существенны и значимы. Так же как и у песчаных почв, здесь прослеживается утяжеление гранулометрического состава (в A_1 нередко до легкого суглинка): у модергумусных почв содержание физической глины в горизонте С составляет $12.3 \pm 2.73\%$, а в A_1 $21.9 \pm 2.16\%$. Грубогумусные и модергумусные почвы заметно отличаются друг от друга по своему органическому веществу, главным образом по содержанию азота в гумусе и органическом веществе подстилки — значениям N и C : N. Самыми интересными являются данные по составу гумуса (табл. 18). Грубогумусная почва в аккумулятивной части оказалась относительно гораздо богаче гуминовыми кислотами, чем модергумусная. В то же время количество гуминовых кислот в первой почве высоко только в A_0 и примыкающем к ней A_1A_2 , резко падая с глубиной, тогда как во втором случае эта величина по профилю снижается очень плавно.

На грубогумусных подзолистых почвах формируются ельники и сосняки чернично-зеленомошные с преобладанием в травяно-кустарничковом ярусе черники, брусники, марьяника лугового, луговика извилистого, реже майника и орляка. В моховом ярусе преобладают *Pleurozium schreberi* и *Dicranum* spp. Детерминантными служат виды групп черники и майника (Федорчук, 1976).

На модергумусных и модергрубогумусных подзолистых почвах обычны ельники, сосняки и смешанные хвойно-лиственные древостой чернично-кисличного и кисличного типов, в травяно-кустарничковом ярусе которых кроме перечисленных выше видов довольно обильны кислица и костяника. Детерминантными тут можно назвать виды групп черники, майника и фиалки Ривиниуса (Федорчук, 1976, 1978), перечисленные выше. На модермуллевых неоподзоленных почвах формируются ельники дубравнотравные, в которых помимо указанных встречаются виды групп звездчатки (*Stellaria holostea*, *Aegopodium podagraria* и др.) и медуницы (*Pulmonaria obscura*, *Orobus vernus*, *Milium effusum*, *Daphne mezereum* и др.) (Федорчук, 1976). Лесные сообщества, формирующиеся на флювиогляциальных пылеватых супесях, характеризуются большим богатством растительности в связи с преобладанием модергумусных и модермуллевых почв.

По своей производительности эти почвы близки к почвам дренированных песчаных земель: на грубогумусных подзолистых поч-

Физико-химическая характеристика лесных почв на сунсях разного генезиса
дренированных равнин и склонов

Число разрезов	Гори- зонт	рНКС1	Гидролити- ческая кислотность	Сумма обменных оснований	Степень насыщен- ности осно- ваниями, %	Общее содержание, %		C : N	Характеристика подстилки
			мг-экв. на 100 г почвы			C	N		
Грубогумусные подзолистые почвы									
13	A ₀	3.3±0.12/12	48±6.4/48	15±0.5/12	26±2.4/32	33.6±1.98/20	1.03±0.71/24	33±1.8/19	6.4±0.68/37; 17±2.7/55; 16±1.6/35
	A ₁ A ₂	3.5±0.11/12	8±0.1/4	1±0.1/41	9±1.1/43	3.6±0.52/49	0.16±0.033/61	24±1.4/22	
	C	4.9±0.16/12	2±0.2/51	0.5±0.13/94	24±4.4/66				
Модергрубогумусные подзолистые почвы									
5	A ₀	3.4±0.17/12	59±9.4/35	24±2.3/21	30±5.4/40	36.4±3.32/20	1.36±0.125/20	27±1.6/14	4.2±0.52/21; 15±2.2/33; 32±1.9/13
	A ₁ A ₂	3.8±0.14/8	12±2.5/45	1.6±0.19/26	12±1.3/24	4.5±1.10/53	0.25±0.066/59	19±2.1/25	
	C	4.6±0.18/9	2±0.5/60	0.5±0.10/45	24±6.1/57				
Модергумусные подзолистые почвы									
6	A ₀	3.8±0.20/17	39±4.7/38	29±3.0/33	45±5.6/35	34.8±2.20/21	1.47±0.126/28	24±1.2/16	3.3±0.52/39; 25±2.0/25; 41±5.7/44
	A ₁	3.8±0.16/14	12±1.0/28	3±0.8/91	19±7.0/103	3.7±0.62/53	0.24±0.046/57	17±1.2/21	
	C	4.7±0.19/13	2±0.6/66	1.6±0.49/81	40±9.9/61				

Состав гумуса лесных почв на супесях разного генезиса древированных равнин и склонов, % от общего С

Горизонт	Глубина, см	Общее содержание, %		С : N	Гуминовые кислоты (сумма фракций 1, 2, 3)		Фульвокислоты				Нерастворимый остаток		$\frac{C_{гк}}{C_{фк}}$	$\frac{N_{гк}}{N_{фк}}$
		С	N		С	С : N	1а		сумма фракций 1а, 1, 2, 3		С	С : N		
							С	С : N	С	С : N				

Грубогумусная подзолистая почва

Разрез 235

A ₀	0—7	40.55	1.330	30.5	33.1	Не опр.	0.8	Не опр.	25.9	Не опр.	17.5*	Не опр.	1.28	Не опр.
A ₁ A ₂	8—12	2.18	0.067	32.5	30.7	» »	2.3	» »	20.2	» »	49.1	» »	1.52	» »
B _b	12—20	1.90	0.061	31.1	18.9	» »	11.6	» »	26.3	» »	54.8	» »	0.72	» »
B _t	40—50	0.89	0.042	21.2	6.8	» »	13.5	» »	66.3	» »	26.9	» »	0.10	» »

Модергумусная подзолистая почва

Разрез 706

A ^c	0—5	37.46	1.648	22.7	31.3	19.2	0.6	8.0	36.2	24.4	18.7*	14.4	0.86	1.09
A ₁	10—20	2.40	0.208	11.5	29.6	13.7	13.7	41.2	53.3	19.4	17.1	4.6	0.71	0.79
B	35—45	0.39	0.040	9.0	20.5	Не опр.	20.5	Не опр.	71.7	Не опр.	7.8	Не опр.	0.29	Не опр.

вах, несмотря на более высокую гумусированность и меньшую оподзоленность, сосняки к 80 годам достигают высоты 21 м, а ельники — 18 м. На модергумусных почвах высота сосняков в этом же возрасте составляет 22 м, а ельников — 21 м. Высота ельников на модермуллевых почвах достигает 26—28 м (Чертов, Дыренок, 1971).

Леса на этих землях безусловно подвергаются воздействию лесных пожаров, экологические последствия которых здесь невелики благодаря выраженной гумусированности почв. После рубок во вторичных березняках на месте модергумусных почв могут образовываться модермуллевые, обладающие заметно меньшей кислотностью при большем богатстве гумуса азотом. По-видимому, общее развитие лесных экосистем в рассматриваемых типах супесчаных земель, так же как и на дренированных песках, идет в сторону модергумусных, а возможно, и модермуллевых почв. Такие почвы с буроземным обликом мы встречали не только по крутым склонам, но и на пологих местоположениях размытых озов под ельниками-осинниками дубравнотравпыми, описанными И. В. Тюриным и В. В. Пономаревой (1940).

Лесные земли на дренированных супесях широко распространены в Карелии с пятнисто-подзолистыми почвами на валунной супесчаной морене под ельниками черничными (Раменская, 1965; Казимиров, Морозова, 1973) и на Валдае с неоподзоленными почвами (модергумусными и модермуллевыми) на флювиогляциальных супесях под ельниками кисличными (Ватковский с сотр., 1974).

Встречаются они и в северной тайге европейской части СССР, где преимущественно формируются грубогумусные подзолистые почвы и подзолы под ельниками и сосняками черничными (Сабуров, 1972; Львов, Ипатов, 1976; Основные типы. . ., 1977). В Зауралье и Западной Сибири на этих землях преобладают главным образом сосняки бруснично-черничные (Колесников с сотр., 1974) и бруснично-зеленомошные березово-кедровые леса (Южная тайга Прииртышья, 1975).

Все изложенное позволяет заключить, что эти лесные земли имеют довольно сложную внутреннюю структуру в отношении гумусового состояния, связанную с некоторой неоднородностью гидрологического режима и динамикой растительности. В то же время лесные экосистемы обладают здесь довольно высокой устойчивостью по отношению к нарушающим антропогенным воздействиям и большой скоростью восстановления почв и растительности: мы очень редко встречали здесь деградированные почвы горельников. Значительная гумусированность верхних горизонтов почвы при повышенной емкости обмена определяет значительную буферность лесных почв этих земель по отношению к промышленным загрязнениям.

Подгруппа лесных земель на двучленных наносах дренированных равнин и склонов различной крутизны с ельниками черничными и кисличными зеленомошными

Рассматриваемые типы земель широко распространены в области валдайского оледенения: в пределах моренной равнины и северных отрогов Валдайской гряды — по вершинам и склонам моренных холмов; например, в Сиверском лесхозе они занимают 36% всей территории.

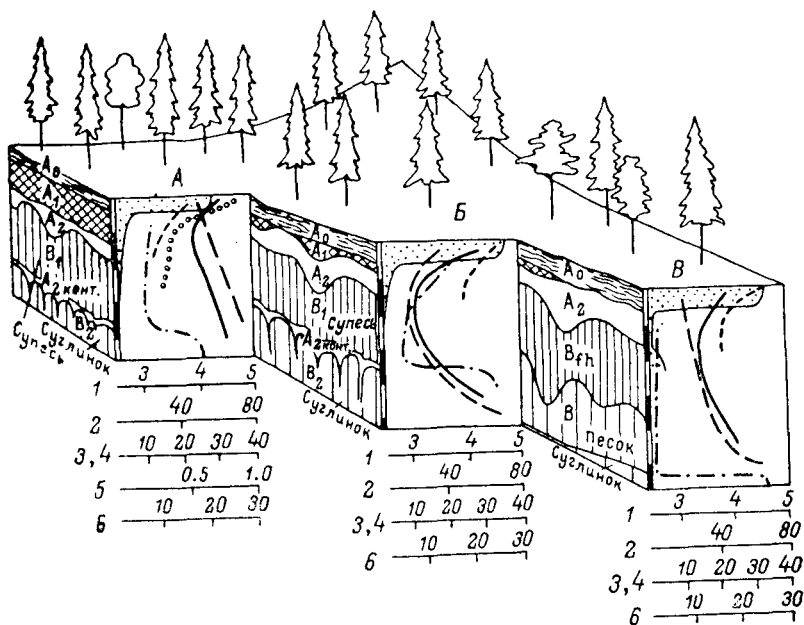


Рис. 7. Лесные почвы на двучленных наносах дренированных равнин и склонов (Д2).

А — ельник кисличный на модергумусных подзолистых контактно-глеяватых почвах; В — ельник чернично-зеленомошный на грубогумусных подзолистых контактно-глеяватых почвах; В — ельник и сосняк чернично-зеленомошный на грубогумусных подзолах гумусово-железо-иллювиальных. Остальные обозначения как на рис. 1.

Двучленные наносы представляют собой породы супесчаного или песчаного состава малой мощности (30—70 см), залегающие на суглинках, служащих первым от поверхности водоупорным горизонтом. Обычно встречаются две генетические разновидности этих пород (рис. 7; табл. 19). Первая — это сортированный песок или супесь мощностью 50—70 см на моренном или покровном (нередко ленточном) суглинке или глине. Происхождение этих пород обычно не вызывает сомнений — это озерно-ледниковые отложения. Вторая, более широко распространенная разновидность — это валунная супесь (30—50 см) на моренном, как пра-

Морфометрические признаки лесных почв на дву

Показатели	Дп2. Песок на суглинке		Дс2.		
	грубогумусные подзолы гумусово- железо-иллювиаль- ные (n = 7)	модергумус- ные подзо- листые гуму- сово-железо- иллювиаль- ные (n = 2)	грубогумусные подзолы (n = 5)		
Уклон, градусы	—	2.4 ± 0.84/93	(1.2)	—	2.2 ± 0.46/86
Мощность, см:					
песка и супеси	—	60.0 ± 6.30/28	(69)	—	36.0 ± 4.05/46
A ₀	100	6.6 ± 0.29/12	(4.5)	100	6.5 ± 0.32/20
A ₁	20	(+)	(10.5)		(+)
A ₂	100	10.4 ± 0.71/18	(+)	80	6.2 ± 1.01/69
V _{гн}	100	18.3 ± 1.89/27	(26)	40	(+)
V ₁	—	—	—	100	20.4 ± 1.88/28
общая гор. В	100	33.9 ± 5.96/46	(75)	100	33.6 ± 4.28/54
Наличие контактного осветленного горизонта	—	+	+	—	+
Структура почвенного по- крова, % площади с различ- ными типами гумуса:					
грубогумусные	100	97 ± 2.9/8	(6)	100	88 ± 4.0/20
модергрубогумусные	0	—	(+)	15	(3)
модергумусные	0	—	(88)	20	(6)
модермуллевые	0	—	—	0	—
муллевые	0	—	—	0	—
влажные грубогумус- ные	14	(3)	—	20	(+)
сухие грубогумусные	14	(+)	—	0	—

вило, бескарбонатном или сильновыщелоченном суглинке. Если для первой разновидности характерен резкий переход по горизонтали от легкого к тяжелому члену породы, то для второй разновидности обычным является языковатый переход от супеси к суглинку.

В настоящее время признается геологическое происхождение этой породы (Кондратьева, 1972; Апарин, Рубилин, 1975; Кашанский, 1975), но, по-видимому, современные процессы почвообразования — обезыливание почвы в связи с подзолообразованием и поверхностным оглеением — усиливают контрастность между верхним и нижним членами этой породы, примером чему служит разрез 4 (табл. 21), где весь супесчаный нанос сильно оподзолен. Данные по гранулометрическому составу этих пород свидетельствуют о большом разнообразии обеих разновидностей двучленных наносов. В первой заметно различается сортировка материала легкой части, во второй выражено варьирование гранулометрического состава от песка до легкого суглинка (Кощеев, 1955; Апа-

двучленных наносах дренированных равнин и склонов

Супесь на суглинке

модергрубогумусные подзолистые (n = 14)		модергумусные подзолистые (n = 14)		модермудлые подзо- листые (n = 4)	
—	3.4±0.78/86	—	3.3±0.91/103	—	1.9±0.71/75
—	35.7±2.64/26	—	39.6±3.32/31	—	35.2±3.85/21
100	5.4±0.25/18	100	3.5±0.18/19	100	1.6±0.12/16
100	6.9±0.89/49	100	10.4±1.02/37	100	13.9±1.04/15
32	(+)	64	3.4±1.14/125	50	8.0±4.56/115
14	(+)	14	(+)	25	(+)
100	20.0±2.91/50	100	21.6±2.22/38	100	16.8±0.46/5
100	27.5±4.52/60	100	24.9±2.65/38	100	19.2±2.97/31
—	+	—	+	—	+
36	(10)	21	(6)	0	—
100	76±7.6/29	7	(+)	0	—
21	(6)	100	89±3.8/16	75	22±8.5/78
0	—	21	(6)	100	72±4.8/12
0	—	0	—	25	(6)
7	(+)	0	—	0	—
0	—	0	—	0	—

рин, Рубилин, 1975). Валовой состав двучленных наносов отражает их строение: в верхней части содержится гораздо меньше полуторных окислов и, что не менее важно, оснований, калия и фосфора, тогда как нижняя часть породы характеризуется повышенными ресурсами элементов-органогенов (Бутузова, 1960, 1973; Пономарева, 1964; Чекалова, 1973).

Главной отличительной особенностью гидрологического режима дренированных земель на двучленных наносах является присутствие поверхностного горизонта почвенно-грунтовых вод (верховодки) в апреле—мае и сентябре—ноябре, который экранирует расположенный ниже суглинок. По многолетним данным, в мае уровень верховодки держится на глубине 24—29 см, опускаясь до 47—64 см в июне, т. е. практически пропадая (Давыдов, 1955; Пфальц, 1965; Орлов с сотр., 1974). Это обстоятельство, являющееся главной причиной образования контактного осветленного горизонта — в последней трактовке Б. Ф. Апарина и Е. В. Рубилина (1975) контактно-элювиального, — имеет важное экологи-

ческое значение, поскольку в период интенсивного роста леса нижний, потенциально более богатый горизонт наноса оказывается блокированным. К востоку от Ленинградской обл. выраженность контактного осветления ослабевает (Жирова, 1976).

Морфологический облик почв на двучленных наносах (рис. 7; табл. 19) и их таксономическое положение определяются указанными выше различиями этой породы. На песчаных наносах формируется типичный профиль гумусово-железо-иллювиального подзола, полностью идентичный таковому на дренированных песках. На более мелких супесчаных наносах, подстилаемых моренным суглинком, мы встречаем профиль типа $A_0 - (A_1) - A_2 - (B_1) - A'_2 (A'_2B) - B_2 - C$. На Вепсовской возвышенности, как и в Сиверском лесхозе, у грубогумусных почв гумусовый горизонт часто отсутствует, в остальных почвах он выражен хорошо. В модергумусных и модермуллевых почвах во всех изученных районах мы встречали мелкие угольки в толще гумусового горизонта. По определениям в Сиверском лесхозе количество их достигает 30 г на 1 кг почвы. Кроме того, на поверхности присутствуют следы уборки камней. Признаки давнего окультуривания обнаружены Б. Ф. Апариним и Е. В. Рубилиным (1975) на этих землях и в южной Карелии. Подзолистый горизонт слоеватой структуры отчетливо выражен во всех почвах. Горизонт B_1 , как правило, палевого цвета, с мелкими орштейновыми зёрнами. В работе Б. Ф. Апарина и Е. В. Рубилина (1975) генезис этого горизонта не обсуждается. В то же время резкая выщелоченность верхнего кроющего наноса и наблюдавшееся нами при картировании явление перехода палевого B_1 в обесцвеченный белесый A_2 наводит на мысль о том, что это, возможно, второй палевый подзолистый либо лессивированный горизонт.

Интересным является то обстоятельство, что на вершинах и верхней трети склонов моренных холмов на двучленных наносах изредка встречается типичный профиль поверхностно-подзолистой почвы песчаных местообитаний, тогда как максимальная выраженность подзолистого горизонта отмечается на выровненных поверхностях.

Структура почвенного покрова в этом типе земель зависит от рассмотренных особенностей и, кроме того, здесь приобретает значение микрорельеф поверхности: среди грубогумусных и модергумусных почв в ряде случаев встречаются влажные грубогумусные почвы микропонижений (табл. 19).

Данные анализов по этим почвам (табл. 20, 21) свидетельствуют о такой же, как и на других бескарбонатных породах, выщелоченности почв: сильноокислая реакция, большие величины гидролитической кислотности, малое количество обменных оснований и слабая насыщенность ими. Все признаки заметно меняют свои значения при переходе от легкого к тяжелому члену наноса. Наиболее существенны различия в аккумулятивной части рассматриваемых почв: от грубогумусных к модермуллевым почвам закономерно

Физико-химическая характеристика лесных контактно осветленных почв
на двучленных наносах дренированных равнин и склонов

Т а б л и ц а 20

Число разрезов	Гори- зонт	рН КCl	Гидролити- ческая ки- слотность	Сумма обменных оснований	Степень насыщен- ности осно- ваниями, %	Общее содержание		C : N	Характеристика подстилки
			мг · экв. на 100 г почвы			C	N		
Грубогумусные подзолы (песчаные на суглинке)									
7	A ₀	3.9±0.44/25	57±13.7/34	18±3.5/34	23±5.3/40	35.3±4.73/30	1.20±0.026/5	29±3.8/29	4.5±0.15/6; 27±2.8/22; 23±4.3/32
	A ₂	3.7±0.21/12	6±0.9/32	2±0.5/51	24±4.5/41	1.8±0.75/83	0.08±0.034/86	22±3.8/35	
	C	4.7±0.16/8	2±0.7/66	10±2.4/54	71±16.3/51				
Грубогумусные подзолы (супесчаные на суглинке)									
17	A ₀	3.0±0.20/12	43±3.3/17	20±1.4/15	33±2.3/16	37.2±2.96/18	1.10±0.131/26	35±3.7/24	4.5±0.36/18; 15±3.6/56; 21±1.2/13
	A ₂	3.3±0.12/8	6±2.2/78	2±1.0/113	22±8.9/91	2.7±1.57/130	0.12±0.070/117	26±2.4/21	
	C	3.7±0.23/14	4±0.7/47	8±1.8/53	66±7.2/24				
Модергрубогумусные подзолистые (супесчаные на суглинке) почвы									
5	A ₀	4.3±0.32/17	38±8.8/52	40±8.3/47	51±7.9/35	30.7±3.49/25	1.12±0.056/11	27±2.6/21	3.4±0.51/15; 27±6.6/55; 45±10.9/55
	A ₁	4.0±0.30/16	10±2.1/45	5±3.1/142	24±8.3/78	3.5±1.50/96	0.19±0.076/89	17±1.7/22	
	C	4.3±0.23/12	2±0.3/38	9±2.2/56	75±5.8/17				
Модергумусные подзолистые (супесчаные на суглинке) почвы									
10	A ₂	4.3±0.40/25	52±5.0/25	47±5.1/29	47±3.7/21	28.8±1.90/20	1.27±0.072/20	23±1.4/15	1.8±0.13/15; 35±2.5/19; 55±5.8/26
	A ₁	3.9±0.13/9	9±1.9/58	6±1.3/60	49±10.5/57	3.5±0.50/48	0.19±0.019/33	17±2.0/33	
	C	4.4±0.14/8	2±0.2/29	20±2.8/34	88±1.8/5				
Модермуллевые подзолистые (супесчаные на суглинке) почвы									
4	A ₀	5.2±0.14/5	26±2.8/22	65±2.1/6	72±2.0/6	23.0±4.42/38	1.10±0.238/43	21±1.6/15	2.0±0.59/49; 49±4.6/18; 70±12.8/36
	A ₁	4.0±0.12/6	8±1.7/42	9±2.3/51	53±10.5/39	3.2±0.52/33	0.23±0.007/6	14±1.8/26	
	C	4.0±0.23/12	2±0.5/47	11±3.2/58	76±12.4/33				

Состав гумуса лесных почв на двухлетних наносах дренированных равнин
и склонов, % от общего С

Горизонт	Глубина, см	Общее содержание, %		C : N	Гуминовые кислоты (сумма фракций 1, 2)		Фульвокислоты				Нерастворимый остаток		$\frac{C_{гк}}{C_{фк}}$	$\frac{N_{гк}}{N_{фк}}$
							1а		сумма фракций 1а, 1, 2					
		C	N		C	C : N	C	C : N	C	C : N	C	C : N		
Модергумусная слабоподзолистая супесчаная почва														
<i>Разрез 531</i>														
A ₀	0—2	39.08	1.587	24.6	12.0	22.4	1.5	8.4	12.8	20.0	66.5	23.1	0.9	0.8
A ₁	2—20	1.84	0.231	8.0	18.3	13.1	14.5	18.0	29.6	7.9	52.1	7.0	0.6	0.4
A ₂	20—25	0.44	0.053	8.4	14.0	Не опр.	23.6	Не опр.	34.7	Не опр.	51.3	Не опр.	0.4	Не опр.
Модермуллевая сильноподзолистая супесчаная почва														
<i>Разрез 4</i>														
A ₀	0—2	43.48	1.314	33.0	7.4	27.6	2.4	33.1	9.8	24.0	71.8	30.6	0.75	0.66
A ₁	2—16	3.70	0.255	14.5	24.1	9.5	4.3	26.7	24.8	20.0	51.1	16.4	0.97	2.04
A ₂	20—30	0.75	0.026	28.9	9.3	Не опр.	14.7	Не опр.	26.7	Не опр.	64.0	Не опр.	0.35	Не опр.
A ₂ B	45—55	0.20	0.009	22.2	15.0	» »	30.0	» »	55.0	» »	30.0	» »	0.27	» »
B	70—80	0.12	0.006	20.0	16.7	» »	25.0	» » »	58.3	» »	25.0	» »	0.29	» »

снижается содержание углерода A_0 (от 37 до 23%) и величины $C : N$ (от 35 до 21), повышается количество азота в аккумулятивных горизонтах, зольность A_0 , уменьшаются ее запасы. В этом же направлении понижается количество фосфора в A_0 и увеличивается в A_1 . Материалы по составу гумуса модергумусной и модермуллевой почвы (табл. 21) подчеркивают их особенности: величина $C_{гк} : C_{фк}$ несколько увеличивается от модергумусной к модермуллевой, хотя в последней меньше растворимых гумусовых веществ. В распределении азота по фракциям органического вещества выявляются интересные детали: в обеих почвах от 60 до 75% общего азота как в A_0 , так и в A_1 содержится в нерастворимом остатке. Кроме того, в почве разреза 4 до 40% азота концентрируется в гуминовых кислотах. Эти обстоятельства свидетельствуют в пользу стабильности процессов гумусообразования в этих почвах, связанной не только с влиянием бывшего когда-то окультуривания, но и с биогеоценотической работой существующих лесных сообществ.

Таким образом, в этом типе земель при исходной бедности почв мы встречаемся с положительным стабилизированным последствием использования их в сельском хозяйстве.

На этих землях на грубогумусных подзолистых почвах и подзолах как песчаных, так и супесчаных формируются ельники и сосняки чернично-зеленомошные, идентичные по составу растительности нижних ярусов описанным выше черничным типам на дренированных песках и супесях. Это, по-видимому, связано с экранированием верховодкой подстилающего суглинка. В то же время на модергумусных почвах здесь описаны ельники, березняки и осинники кисличные, флористически близкие описанным выше лесам на дренированных супесях.

Тем не менее производительность древостоев этих типов леса оказывается более высокой, чем на песках и супесях: на грубогумусных почвах сосняки в возрасте 80 лет имеют высоту 22 м, а ельники — 21 м (как на модергумусных почвах супесчаных земель). На модергумусных почвах сосняки и ельники достигают в этом возрасте 25 м высоты, а на реже встречаемых модермуллевых почвах ельники кисличные имеют высоту до 28 м. Таким образом, близкое подстилание суглинком отражается на производительности леса в большей степени, чем на составе растительности нижних ярусов.

Влияние пожаров сказывается здесь незначительно: послепожарные сосняки бруснично-зеленомошные на почвах с маломощным грубым гумусом встречаются довольно редко. После рубок при смене пород во вторичных березняках на месте грубогумусных образуются модергрубогумусные почвы с небольшим гумусовым горизонтом.

Говоря об общем направлении развития лесных экосистем в данном типе земель, подчеркнем следующее: в верхней части профиля в легком наносе отмечается утяжеление гранулометриче-

ского состава (по нашим данным, на 2—6% содержания физической глины), тогда как на контакте легкого и тяжелого наноса идет обезыливание, направленное на увеличение мощности облегченного чехла (Апарин, Рубилин, 1975). В совокупности эти два процесса могут изменить водный режим почв и лесных экосистем: стабилизировать его в засушливые годы за счет утяжеления в A_1 и во влажные — за счет некоторого улучшения дренажа и снижения уровня верховодки в более мощной толще легкого члена наноса. В совокупности это может способствовать улучшению условий гумусообразования и минерализации опада и сдвигу грубогумусных почв в сторону модергумусных. Об этом же свидетельствует и тот факт, что прошедшие ранее стадию окультуривания модергумусные почвы в настоящее время не содержат никаких признаков деградации аккумулятивной части.

Лесные земли на двучленных породах распространены и в других частях таежной зоны: они обычны в южной Карелии (Казимиров, Морозова, 1973; Апарин, Рубилин, 1975), где также формируются ельники черничные на грубогумусных почвах. В северных и восточных районах европейской территории страны, в Зауралье и Сибири на этих землях встречаются преимущественно сосняки чернично-зеленомошные, вейниково-черничные, кустарничково-зеленомошные (Орфанитский, 1963; Крауклис, 1969; Сабуров, 1972; Санников, 1974; Львов, Ипатов, 1976; Основные типы. . ., 1977; Киреев, 1977). По-видимому, в более континентальных условиях экологическое влияние лесных пожаров оказывается на этих землях более сильным.

В целом дренированные двучленные наносы по своему экологическому потенциалу и реакции на антропогенные воздействия оказываются близкими описанным выше песчаным и супесчаным землям. Однако подстилание более богатым суглинком, который служит водупором, накладывает определенный отпечаток на лесную растительность и почвы.

Лесные земли на суглинках моренных бескарбонатных дренированных равнин и пологих склонов с ельниками черничными и чернично-кисличными зеленомошными

Эти земли повсеместно и широко распространены в пределах изученной территории, они типичны на моренной равнине и в холмисто-моренном ландшафте северных отрогов Валдайской гряды.

Преобладающее распространение в изученных нами районах имеет красно-бурая перемещенная суглинистая морена, в образовании которой принимают участие как принесенный ледником материал, так и породы дочетвертичного фундамента. К югу от Ордовикского плато морена образована за счет красноцветных девонских песчаников и глин с участием ордовикских известняков. С поверхности она имеет легкий и средний гранулометрический

состав и сильно выщелочена. Среди сплошного плаща этой морены встречаются отдельные пятна красноцветной опесчаненной легкой и среднесуглинистой бескарбонатной локальной морены, состоящей исключительно из материала девонских пород (Благовидов, 1937). Как в пределах моренной равнины, так и в холмисто-моренном ландшафте толща моренных суглинков имеет общие черты строения с рассмотренным выше вторым вариантом двучленных наносов: верхняя часть облегчена до легкого или среднего суглинка, нижняя — тяжелее (на 10—15% по содержанию физической глины). Характерен языковатый переход от более легкой к тяжелой части и несколько меньшая мощность облегченного чехла. Поэтому большинство почвоведов без сомнения относят такую дифференциацию за счет процессов почвообразования (Роде, 1937; Благовидов, 1939; Почвы Ленинградской области, 1973). Кроме морены двучленного строения встречаются недифференцированные породы различного гранулометрического состава, как легкие (например, локальная девонская морена), так и тяжелые. Гранулометрический состав указывает на слабую сортированность суглинистой морены: в ней отмечается значительное количество песка и крупной пыли при содержании физической глины от 25 до 50%. По своему валовому химическому составу моренные суглинки отличаются от двучленных наносов и супесей главным образом по количеству калия (до 3.5%) и в меньшей степени кальция и магния (Роде, 1939; Чекалова, 1973).

Условия дренажа в этом типе лесных земель определяются выраженностью уклона поверхности, поскольку суглинистая порода при неоднородности ее строения не обеспечивает полного сброса влаги по вертикали. Так же как и на двучленных наносах, весной и осенью в профиле почв присутствует верховодка. По многолетним наблюдениям лесоводов (Давыдов, 1955; Антонов, 1964; Пфальц, 1965), в мае она держится на уровне 20—50 см, поднимаясь до 15 см на вырубках. Запасы влаги в 18-сантиметровом слое почвы в среднем за сезон составляют 61—68 мм (Антонов, 1964). Во всех случаях лучшие условия дренажа характерны для более легких почв и для склоновых местоположений, и по дренированности этот тип земель может быть разделен на два варианта: с лучшим и худшим дренажом.

На моренных бескарбонатных суглинках в варианте с худшим дренажом формируются грубогумусные сильноподзолистые почвы, в лучших условиях — модергрубогумусные и модергумусные разной подзолистости, под листовыми древостоями — модермуллевые и реже муллевые подзолистые почвы (рис. 8). Степень подзолистости увеличивается на равнинных местоположениях, заметно снижаясь на склонах.

При изучении этих почв основное внимание уделялось механизму профильной дифференциации, который обсуждается почвоведом до сих пор. Однако сам факт обезыливания элювиальных горизонтов этих почв ни у кого не вызывает сомнения (Роде, 1939;

Пономарева, 1964), хотя ряд исследователей относят эти почвы к псевдоподзолистым (Зонн, 1966; Рейнтам, 1973; Вайчис, 1975; Хантулев с сотр., 1976).

В формировании структуры почвенного покрова определенную роль играет микрорельеф: в его понижениях в первом варианте по дренированности были описаны влажные грубогумусные под-

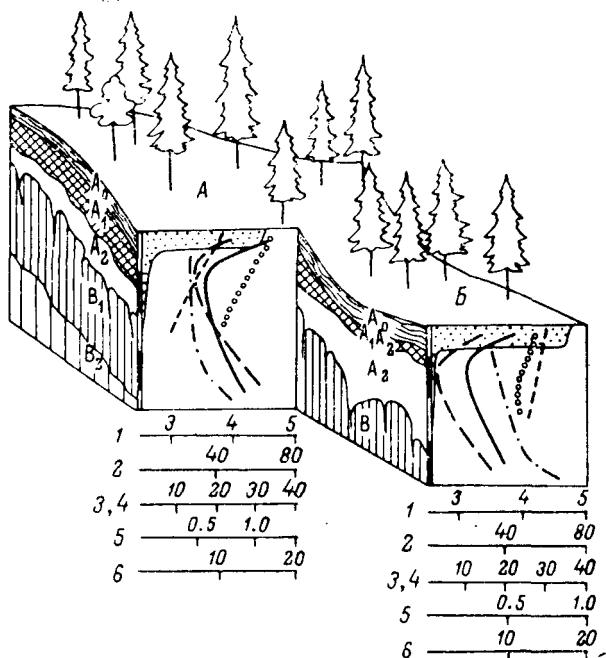


Рис. 8. Лесные почвы на суглинках моренных бескарбонатных дренированных равнин и пологих склонов (Гм2).

А — ельник чернично-кисличный зеленомошный на модергумусных подзолистых почвах; Б — ельник черничный на грубогумусных подзолистых почвах. Остальные обозначения как на рис. 1.

золисто-глееватые почвы, во втором — грубогумусные сильноподзолистые. На Вепсовской возвышенности и на крайнем северо-востоке Ленинградской обл. по границе с Карелией довольно часто встречаются грубогумусные суглинистые подзолы, которые О. В. Бутузова (1973) определяет как типично сильноподзолистые почвы.

Морфологический облик подзолистых суглинистых почв (рис. 8) несколько сходен с таковым почв на супесчаных двучленных наносах: под подстилкой различной степени разложения (в зависимости от типов гумуса) расположен гумусовый горизонт либо слоегато-комковатый (A_1A_2 грубогумусных почв), либо хо-

рошо выраженной зернисто-комковатой структуры. Следов окультуривания в этом горизонте очень мало, здесь мы встречаем эти признаки далеко не во всех изученных профилях. Это связано, по-видимому, с тем, что освоенные дренированные суглинистые земли, как правило, не забрасывались в залежь, составляя постоянный фонд сельскохозяйственных земель. Образование гумусового горизонта модермуллевых и муллевых почв безусловно связано с прежним окультуриванием: он значительно мощнее A_1 модергумусных почв, приближаясь к величине 13—15 см (табл. 22, 23),

Т а б л и ц а 22

Мощность аккумулятивных горизонтов, см, лесных почв на моренных бескарбонатных суглинках различных частей Ленинградской обл. (по данным картирования лесных почв)

Лесхозы	Почвы	Число наблюдений	A_0	$A_1 (A_1 A_2)$
Вознесенский	Грубогумусные сильно-подзолистые	32	4.9 ± 0.78	4.2 ± 2.11
	Модергумусные сильно-подзолистые	8	2.9 ± 0.86	9.3 ± 2.07
Волховский	Модергумусные средне- и слабоподзолистые	12	3.0 ± 1.12	11.2 ± 3.47
	Модермуллевые средне- и слабоподзолистые	9	2.0 ± 0.94	15.0 ± 2.29
Осьминский и Сланцевский	Грубогумусные средне- и сильноподзолистые	23	5.1 ± 1.15	6.3 ± 2.00
	Модергумусные средне- и слабоподзолистые	34	3.4 ± 0.69	9.6 ± 1.14
	Муллевые слабо- и среднеподзолистые	14	1.0 ± 0.86	13.3 ± 3.95

характерной для бывших окультуренных почв рассмотренных выше типов земель. Подзолистый горизонт почв склоновых и повышенных местоположений часто имеет палевый цвет, в равнинных условиях он белесо-серый, слоеватый. На северо-востоке, в Вознесенском лесхозе у грубогумусных подзолов верхняя часть подзолистого горизонта белесая, слоеватая, нижняя — палевая, уплотненная, с мелкими ортштейновыми зернами. Горизонт вымывания имеет неровную границу с A_2 , ореховато- или плитчато-глыбистую структуру. Накопление ила, как правило, в этом горизонте не выражено. Контактно-элювиальный горизонт встречается здесь довольно редко. В целом грубогумусные и модергумусные почвы гораздо глубже и сильнее оподзолены, чем модермуллевые и муллевые, что отражает как влияние гидрологического режима, так и условий разложения и гумификации органического вещества в этих почвах.

Морфометрические признаки лесных почв на моренных бескарбонатных суглинках дренированных равнин и склонов

Признаки	Грубогумусные подзолистые (n = 7)		Модергрубогумусные подзолистые (n = 4)		Модергумусные подзолистые (n = 6)		Модермуллевые подзолистые (n = 2)
Уклон, градусы	—	0.9±0.51/140	—	2.2±0.91/72	—	3.0±0.76/50	(0.5)
Мощность, см:							
A ₀	100	6.0±0.53/20	100	4.2±0.05/2	100	3.8±0.12/6	(1.5)
A ₁	—	(+)	100	3.1±1.45/71	100	8.0±0.80/20	(14.5)
A ₁ A ₂	85	3.7±0.89/61	—	(+)	—	(+)	—
A ₂	100	30.8±2.40/27	100	21.3±7.67/62	50	4.5±3.33/147	(3)
B ₁	100	26.6±2.15/25	100	24.0±3.18/23	100	20.2±2.56/26	(13)
общая гор. В	100	52.6±9.84/49	100	44.0±5.21/33	100	33.8±7.44/44	(43)
Структура почвенного покрова, % площади с различными типами гумуса:							
грубогумусные	100	80±6.9/23	100	27±8.8/56	50	(12)	—
модергрубогумусные	14	(6)	100	43±3.3/13	50	(15)	—
модергумусные	14	(6)	100	30±5.8/33	100	60±9.2/30	—
модермуллевые	42	(7)	—	—	50	(12)	(100)
влажные грубогумусные	28	(+)	25	(+)	0	—	—

Как и на остальных бескарбонатных породах Северо-Запада, почвы в данном типе земель сильно выщелочены, кислы и слабо насыщены основаниями (табл. 24; рис. 8), правда, с улучшением условий гумусообразования эти показатели становятся ближе к оптимальным. Различия в содержании гумуса и запасах подстилки у почв с грубогумусным и модергумусным типами аккумулятивной части профиля невыразительны, но содержание азота и соответственно величина $C:N$ и «индекс» отличаются очень сильно, и это — главное обстоятельство, определяющее уровень эффективного плодородия этих почв. Очень показательны данные по составу гумуса почв с различными типами гумуса (табл. 25). Наиболее существенным является повышенное количество углерода гуминовых кислот в A_0 и A_1 модергумусных почв, при незначительных изменениях количества гумусовых веществ других фракций. Данные группового состава гумуса по азоту подчеркивают это обстоятельство: более всего азота в гуминовых кислотах модергумусных почв. Самое большое содержание азота фульвокислот наблюдается в подстилке грубогумусной почвы, для которой также характерно самое низкое количество азота нерастворимого остатка (52%). По величинам $C:N$ гумусовых веществ подстилки и почвы видно, что у грубогумусной почвы гуминовые кислоты в среднем беднее другим азотом, тогда как фульвокислоты — относительно богаче. Наиболее ясными являются различия в величине $C:N$ нерастворимого остатка — группы веществ, величины которой менее всего обсуждаются при рассмотрении состава гумуса почв. Это отношение у муллевой почвы самое узкое, будучи в несколько раз шире у других почв, что свидетельствует о наличии в этой фракции высококонденсированных, богатых азотом гумусовых веществ, прочно связанных с минеральной частью почвы, т. е. наиболее устойчивых продуктов гумусообразования в его классическом выражении (Тюрин, 1937; Кононова, 1963; Александрова, 1970; Орлов, 1974).

В целом можно заключить, что у грубогумусных почв наиболее характерным продуктом гумусообразования являются фульвокислоты (по C и N), у модергумусных этот процесс идет до образования гуминовых кислот, по количеству которых они отличаются от всех остальных почв. В муллевых почвах с наиболее совершенным типом гумусообразования формируется система прочно связанных с минеральной частью почвы богатых азотом гумусовых веществ. Выявленные закономерности объясняют различия в составе гумуса и у почв рассмотренных выше типов земель.

Грубогумусные подзолистые почвы этого типа земель, образование которых обусловлено не бедностью азотом, а затруднениями в дренаже, отвечают представлениям об «эутрофном грубом гумусе» Ф. Дюшофура (1970), типе гумуса, наиболее легко поддающимся трансформации в модер и мулль.

На грубогумусных подзолистых почвах здесь формируются ельники чернично-зеленомошные, по В. Н. Федорчуку с сотр.

Физико-химическая характеристика лесных почв на моренных бескарбонатных суглинках
дренированных равнин и склонов

Число разрезов	Гори- зонт	рНКСl	Гидролити- ческая ки- слотность	Сумма обменных оснований	Степень насыщен- ности осно- ваниями, %	Общее содержание, %		C : N	Характеристика подстилки
			мг. экв. на 100 г почвы			C	N		
Грубогумусные подзолистые почвы									
7	A ₀	3.8±0.20/14	66±7.6/30	25±2.7/24	27±2.7/22	35.0±2.60/20	1.15±0.049/11	32±1.7/13	4.0±0.07/4; 18±2.9/39; 28±3.7/30
	A ₁ A ₂	3.3±0.08/6	12±1.7/39	1±0.2/29	9±1.0/27	2.7±0.68/66	0.09±0.017/42	32±3.6/23	
	C	4.8±0.34/20	2±0.6/88	7±0.8/32	78±4.1/12	Не определялось			
Модергрубогумусные подзолистые почвы									
4	A ₀	4.1±0.38/16	36±4.7/26	41±9.8/48	52±9.3/36	31.2±4.60/30	1.21±0.176/29	26±1.8/14	3.8±0.58/26; 20±8.1/69; 47±13.1/56
	A ₁	3.5±0.15/8	7±0.3/8	5±1.8/72	37±9.6/52	2.7±0.50/37	0.15±0.040/54	18±1.6/17	
	C	4.6±0.34/15	1±0.4/61	11±4.4/82	66±12.3/38	Не определялось			
Модергумусные подзолистые почвы									
6	A ₀	4.5±0.32/18	51±6.2/29	56±11.1/48	50±7.3/35	33.1±2.85/21	1.45±0.098/17	23±2.1/22	3.1±0.49/38; 19±3.5/45; 79±14.6/45
	A ₁	3.5±0.05/4	10±1.5/36	4±1.0/57	31±5.6/44	3.8±1.05/62	0.23±0.048/47	16±1.9/26	
	C	4.8±0.46/23	2±0.9/107	14±3.1/53	83±4.6/14	Не определялось			
Модермулловые подзолистые почвы									
2	A ₀	(4.6)	(29)	(73)	(70)	(25.9)	(1.06)	(24)	(1.2); (28); (77)
	A ₁	(3.8)	(14)	(11)	(48)	(4.6)	(0.32)	(14)	
	C	(3.8)	(1.6)	(13)	(93)	Не определялось			

Состав гумуса лесных почв на моренных бескарбонатных суглинках
дренированных равнин и склонов, % от общего С

Гори- зонт	Глубина, см	Общее содержа- ние, %		C : N	Гуминовые кислоты (сумма фракций 1, 2)		Фульвокислоты				Нерастворимый остаток		$\frac{C_{гк}}{C_{фк}}$	$\frac{N_{гк}}{N_{фк}}$
		C	N		C	C : N	1а		сумма фракций 1а, 1, 2		C	C : N		
							C	C : N	C	C : N				

Грубогумусная сильноподзолистая почва

Разрез 527

A ₀	0—7	43.33	1.229	35.3	10.6	23.4	3.0	15.6	14.7	16.0	63.9*	45.2	0.72	0.49
A ₁ A ₂	7—15	4.42	0.203	7.0	17.6	Не опр.	11.3	Не опр.	28.9	Не опр.	53.5	Не опр.	0.61	Не опр.
B	40—50	0.42	0.061	6.9	21.4	» »	14.3	» »	21.5	» »	57.1	» »	1.00	» »

Модергумусные сильно- и среднеподзолистые почвы

Разрез 530

A ₀	0—5	43.86	1.680	26.1	15.4	17.9	1.0	24.5	13.8	29.2	61.8*	24.7	1.12	1.83
A ₁	5—14	4.25	0.183	23.2	25.2	16.5	5.7	30.0	24.7	17.8	50.1	36.1	1.02	1.10
A ₂	14—22	0.90	0.115	7.8	23.8	Не опр.	11.6	Не опр.	30.3	Не опр.	45.9	Не опр.	0.79	Не опр.

* За вычетом С воскосмол.

Горн- зонт	Глубина, см	Общее содержа- ние, %		C : N	Гуминовые кислоты (сумма фракций 1, 2)		Фульвокислоты				Нерастворимый остаток		$\frac{C_{гк}}{C_{фк}}$	$\frac{N_{гк}}{N_{фк}}$	
		C	N		C	C : N	1а		сумма фракций 1а, 1, 2		C	C : N			
							C	C : N	C	C : N					C
Модергумусные сильно- и среднеподзолистые почвы															
<i>Разрез 540</i>															
A ₀	0—1	38.40	1.256	30.6	10.6	15.3	6.3	15.3	16.1	18.6	58.0*	33.8	0.66	0.80	
A ₀	1—3	43.26	1.826	23.7	12.6	18.0	1.7	33.2	13.1	23.7	66.7*	23.1	0.97	1.43	
A ₁	3—14	4.63	0.296	13.7	20.5	11.5	4.8	22.0	27.7	18.8	51.8	16.6	0.74	1.22	
A ₂	15—25	0.60	0.097	6.2	25.1	Не опр.	14.5	Не опр.	19.3	Не опр.	55.6	Не опр.	1.30	Не опр.	
A ₂ B	30—40	0.59	Не опр.	Не опр.	14.7	»	»	12.8	»	»	26.6	»	»	0.56	»
Модермуллевая среднеподзолистая почва															
<i>Разрез 94</i>															
A ₀	0—2	40.58	1.413	28.7	8.6	24.1	2.5	24.3	11.6	25.1	67.6*	25.4	0.74	0.78	
A ₁	2—10	8.35	0.460	18.3	18.0	12.9	2.6	18.3	23.8	13.4	58.2	24.9	0.75	0.78	
A ₁ A ₂	10—20	1.05	0.075	14.0	34.3	9.0	15.2	32.0	46.7	18.2	19.0	25.0	0.73	0.73	
A ₂ B	25—35	0.34	0.013	26.2	26.5	Не опр.	20.6	Не опр.	38.2	Не опр.	35.3	Не опр.	0.69	Не опр.	
B	55—65	0.16	0.008	20.0	18.8	»	»	18.8	»	»	43.8	»	»	0.43	»
Муллевая среднеподзолистая почва															
<i>Разрез 532</i>															
A ₀	0—0.5	43.03	1.524	27.2	6.9	22.1	1.3	6.7	9.5	14.5	72.1*	28.0	0.72	0.47	
A ₁	0.5—10	5.01	0.581	8.6	19.6	11.7	7.0	18.4	28.2	17.9	52.2	6.3	0.66	1.06	
A ₁	15—25	3.29	0.335	9.8	23.3	15.6	9.2	25.0	25.9	17.0	50.8	7.1	0.90	0.98	
A ₂	30—40	1.30	Не опр.	Не опр.	12.5	Не опр.	18.7	Не опр.	42.2	Не опр.	45.3	Не опр.	0.29	Не опр.	
A ₂ B	50—60	0.31	»	»	26.2	»	»	22.4	»	»	28.0	»	»	0.93	»

(1978) — чернично-майпиковые с преобладанием в травяно-кустарничковом ярусе черники, брусники, майника, кислицы по сплошному ковру зеленых мхов. На модергумусных подзолистых почвах обычно встречаются ельники чернично-кисличные и кисличные, в которых доминируют кислица, черника, майник, а детерминантными служат виды групп фиалки Ривиниуса, черники и майника (Федорчук с сотр., 1978). Кроме того, на модергумусных почвах, а также на сравнительно редко отмечаемых модермуллевых и муллевых почвах формируются ельники дубравнотравные и сложные с богатым флористическим составом травяно-кустарничкового яруса (доминируют кислица, костяника, сныть, медуница, кочедыжник женский), а детерминантными являются виды групп медуницы и фиалки Ривиниуса (Федорчук, 1976; Федорчук с сотр., 1978). В подлеске этих лесов кроме рябины, жимолости и черемухи довольно обычны липа, клен, лещина и волчье лыко. Анализ пространственного размещения дубравнотравных лесов в зависимости от почвы и рельефа в Сиверском лесхозе позволил сделать заключение, что они приурочены не только к почвам, носящим следы прежнего окультуривания (модермуллевые и муллевые), но и встречаются в условиях, типичных для ельников кисличных, и, надо полагать, являются более продвинутыми в сукцессионном ряду сообществами. После сплошных рубок и формирования сомкнутых еловых молодняков неморальные элементы часто выпадают.

Леса этого типа земель сходны по производительности с опесчаненными выше на двучленных наносах: на грубогумусных почвах ельники к 80 годам достигают высоты 20 м, на модергумусных — 24, на модермуллевых — 28 м.

После рубок здесь образуются вейниковые сообщества, которые быстро трансформируются в березняки и осинники чернично-кисличные, кисличные и дубравнотравные с модергрубогумусными почвами на месте грубогумусных и муллевыми на месте модергумусных. Заболачивание вырубок здесь не происходит. Динамика гумусового состояния почв этого типа земель в связи с ростом леса отражена в работе Н. В. Копыловой (1978): до возраста количественной спелости (50—70 лет) при интенсивном приросте древостоев идет прогрессивное снижение запасов азота в A_0 и A_1 (до 50% от исходного), и только к 130 годам происходит восстановление его запасов.

В отличие от земель на песках, супесях и двучленных наносах, где преобладают грубогумусные почвы, здесь в лучших условиях дренажа формируются модергумусные подзолистые почвы, образование которых не связано с антропогенными воздействиями. При таком воздействии формируются самые богатые на бескарбонатных породах таежной зоны почвы — модермуллевые и муллевые. И в этом случае мы сталкиваемся со стабилизированным последствием прежнего окультуривания.

Общее развитие лесных экосистем в этом типе земель, по-видимому, идет от ельников чернично-зеленомошных на грубогумусных

почвах в сторону ельников кисличных и далее дубравнотравных на модергумусных почвах. Об этом свидетельствует упоминавшийся выше факт обезыливания элювиальных горизонтов, что способствует улучшению дренажа. В конечном итоге здесь, вероятно, могут формироваться двучленные наносы с супесчаными почвами. В этом отношении интересны данные А. П. Утенковой (1968), установившей, что на дренированных двучленных наносах и бескарбонатных суглинках Беловежской Пущи формируются как дерново-подзолистые почвы сосняков и ельников чернично-кисличных (грубогумусные и модергумусные), так и бурые лесные (модермуллевые) почвы под дубняками; последние, возможно, являются климаксовыми.

Этот тип земель в наибольшей мере отвечает представлениям Г. Н. Высоцкого о плакорах, на которых в максимальной степени проявляются зональные особенности растительности и почвообразования. На европейской территории страны в северной тайге здесь формируются ельники черничные (Львов, Ипатов, 1976), в средней — ельники чернично-кисличные (Орфанитский, 1963; Раменская, 1965; Казимиров, Морозова, 1973), в южной тайге, так же как и в описанном нами районе, — ельники черничные на грубогумусных почвах, кислично-черничные и неморальные на дерново-подзолистых (Орлов с сотр., 1974). В южной тайге Западной Сибири в этом типе земель формируются ельники и сосняки зеленомошно-кисличные, разнотравные и липняковые (Колесников с сотр., 1974), в Центральной Сибири — пихтачи травяно-зеленомошные (Крауклис, 1969) и кислично-зеленомошные (Киреев, 1977). В северной части штата Висконсин Уайльд (Wilde, 1976) описывает на грубогумусных сильноподзолистых почвах на моренных суглинках древостой хэмлока (*Tsuga canadensis*) типа *Clintonia* — *Lycopodium* с покровом *Clintonia borealis*, *Cornus canadensis*, *Maianthemum canadense*, *Linnaea borealis*, *Lycopodium* spp.

Как нашими (Арефьева, 1964; Фирсова, 1969; Гришин, 1978), так и зарубежными исследователями (Armson, 1977) подчеркивается, что лесные пожары не причиняют здесь существенного ущерба плодородию лесных почв, однако на склоновых местоположениях вызывают плоскостной смыв. Рекреация на этих землях приводит к смене напочвенного покрова: лесные виды замещаются луговыми, происходит уплотнение и минерализация подстилки, гумусовый горизонт также уплотняется, но не деградирует (Казанская, 1973; Таран, Спиридонов, 1977).

В заключение можно отметить, что в этом типе лесных земель, находящемся в области экологического оптимума, лесные экосистемы обладают, по-видимому, значительной устойчивостью к разрушающим антропогенным воздействиям благодаря высокой скорости восстановления растительности и почв на фоне достаточно высокой буферности суглинистых почв с развитым гумусовым горизонтом.

Лесные земли на суглинках пылеватых (покровных и ленточных) бескарбонатных дренированных равнин и пологих склонов с ельниками кисличными и черничными зеленомошными

В области последнего оледенения эти земли распространены на низких озерно-ледниковых равнинах. Нами они были изучены в Лисинском лесхозе и разрозненно в других районах.

Характерной особенностью покровных пород в пределах изученной территории является их тяжелый гранулометрический состав: с поверхности это тяжелые суглинки, ниже по профилю — легкие или средние глины с содержанием физической глины от 40 до 75%. Изредка встречаются породы более легкого состава, довольно часто мы находим целиком глинистые породы. Другая особенность этих пород — преобладание пылеватых частиц. Так, количество крупной пыли (0.05—0.01 мм) иногда достигает 50%. Для ленточных глин, образованных на дне приледниковых водоемов, характерна выраженная слоистость: сочетание более темных иловатых и более светлых пылеватых слоев, соответственно зимних и летних (Яковлев, 1925, 1926). Слоистость эта прослеживается в почвах, как правило, ниже горизонта вымывания. По своему валовому химическому составу пылеватые суглинки и глины — самые богатые среди бескарбонатных пород по количеству полуторных окислов (20—25%), щелочных и щелочноземельных оснований (2—3.5%), с преобладанием в ряде случаев магния над кальцием (Копосов, 1969; Чекалова, 1973; Долотов, 1973).

Хорошо дренированными на этих тяжелых породах оказываются только участки, примыкающие к склонам речных долин и бровкам террас, а также сами склоновые местоположения. Так же как и на моренных суглинках, весной и осенью здесь в верхней, более легкой части породы, преобразованной процессами почвообразования, держится верховодка. Если на моренных суглинках этот горизонт поверхностных вод пропадает уже в мае, то здесь он остается и в июне, и уровень его расположен на глубине 25—34 см (Антонов, 1964). Водный режим почв на ленточных глинах Лисинского лесхоза довольно подробно изучен Н. И. Лапиной (1967), Г. Ф. Копосовым (1969) и В. В. Андреевым (1971). Последний автор приходит к выводу, что, несмотря на склонность к избыточному увлажнению, на этих почвах резко проявляется недостаток доступной влаги в летний период (особенно в засушливые годы). Такая экологическая сухость тяжелых почв вполне вероятна. По нашим наблюдениям, в Котласском районе Архангельской обл. на старых пашнях со слабоподзолистыми почвами на тяжелых иловатых глинах (элюво-делювий пермских мергелей) при зарастании лесом образуются сосняки травяно-бруснично-беломошные, отражающие явный дефицит влаги этих местообитаний.

Сброс влаги происходит здесь преимущественно за счет бокового внутрипочвенного стока (Копосов, 1969), однако возможен

и вертикальный перенос по граням структурных отдельностей, особенно в начале осени, с образованием на водонепроницаемых слоистых ленточных глинах второго горизонта аккумуляции влаги (Лапина, 1967).

В силу изложенных особенностей этого типа земель здесь, так же как и на моренных суглинках, можно различать два варианта по дренированности: в более дренированных условиях, преимущественно на склонах, формируются модергумусные сильноподзолистые почвы; в менее дренированных условиях, на равнинах, примыкающих к дренирующим элементам рельефа, — грубогумусные сильноподзолистые почвы с явными признаками сезонного переувлажнения в A_2B и B . Следы прежнего использования этих почв в сельском хозяйстве встречаются очень редко, вероятно, в силу тех же причин, что и на моренных суглинках, и во всех таких случаях образуются муллевые и модермуллевые подзолистые почвы.

А. А. Роде (1937, 1939) описал почвы на ленточных глинах как классический пример подзолообразования на тяжелых породах, и эту точку зрения отстаивала В. В. Пономарева (1964) в своей трактовке образования дерново-подзолистых почв. Однако в последнее время их образование, точнее, процессы обезыливания элювиальных горизонтов (A_1 , A_2 и A_2B) ряд исследователей связывают не с классическим подзолообразованием, а с поверхностным оглеением (при выносе продуктов боковым стоком), с отнесением этих почв к псевдоподзолистым, а в Европе — к псевдоглеевым (Kubiéna, 1953; Зонн, 1966; Дюшофур, 1970; Зайдельман, 1970; Рейнтам, 1973; Вайчис, 1975; Хантулев с сотр., 1976).

В формировании структуры почвенного покрова в этом типе земель определенное значение приобретает микрорельеф: среди грубогумусных почв встречаются элементарные почвенные ареалы избыточно увлажненных почв мелких западин, связанные с вывалом леса.

Морфологический облик почв лесных земель на тяжелых безвалунных бескарбонатных породах (рис. 9) отличается определенной облегченностью верхней части профиля (на 10—15% по содержанию ила и на 5—10% по количеству физической глины) за счет процессов почвообразования. Отличительной особенностью морфологии этих почв является прекрасно выраженная зернисто-ореховатая структура A_1 (за исключением A_1A_2 грубогумусных почв), слоистость подзолистого горизонта, имеющего серо-белесый цвет, и присутствие в профиле переходного горизонта (A_2B) от более легкой элювиальной части профиля к более тяжелой иллювиальной. Горизонты A_2 и A_2B содержат мелкие черные железо-марганцевые зерна; во влажные годы и в осенний и весенний периоды они имеют сизоватые потеки по корневым ходам и отдельным трещинам. Горизонт B плотный, ореховато-глыбистый, постепенно переходит в почвообразующую породу. Подзолистый горизонт сильнее всего выражен на склоновых место-

положениях, что отличает проявление этого процесса от такового на моренных бескарбонатных суглинках, двучленных наносах и супесях, где наблюдается прямо противоположная картина. Это связано с ландшафтно-геохимическими особенностями расположения сравниваемых склонов: в данном случае они представляют собой транзитно-элювиальные склоны озерно-ледниковой рав-

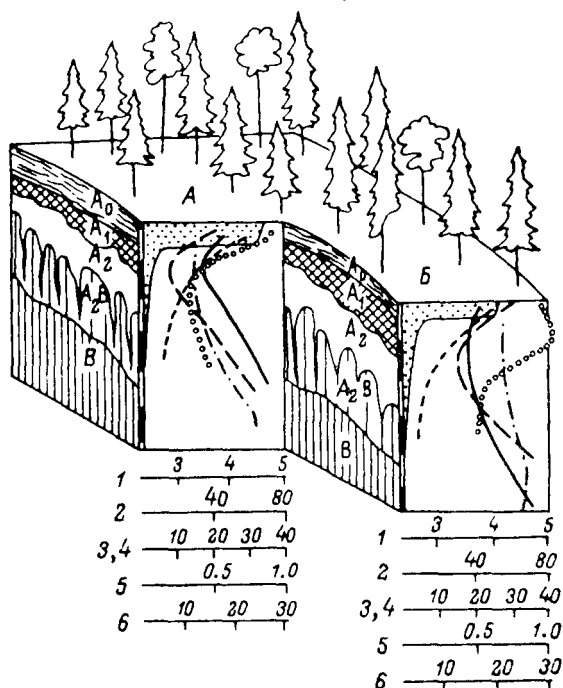


Рис. 9. Лесные почвы на суглинках пылеватых (покровных и ленточных) дренированных равнин и пологих склонов (Гп2).

А — ельничек черничный на грубогумусных подзолистых почвах; В — ельничек кисличный на модергумусных подзолистых почвах. Остальные обозначения как на рис. 1.

нины, тогда как на моренных суглинках это автономно-элювиальные склоны преимущественно холмисто-моренного ландшафта. В табл. 26 и 27 приведены морфометрические данные по лесным почвам этого типа земель.

Аналитический материал по этим почвам представлен в табл. 28 и 29. По своим кислотно-основным свойствам они кислы и ненасыщены в такой же сильной степени, как и все ранее рассмотренные почвы на бескарбонатных породах. Почвы на пылеватых тяжелых породах, как грубогумусные, так и модергумусные, определенно богаче остальных: они сильнее гумусированы, содержат больше азота, отношение $C : N$ у всех почв несколько уже,

Мощность аккумулятивных горизонтов, см,
лесных почв на ленточных глинах Лисиинского лесхоза
(по данным картирования лесных почв)

Почвы	Число наблюдений	A ₀	A ₁	A ₂
Грубогумусные сильноподзолистые	5	7.7±0.96	7.2±2.75	10.8±1.78
Модергумусные сильно- и среднеподзолистые	90	4.9±1.28	12.7±2.46	8.9±1.73
Модермуллевые средне- и сильноподзолистые	12	1.7±0.35	14.8±3.57	8.7±2.48

а по «индексу» в подстилке различия между грубогумусными и модергумусными почвами не выражены, так как причины образования этих типов гумуса связаны с различиями в дренированности, а не в богатстве почвы. Тем не менее по компонентам гумуса эти почвы различаются довольно существенно (табл. 29), причем выявляются те же закономерности, что и у почв на моренных бескарбонатных суглинках и других породах. Так, для грубогумусной сильноподзолистой почвы (р. 542) отмечаются значительные величины гуминовых кислот в подстилке (как и у грубогумусных песчаных подзолов) с высокой концентрацией в них азота ($N_{гк} : N_{фк}$ значительно больше 1) при резко выраженном фульватном составе гумуса всех минеральных горизонтов. У модергумусных сильноподзолистых почв и частично у модермуллевых основным аккумулятивным горизонтом становится гумусовый горизонт, в котором мы находим значительное количество гуминовых кислот как по углероду, так особенно по азоту. У модермуллевых подзолистых почв гумусообразование в почве проходит более основательно: значительная часть азота оказывается прочно связанной с нерастворимым остатком, т. е. в комплексе гумусовых кислот с глинистыми минералами почвы, хотя эти почвы менее гумусированы, чем модергумусные. Гумус элювиальной части профиля этих почв (A₂) несколько менее агрессивен, чем у грубогумусной подзолистой почвы.

По характеру лесной растительности этот тип земель близок к описанному выше. На грубогумусных почвах здесь также формируются ельники чернично-зеленомошные, идентичные таковым на моренных суглинках, тогда как на модергумусных почвах мы встречаем ельники кисличные с доминированием в покрове кислицы и слабо развитым моховым ярусом. В. Н. Федорчук с сотр. (1978) относит их к тому же типу леса, что и на моренных суглинках и двучленных наносах, — детерминантными здесь служат виды групп фиалки Ривиниуса, майника и черники. В этом более «кисличном» облике лесов мы находим единственное отражение большего богатства пылеватых пород, так как производитель-

Морфометрические признаки лесных почв на пылеватых (ленточных и покровных) бескарбонатных суглинках дренированных равнин

Признаки	Грубогумусные подзолистые (n = 4)		Модергрубогумусные подзолистые (n = 5)		Модергумусные подзолистые (n = 4)		Модермуллевые подзолистые (n = 1)
Уклон, градусы	—	0.5±0.31/96	—	1.9±1.04/122	—	5.0±2.02/82	(2.0)
Мощность, см:							
A ₀	100	6.2±0.45/28	100	4.2±0.42/23	100	3.1±0.20/13	(2.0)
A ₁	25	(+)	100	3.4±0.68/44	100	10.3±1.65/31	(18.0)
A ₁ A ₂	100	5.3±1.72/46	—	—	—	—	—
A ₂	75	5.2±1.94/51	40	3.2±2.01/139	100	14.5±3.63/49	(+)
A ₂ B	100	18.0±3.12/24	100	15.3±3.48/34	100	14.9±4.31/34	(15)
B ₁	100	29.0±8.40/47	100	37.0±10.31/62	100	26.7±4.54/34	(17)
общая гор. В	100	58.7±7.42/41	100	37.0±10.31/62	100	26.7±4.54/34	(17)
Глубина оглеения, см	75	52±4.8/15	40	(+)	—	—	—
Структура почвенного покрова, % площади с различными типами гумуса:							
грубогумусные	100	95±4.3/5	100	18±5.2/64	0	—	—
модергрубогумусные	25	(5)	100	58±4.9/19	0	—	—
модергумусные	0	—	100	24±4.0/37	100	100	(10)
модермуллевые	0	—	0	—	0	—	(80)
муллевые	0	—	0	—	0	—	(10)
влажные грубогумусные	25	(+)	20	(+)	0	—	—

Физико-химическая характеристика лесных почв на пылеватых бескарбонатных суглинках
дренированных равнин и склонов

Число разрезов	Горизонт	рН КС1	Гидролитическая кислотность	Сумма обменных оснований	Степень насыщенности основани-ями, %	Общее содержание, %		С : N	Характеристика подстилки
			мг-экв. на 100 г почвы			С	N		
Грубогумусные подзолистые почвы									
4	A ₀	4.0±0.26/13	64±6.2/19	36±5.6/30	36±4.0/22	36.7±3.16/17	1.30±0.082/13	30±2.7/18	5.2±0.62/24; 18±2.2/24; 55±6.0/22
	A ₁ A ₂	3.6±0.29/16	20±3.7/37	4±1.1/53	18±2.1/23	3.3±0.37/23	0.17±0.013/16	20±2.0/17	
	C	4.9±0.54/22	2±0.5/62	11±2.4/43	88±1.7/4				
Модергрубогумусные подзолистые почвы									
2	A ₀	(4.2)	(53)	(62)	(54)	(34.5)	(1.38)	(25)	(3.4); (14); (84)
	A ₁	(3.3)	(12)	(8)	(42)	(5.0)	(0.30)	(17)	
	C	(5.6)	(1)	(12)	(86)	Не определялось			
Модергумусные подзолистые почвы									
4	A ₀	3.7±0.06/3	40±6.2/34	34±4.4/32	48±4.6/22	26.2±1.84/17	1.36±0.117/21	20±1.3/17	4.2±0.61/28; 31±3.2/23; 49±7.7/38
	A ₁	3.6±0.10/7	14±3.9/68	3±0.4/33	26±6.0/57	5.0±1.09/54	0.38±0.121/71	16±2.4/37	
	C	4.0±0.21/13	2±0.3/30	5±1.0/57	73±6.7/23				

Состав гумуса лесных почв на пылеватых глинах дренированных равнин,
% от общего С

Горизонт	Глубина, см	Общее содержание, %		C : N	Гуминовые кислоты (сумма фракций 1 и 2)		Фульвокислоты				Нерастворимый остаток		$\frac{C_{гк}}{C_{фк}}$	$\frac{N_{гк}}{N_{фк}}$
							1а		сумма фракций 1а, 1, 2					
		C	N		C	C : N	C	C : N	C	C : N	C	C : N		

Грубогумусная подзолистая почва

Разрез 542

A' ₀	0—1.5	49.45	1.181	44.2	7.2	19.0	1.7	43.7	9.4	35.5	65.8*	37.7	0.77	1.43
A'' ₀	1.5—3.0	44.78	1.482	30.3	11.6	17.9	1.9	42.5	12.2	33.1	62.2*	27.1	0.95	1.76
A''' ₀	3—7	44.63	1.562	28.6	13.2	15.1	2.1	40.4	13.9	36.9	58.3*	26.0	0.95	2.33
A ₁	7—15	2.65	0.158	16.8	16.6	15.2	10.2	22.5	32.1	20.7	51.3	15.0	0.52	0.59
A ₂	15—25	0.98	0.068	14.4	16.3	Не опр.	11.2	Не опр.	32.7	Не опр.	51.0	Не опр.	0.50	Не опр.
A ₀ B	25—35	0.35	0.039	9.0	11.4	» »	11.4	» »	28.6	» »	60.0	» »	0.40	» »
B	50—60	0.32	0.039	8.2	9.4	» »	9.4	» »	18.6	» »	71.8	» »	0.50	» »

Модергумусные подзолистые почвы

Разрез 390

A ₀	0—5	40.90	1.930	21.2	16.2	22.5	2.6	26.5	15.0	14.6	61.0*	20.5	1.08	0.71
A ₁	5—14	3.55	0.186	19.1	32.9	24.9	3.9	35.0	19.4	11.1	47.7	23.8	1.69	0.77
A ₂	14—25	0.95	0.114	8.3	9.7	Не опр.	1.8	Не опр.	6.7	Не опр.	83.6	Не опр.	1.45	Не опр.
B	40—50	0.33	0.053	6.2	14.0	» »	7.0	» »	19.3	» »	66.7	» »	0.57	» »

* За вычетом С воскосмол.

Горизонт	Глубина, см	Общее содержание, %		C : N	Гуминовые кислоты (сумма фракций 1 и 2)		Фульвокислоты				Нерастворимый остаток		$\frac{C_{гк}}{C_{фк}}$	$\frac{N_{гк}}{N_{фк}}$
		C	N		C	C : N	1а		сумма фракций 1а, 1, 2		C	C : N		
							C	C : N	C	C : N				
Модергумусные подзолистые почвы														
<i>Разрез 545</i>														
A ₀ '	0—1	43.64	1.394	31.3	8.9	19.0	3.2	16.7	13.7	29.2	65.1*	28.3	0.64	0.99
A ₀ ''	1—2	45.58	1.532	29.7	11.2	16.1	2.9	35.4	13.3	33.3	67.4*	29.7	0.84	1.75
A ₀ '''	2—4	34.46	1.493	23.1	14.8	17.6	3.1	46.1	15.0	20.3	63.4*	23.0	0.98	1.14
A ₁	4—14	5.05	0.338	15.0	22.6	11.6	4.2	30.0	20.6	26.7	58.6	14.3	1.10	2.52
A ₂	14—22	0.71	0.104	6.8	22.5	Не опр.	16.9	Не опр.	40.8	Не опр.	36.7	Не опр.	0.55	Не опр.
A ₂ B	25—35	0.43	0.061	7.1	20.9	» »	25.6	» »	46.5	» »	32.6	» »	0.45	» »
B	50—60	0.35	0.055	6.4	14.3	» »	20.0	» »	28.6	» »	57.1	» »	0.50	» »
Модермуллевые подзолистые почвы														
<i>Разрез 9</i>														
A ₀ '	0—1	44.68	1.128	39.6	8.6	23.6	3.3	54.5	11.9	16.0	62.2*	44.1	0.72	0.49
A ₀ ''	1—2	38.03	1.552	24.5	13.3	15.4	2.7	57.8	16.1	26.1	61.5*	23.5	0.83	1.40
A ₁	2—16	2.80	0.234	11.9	23.5	14.6	7.5	30.0	23.8	18.6	52.7	9.6	0.98	1.25
<i>Разрез 543</i>														
A ₀ '	0—1	51.65	1.200	43.0	6.4	24.7	1.7	47.9	8.5	36.7	74.1*	40.3	0.75	1.09
A ₀ ''	1—2	39.18	1.336	29.3	8.1	18.2	2.0	37.1	13.6	27.3	69.1*	28.0	0.59	0.89
A ₁	3—16	2.77	0.226	12.2	21.3	13.7	6.9	23.7	25.6	27.3	53.1	9.4	0.82	1.65
A ₂	16—20	0.74	0.087	8.5	21.6	Не опр.	17.6	Не опр.	40.6	Не опр.	37.8	Не опр.	0.53	Не опр.
A ₂ B	22—32	0.26	0.033	7.9	34.6	» »	23.1	» »	38.5	» »	26.9	» »	0.90	» »
B	50—60	0.24	0.032	7.5	25.0	» »	20.8	» »	33.3	» »	41.7	» »	0.75	» »

* За вычетом C воскосмол.

ность лесов здесь такая же, как и на моренных суглинках: на грубогумусных почвах ельники к 80-летнему возрасту достигают 20 м, на модергумусных — 24, а на реже встречаемых модермуллевых — 26 м (против 28 на моренных породах).

После рубок на всех почвах происходит сильное задернение вырубок вейником с последующим зарастанием корнеотпрысковой осинкой (а не березой, как на всех описанных выше землях) и образованием в более дренированных условиях модермуллевых почв, а в менее дренированных — модергрубогумусных.

Лесным экосистемам на этих землях в процессе своего развития приходится преодолевать неблагоприятные физические условия местообитания. Поэтому процессы обезыливания почв (независимо от трактовки их механизма) здесь способствуют улучшению водно-физических свойств почв и условий дренажа и в итоге — большей реализации потенциального богатства породы. Следовательно, развитие экосистем на этих землях также идет от грубогумусных почв ельников черничных к модергумусным почвам ельников кисличных, а возможно, и дубравнотравных. Этому также способствует улучшение дренированности озерно-ледниковых равнин в результате современного развития рельефа.

Лесные земли на этих породах довольно широко распространены в Карелии, где в средней тайге также формируются ельники черничные и кисличные (Лазарева, 1973). В других частях южной тайги они описаны А. Я. Орловым с сотр. (1974) с ельниками черничными на грубогумусных почвах, в Прииртышье, где формируются ельники-пихтарники с липой мелкотравно-зеленомошные на лёссовидных пылеватых суглинках (Южная тайга Прииртышья, 1975) и в Центральной Сибири с пихтачами осочково-зеленомошными (Киреев, 1977).

Заканчивая рассмотрение этого типа земель, еще раз подчеркнем его сходство с дренированными землями на бескарбонатных моренных суглинках в отношении структуры и динамики гумусового состояния почв и растительности. В то же время значительно более тяжелый гранулометрический состав почв и преобладание равнинных форм рельефа позволяют заключить, что эти земли обладают большей аккумулялирующей способностью по отношению к различным промышленным загрязнениям.

Подгруппа лесных земель на суглинках карбонатных дренированных равнин и склонов различной крутизны с ельниками (и дубняками) дубравнотравными

Распространение этих земель в исследованной области связано почти исключительно с районом Ижорской возвышенности, так называемым Ордовикским плато, имеющим в своем основании фундамент из ордовикских известняков и доломитов, перекрытых довольно тонким плащом морены. Эти безусловно интересные земли охарактеризованы нами очень кратко.

Почвообразующая порода — карбонатный моренный суглинок — представляет собой локальную морену, образованную из материала ордовикских известняков, либо перемещенную слабо-выщелоченную морену, непосредственно примыкающую к Ижорской возвышенности. Изредка встречаются и карбонатные пылеватые (покровные) суглинки. По гранулометрическому составу это легкие и средние суглинки, для валового состава этих пород характерно низкое количество кремнезема при самом высоком содержании окислов кальция и магния [5—30%, по В. В. Пономаревой (1964)].

Карбонатность морены, залегание ее на сильнофильтрующей трещиноватой толще известняков способствуют хорошему дренажу этого типа земель в пределах Ордовикского плато. На более мощных карбонатных суглинках за пределами плато условия дренажа определяются возможностью сброса влаги по уклону поверхности (за счет внутрипочвенного стока). Здесь формируются преимущественно муллевые карбонатные (насыщенные, выщелоченные и онокзоленные) почвы с маломощной однослойной подстилкой (табл. 30), хорошо выраженным (15—20 см) гумусо-

Т а б л и ц а 30

Мощность аккумулятивных горизонтов, см, карбонатных почв Ордовикского плато

Почвы	Число наблюдений	A_0	A_1	A_2
Модергумусная оподзоленная карбонатная	28	3.5 ± 1.68	7.8 ± 3.02	5.9 ± 2.33
Муллевая оподзоленная и выщелоченная карбонатная	23	0.4 ± 0.26	15.3 ± 5.07	(+)

вым горизонтом невысокой гумусированности, ниже которого расположен либо горизонт В (насыщенный или выщелоченный), либо подзолистый горизонт (у онокзоленных карбонатных почв). На переходе к подзолистым почвам здесь формируются почвы с худшими условиями гумусообразования — модермуллевые и модергумусные, и именно этим обстоятельством — варьированием карбонатности и выщелоченности породы — определяется структура почвенного покрова этого типа земель (Урусевская с сотр., 1975; Строганова, Урусевская, 1975; Градусов с сотр., 1976).

Почвы на карбонатных породах района наших исследований довольно хорошо изучены главным образом в силу интереса к их развитию — переходу карбонатных почв к подзолистым (Тихеева, 1936; Пономарева, 1964; Кондратьева, 1973). В настоящее время генетический ряд почв в связи с нарастанием выщелоченности породы представляется следующим: дерново-карбонатные насы-

ценные → выщелоченные → оподзоленные → дерново-подзолистые. Правда, высказывается мнение о возможности формирования здесь на определенном этапе развития бурых лесных почв (Гагарина, Козырева, 1976). Такая точка зрения наиболее обстоятельно обоснована для Прибалтики (Рейнтам, 1973; Вайчис, 1975). Генетический ряд развития почв по этим авторам представляется следующим: рензины → бурые лесные → бурые лесные лессивированные → бурые псевдоподзолистые (либо дерново-подзолистые).

Все подтипы карбонатных почв, формирующиеся в этих условиях, имеют сравнительно малую выщелоченность при значительной насыщенности основаниями (Тихеева, 1936; Пономарева, 1964), и в этом заключается их коренное отличие от рассмотренных выше подзолистых почв на бескарбонатных породах. По свойствам аккумулятивной части профиля (количеству гумуса, азота, величине C : N) они имеют много общего с модермуллевыми и муллевыми почвами на бескарбонатных породах (табл. 31, 32).

Т а б л и ц а 31

Физико-химическая характеристика муллевой карбонатной выщелоченной почвы, разрез 533

Горизонт	Глубина, см	pH _{H₂O}	pH _{KCl}	Гидролитическая кислотность	Обменная кислотность		Обменные основания		Степень насыщенности основаниями, %	Зольность, %
					H ⁺	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺		
					мг-экв. на 100 г почвы					
A ₀	0—1	5.55	5.15	29.40	2.46	0.18	63.15	0.70	90	36.6
A ₁	1—16	5.35	4.55	4.96	0.07	0.06	12.32	1.09	73	—
B ₁	25—35	5.40	4.25	3.12	0.03	0.16	5.02	0.20	63	—
B ₂	50—60	6.30	4.15	2.02	0.03	0.01	10.96	6.35	90	—
BC _k	75—85	7.85	7.40	0.37	0.03	0	41.05	1.02	99	—

Отличительная черта состава гумуса этих почв — присутствие второй фракции гуминовых кислот (Пономарева, 1964), которая в почвах на бескарбонатных породах практически отсутствует. В целом состав гумуса (табл. 32), если не пренебрегать рассмотрением нерастворимого остатка, свидетельствует о завершенности гумусообразования как процесса закрепления в почвенном гумусе важнейшего элемента-органогена — азота, более 70% которого прочно связано в «гуминах», представляющих здесь комплекс органического вещества и глинистых минералов почвы. По количеству гуминовых и фульвокислот эта почва слабо отличается от модермуллевых подзолистых почв на бескарбонатных породах.

Для описываемых земель типична наиболее богатая лесная растительность. Здесь распространены ельники дубравнотравные и сложные с доминированием в покрове дубравного разнотравья

Состав гумуса муллевой карбонатной выщелоченной почвы на моренных карбонатных суглинках дренажных равнин, разрез 533

Горизонт	Глубина, см	Общее содержание, %		C : N	Гуминовые кислоты (сумма фракций 1, 2)		Фульвокислоты				Нерастворимый остаток			$\frac{N_{гк}}{N_{фк}}$
		C	N		C	C : N	1а	сумма фракций 1а, 1, 2	C	C : N	C	C : N	$\frac{C_{гк}}{C_{фк}}$	
A ₀	0—1	39.09	1.158	33.8	9.2	14.1	3.6	21.7	14.8	30.7	67.1*	36.7	0.62	1.34
A ₁	1—16	2.64	0.388	6.8	24.6	19.7	5.5	20.0	26.1	15.3	49.2	4.2	0.94	0.73
B ₁	25—35	0.66	0.138	4.8	23.7	Не опр.	17.6	Не опр.	32.5	Не опр.	43.8	Не опр.	0.73	Не опр.

* За вычетом C воскосмол.

и богатым подлеском из липы, клена, лещины, калины. Именно к этим типам земель были приурочены дубравы на северной границе ареала дуба, которые в большинстве не сохранились в связи с высокой сельскохозяйственной освоенностью районов с карбонатными почвами (Благовидов, 1937). На муллевых карбонатных почвах ельники к возрасту 80 лет достигают высоты 30 м, на модермуллевых — 28 м и на реже встречаемых модергумусных оподзоленных — 26 м.

Вырубки здесь сильно зарастают мощным разнотравьем, на смену которому формируются осинники сложные и дубравнотравные. При этом почвы остаются в ранге муллевых, что свидетельствует о слабой динамике гумусового состояния в связи с антропогенными воздействиями. Развитие лесных экосистем, если следовать представлениям почвоведов, идет в направлении от ельников (и дубняков) сложных и травянодубравных на муллевых карбонатных насыщенных почвах к сложным и травянодубравным лесам меньшей производительности на модермуллевых и модергумусных оподзоленных карбонатных почвах. Однако такая естественная деградация лесных экосистем противоречит их стремлению к достижению состояния гомеостаза (Одум, 1975), очевидно, совпадающего с экологическим оптимумом. Поэтому изучение динамики и развития лесных экосистем в этом типе земель требует дальнейших серьезных исследований.

В других частях таежной зоны лесные земли с дренажными карбонатными суглинками встречаются нечасто, но, как

и скальники, являются довольно постоянным элементом таежных ландшафтов. Так, в северной тайге европейской территории страны на карбонатных суглинках формируются ельники кисличные и липняковые (Львов, Ипатов, 1976; Основные типы. . ., 1977), на Урале — ельники липняковые (Колесников с сотр., 1974), в Сибири — сосняки крупнотравно-орляково-вейниковые (Киреев, 1977).

Земли на маломощных карбонатных суглинках на плите известняка в районе наших исследований не были описаны. Они подробно изучены западнее под сосновыми «альварными» лесами Эстонии (Сепп, 1962; Рийспере, 1967), встречаются на Урале, где формируются сосняки ягодниковые (Колесников с сотр., 1974), свидетельствующие о сильной дренированности этих земель. В восточной Канаде описано большое разнообразие мощных и маломощных суглинистых почв на карбонатной морене, которые могут быть отнесены к этим типам земель (Hills, 1960; Smith e. a., 1964). На среднемощных и мощных карбонатных суглинках формируются древостои из *Picea glauca* и *Abies balsamea* с примесью *Populus tremuloides*, *P. balsamifera*, *Betula papyrifera*. На маломощных карбонатных суглинках образуются древостои из *Pinus banksiana*.

Таким образом, краткая характеристика лесных земель на карбонатных моренных суглинках позволяет заключить, что эти земли представляют собой экологический оптимум для лесной растительности, достигающей здесь максимальной продуктивности и флористического разнообразия.

Группа недостаточно дренированных лесных земель на различных породах с ельниками чернично-зеленомошными

Распространение этих типов земель связано с плоскими озерно-ледниковыми равнинами, террасами и выровненными либо пониженными участками в пределах моренной равнины. Они были изучены на Карельском перешейке, в Лисинском лесхозе и на востоке области.

Во всех недостаточно дренированных землях почвообразующими служат рассмотренные выше породы: маломощные сортированные озерно-ледниковые и зандровые пески, двучленные наносы, чуть более мощные, чем в дренированных условиях, моренные бескарбонатные суглинки, как тяжелые, так и легкие, тяжелые пылеватые суглинки и глины.

Недостаточность дренированности этих земель определяется равнинностью рельефа и наличием в профиле горизонта почвенно-грунтовых вод: на песках это постоянное зеркало грунтовых вод, экранирующее подстилающую водоупорную суглинистую толщу, уровень которого в течение всего вегетационного периода расположен довольно близко к поверхности — в Сосновском лесхозе на Карельском перешейке на глубине 0.3—0.6 м. На двучлен-

ных наносах и суглинистых породах, также несколько облегченных с поверхности, большую часть года присутствует горизонт верховодки. Уровень ее в мае поднимается до 10—12 см и нередко достигает поверхности, в июне падает до глубины 30 см и исчезает в июле и августе, хотя во влажные периоды он может присутствовать и в эти месяцы (Кощев, 1955; Давыдов, 1955; Пфальц,

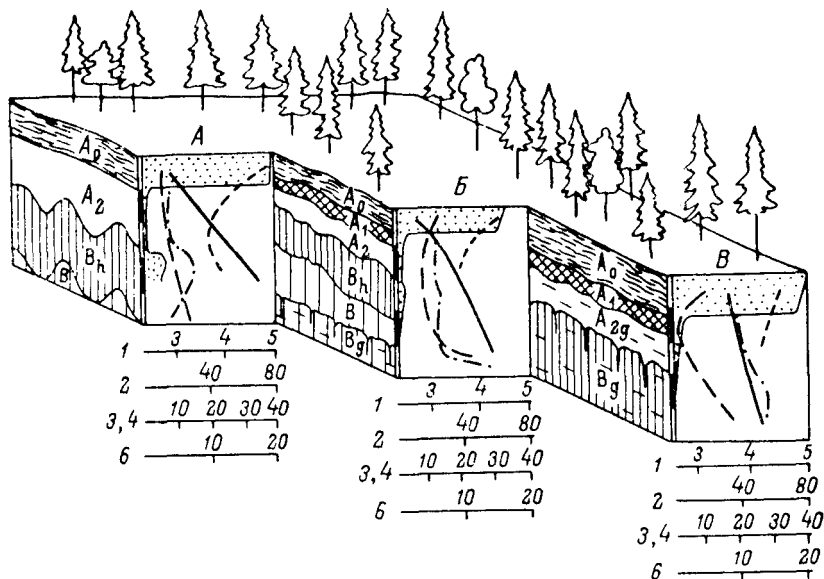


Рис. 10. Лесные почвы группы недостаточно дренированных земель на разных породах.

А — ельник чернично-зеленомошный на влажных грубогумусных подзолах гумусово-иллювиальных (ПЗ); Б — ельник чернично-зеленомошный на влажных грубогумусных подзолистых гумусово-иллювиальных глееватых почвах (ДЗ); В — ельник чернично-зеленомошный на влажных грубогумусных подзолистых поверхностно-глееватых почвах (ГмЗ). Остальные обозначения как на рис. 1.

1965; Орлов с сотр., 1974). Запасы влаги в верхних горизонтах профиля составляют 140—200 мм для 35-сантиметрового слоя (включая A_0) в среднем за вегетационный период (Кощев, 1955; Копосов, 1969); последняя цифра характерна для вырубков. Интересно, что эти величины довольно постоянны как на песках, так и на суглинках, и, по-видимому, хорошо отражают общий застойный характер увлажнения этих земель.

В силу такого характера увлажнения, консервирующего различные по своему потенциалу почвообразующие породы, во всех типах земель формируются преимущественно влажные грубогумусные почвы с мощной подстилкой (рис. 10; табл. 33) без заметных признаков оторфовывания. Однако после сплошных рубок

здесь сразу начинается заболачивание с формированием торфянисто-грубогумусных почв. Это именно те земли, для которых характерно временное заболачивание вырубок с их последующим биологическим осушением, которое лесоводами нередко широко распространяется на все таежные леса европейской территории страны. Временное заболачивание вырубок было обстоятельно изучено А. Л. Кошечевым (1955), который подчеркивал, что этот процесс развивается на почвах с мощностью подстилки более 7—9 см, т. е. только в условиях затрудненного дренажа и избыточного увлажнения.

Имея сходный вид аккумулятивной части профиля, почвы в разных типах недостаточно дренированных земель сильно различаются по строению минеральных горизонтов (табл. 33): на песках и двучленных наносах мы встречаем профиль подзолистых почв и подзолов гумусово-иллювиальных с выраженным оглеением в нижних горизонтах почвы (на двучленных наносах — наиболее сильно на контакте легкого и тяжелого наноса). На суглинистых породах, как моренных, так и покровных, формируется профиль подзолистых поверхностно-глееватых почв с горизонтами A_0 — A_1 — A_2 (A_2B_g) — B_g — C , в которых максимальное оглеение приурочено к верхней части профиля.

Недостаточно дренированные почвы на легких и тяжелых породах только в одном случае проявляют различие в отношении гумусовой части профиля: при некоторой выраженности уклона и очень слабой проточности на тяжелых породах встречаются влажные модергумусные почвы ельников кислично-черничных зеленомошных, также заболачивающихся после рубок с образованием почв странного облика: под мощной торфянистой подстилкой (8—12 см) залегает сильногумусированный и хорошо оструктуренный горизонт A_1 мощностью 10—15 см. Этот тип гумусообразования назван нами торфянисто-модергумусным.

Подзолистый горизонт хорошо выражен во всех почвах, кроме земель на пылеватых тяжелых суглинках, где формируется оглеенный переходный горизонт A_2B_g . Эти избыточно увлажненные почвы на тяжелых породах в наибольшей степени отвечают представлениям о псевдоглее европейских авторов (Kubiiena, 1953).

Для всех земель в рассматриваемых условиях типична довольно сложная структура почвенного покрова (табл. 33), связанная с хорошо выраженным ветровальным микрорельефом и в меньшей степени с исходным мезорельефом равнинных местоположений. На ветровальных повышениях обычно формируются грубогумусные и модергумусные почвы с деформированными минеральными горизонтами, в блюдцах на месте вывала — торфянисто-грубогумусные и торфянисто-перегнойные.

Аналитические данные по почвам рассматриваемых типов земель (табл. 34, 35) отражают их сильную выщелоченность и ненасыщенность. На легких почвах pH_{KCl} в A_0 опускается ниже 3, тогда как на тяжелых эта величина приближается к 4, в ряде слу-

Морфометрические признаки лесных почв на песках разного генезиса, недостаточного дре

Признаки	ПЗ. Влажные грубогумусные подзолы гумусово-иллювиальные (n = 5)		ДЗ. Влажные грубогумусные подзолистые гумусово-иллювиальные глееватые (n = 8)	
Уклон, градусы	—	0.6±0.41/59	—	1.1±0.38/68
Мощность, см:				
A ₀	100	10.5±0.25/5	100	8.2±0.32/11
A ₁	—	—	75	4.2±1.34/88
A ₁ A ₂	20	(+)	—	—
A ₂ , A _{2g}	100	18.2±2.74/13	100	9.2±1.85/55
B _h	100	28.4±3.25/25	50	9.9±4.28/120
B _g	—	—	—	—
общая гор. В	100	38.8±4.04/24	100	25.2±4.78/54
песка и супеси, глубина оглеения в ПЗ и ДЗ	—	140±29.9/47	—	40.4±5.51/36
Структура почвенного покрова. % площади с различными типами гумуса:				
грубогумусные	80	14±5.1/81	71	17±5.6/88
модергумусные	0	—	0	—
влажные грубогумусные	100	81±5.6/15	100	76±5.7/20
торфянисто-грубогумусные	40	(5)	14	(+)
влажные модергумусные	0	—	0	—
торфянисто-перегнойные	0	—	14	(+)

чаев превышая и ее (табл. 34). Все влажные грубогумусные и торфянисто-грубогумусные почвы содержат мало азота и имеют широкие отношения C : N (29—37) в A₀. У влажных модергумусных почв этот показатель гораздо благоприятнее.

В табл. 35 приведены материалы по составу гумуса ряда почв на ленточных глинах Лисинского лесхоза, отражающие все варианты дренированности и влияния хозяйственной деятельности. Анализируя эти данные, можно заключить, что количество гуминовых кислот во всех почвах приблизительно одинаково, хотя по большому количеству азота в них (величине C : N) выделяется влажная модергумусная почва. Фульвокислот несколько меньше у почв с оторфованной подстилкой, эти различия более ясны в отношении азота. В силу этих особенностей по величине C_{гк} : C_{фк} и N_{гк} : N_{фк} оторфованные почвы заметно отличаются от влажных грубогумусных и модергумусных, свидетельствуя о большей консервативности гумуса последних. Такая же картина прослеживается и для углерода нерастворимого остатка: и в подстилке,

двучленных наносах и на моренных бескарбонатных суглинках
дренированных равнин

ДЗ. Торфянисто-грубогумусные подзолистые гумусово-иллю- виальные глееватые (n = 5)		ГмЗ. Влажные грубо- гумусные подзолистые поверхностно-глееватые (n = 5)		ГмЗ. Влажные модергумус- ные подзолистые поверхностно-глееватые (n = 5)	
—	1.0±0.57/127	—	—	—	1.1±0.67/122
100	11.8±0.78/15	100	11.0±2.16/44	100	5.2±0.96/37
60	4.6±2.00/97	100	5.7±1.12/42	100	8.8±1.78/40
—	—	—	—	—	—
80	9.0±4.81/119	100	10.6±2.88/59	100	19.6±5.61/57
100	20.4±3.02/33	—	—	—	—
—	—	100	39.8±10.81/60	100	29.8±7.30/49
100	31.2±10.94/78	100	39.8±10.81/60	100	34.2±6.65/39
—	49.0±10.45/47	—	—	—	—
0	—	60	12±5.8/108	0	—
0	—	0	—	75	(12)
50	(7)	100	75±7.4/22	0	—
100	77±4.3/12	80	13±5.4/92	0	—
0	—	0	—	100	70±9.1/26
80	14±4.8/77	0	—	50	18±7.3/98

и в гумусовом горизонте его несколько больше у оторфованных почв. Однако, если обратиться к содержанию азота в нерастворимом остатке, вырисовывается несколько иная картина: большее количество азота находится в нерастворимом остатке влажной модергумусной почвы, несколько меньше — у влажной грубогумусной и еще меньше — у изученной оторфованной почвы. Данное обстоятельство подчеркивает лучшие условия аккумуляции и сохранения азота в почве древостоев, не подвергавшихся процессу заболачивания после рубок. Оценивая состав гумуса почв недостаточно дренированных равнин в целом, можно сделать вывод, что различия здесь имеют не только количественное, но и качественное выражение, что прослеживается по данным содержания азота в разных фракциях органического вещества.

У нас отсутствуют аналитические данные, характеризующие осушенные почвы рассматриваемых типов земель. Однако по картографическим материалам можно судить о том, что при давнем и

Физико-химическая характеристика лесных почв группы недостаточно дренированных земель равнин на различных породах

Число разрезов	Горизонт	pH _{KCl}	Гидролитическая кислотность	Сумма обменных оснований	Степень насыщенности основаниями, %	Общее содержание, %		C : N	Характеристика подстилки
			мг-экв. на 100 г почвы			C	N		
ПЗ. Влажные грубогумусные подзолы гумусово-иллювиальные									
5	A ₀	3.0±0.17/14	113±20.1/43	20±1.1/14	17±3.2/47	41.2±1.37/8	1.12±0.049/11	37±2.5/16	7.6±2.3/52; 10±1.8/45; 22±1.4/16
	A ₂	3.6±0.17/12	5±2.2/99	1±0.2/75	19±4.8/57	0.6±0.14/53	0.03±0.005/33	22±0.9/8	
	C	4.7±0.20/11	2±0.4/36	1±0.5/103	28±8.4/61				
ДЗ. Влажные грубогумусные подзолистые гумусово-иллювиальные глееватые почвы									
8	A ₀	2.9±0.08/7	69±8.3/30	20±3.5/38	22±1.3/13	33.4±2.05/16	1.04±0.069/18	32±1.4/17	6.3±0.12/4; 15±1.5/27; 16±1.8/23
	A ₁	3.0±0.15/11	9±1.2/34	2±0.4/56	16±2.8/42	2.6±0.43/40	0.10±0.014/34	24±2.2/21	
	C _g	4.2±0.40/21	2±0.9/82	7±2.9/77	74±7.5/20				
ДЗ. Торфянисто-грубогумусные подзолистые гумусово-иллювиальные глееватые почвы									
5	A ₀	3.0±0.33/19	88±14.2/48	12±2.7/41	14±4.9/61	32.6±3.00/16	1.13±0.10/15	29±2.6/17	9.4±0.76/14; 18±5.1/49; 14±4.0/50
	A ₁	3.5±0.36/18	10±3.2/58	1±0.1/33	8±1.5/33	3.3±0.78/41	0.16±0.040/44	21±2.2/18	
	C _g	4.0±0.26/11	3±0.9/54	1±0.6/96	23±5.0/38				
ГмЗ. Влажные грубогумусные подзолистые поверхностно-глееватые почвы									
5	A ₀	3.5±0.26/16	74±10.4/31	23±2.7/26	24±2.3/21	39.2±0.59/3	1.27±0.049/8	31.±1.4/10	6.9±1.5/49; 9±0.6/15; 29±3.9/30
	A ₁	3.6±0.16/10	16±4.7/64	2±0.6/89	8±2.9/79	3.8±1.08/63	0.16±0.045/49	29±4.6/27	
	C _g	4.4±0.37/19	2±0.6/64	4±0.8/53	62±6.3/23				
ГмЗ. Влажные модергумусные подзолистые поверхностно-глееватые почвы									
5	A ₀	3.9±0.45/26	52±9.2/40	40±10.6/54	35±10.2/58	27.1±3.20/26	1.09±0.182/37	26±3.7/32	4.6±0.48/21; 37±5.8/36; 38±11.3/59
	A ₁	3.7±0.11/6	12±2.9/59	4±1.2/74	35±12.7/73	5.1±1.34/59	0.26±0.156/134	19±2.6/30	
	C _g	3.9±0.21/12	2±0.24/32	14±4.6/76	74±11.6/31				

Состав гумуса лесных почв на ленточных глинах недостаточно дренированных равнин

Горизонт	Глубина, см	Общее содержание, %		C : N	Гуминовые кислоты (сумма фракций 1, 2)		Фульвокислоты				Нерастворимый остаток		C _{гк} C _{фк}	N _{гк} N _{фк}
							1а		сумма фракций 1а, 1, 2					
		C	N		C	C : N	C	C : N	C	C : N	C	C : N		

Влажная грубогумусная почва

Разрез 538

A ₀ '	0—1	40.04	1.384	28.9	11.2	21.5	3.7	13.5	18.9	27.7	53.8*	23.9	0.59	0.77
A ₀ ''	1—3	50.10	1.888	26.5	11.1	20.7	1.5	7.9	13.2	24.1	68.7*	25.6	0.84	0.98
A ₀ '''	3—11	43.16	1.764	24.5	14.1	19.5	2.3	15.8	18.1	26.0	61.0*	22.9	0.79	1.04
A ₁	11—16	4.97	0.390	12.7	23.1	12.1	5.0	13.2	20.1	20.4	56.8	11.4	1.15	1.94
A ₁ A ₂	16—22	1.53	0.137	11.2	22.2	17.9	8.5	32.5	21.6	22.0	56.2	8.3	1.03	1.26
B _{1г}	22—32	0.44	0.085	5.2	25.0	Не опр.	11.5	Не опр.	18.2	Не опр.	56.8	Не опр.	1.38	Не опр.

Торфянисто-грубогумусная почва

Разрез II

A _{0т}	0—7	49.70	1.543	32.2	12.9	21.3	1.8	40.0	12.1	29.6	62.9*	30.1	1.07	1.49
A ₀ A ₁	7—10	10.72	0.496	21.6	24.9	19.3	5.4	27.7	19.4	22.1	55.7*	22.3	1.28	1.43
A ₁ A ₂	10—18	2.45	0.124	19.8	18.8	13.5	12.2	33.3	26.5	29.5	54.7	19.7	0.71	1.55
A ₂ B _г	18—25	0.53	0.028	18.9	15.1	Не опр.	18.9	Не опр.	30.2	Не опр.	54.7	Не опр.	0.50	Не опр.
B _{1г}	35—45	0.28	0.019	14.7	17.8	»	»	25.0	»	»	50.0	»	»	»

Влажная умеренногумусная почва

Разрез 539

A ₀	0—2	39.47	1.769	22.3	9.7	17.1	4.2	14.4	13.8	21.9	61.7*	18.8	0.71	0.90
A ₀	2—5	38.32	1.852	20.7	13.1	16.4	2.4	13.9	14.6	16.7	64.4*	19.3	0.90	0.92
A ₁	5—14	4.14	0.384	10.8	22.0	11.0	4.3	10.6	24.1	11.2	53.9	11.6	0.91	0.93
A ₂ B _г	14—24	0.51	0.084	6.1	19.6	Не опр.	15.7	Не опр.	29.4	Не опр.	51.0	Не опр.	0.67	Не опр.

* За вычетом C воскоsmол.

интенсивном осушении на песках и двучленных наносах почвы трансформируются по своему гумусовому состоянию в сторону грубогумусных и модергрубогумусных с сохранением профиля гумусово-иллювиального подзола или подзолистой почвы. На моренных и покровных суглинках при осушении и влажные грубогумусные, и влажные модергумусные почвы постепенно трансформируются в модергумусные, усиливается оподзоленность, а признаки оглеения сохраняются в зоне контакта элювиальной и иллювиальной частей профиля.

Консервирующее влияние избыточного увлажнения сказывается и на характере лесной растительности: здесь формируются преимущественно ельники чернично-зеленомошные с доминированием в травяно-кустарничковом ярусе черники, брусники, изредка майника, кислицы. В моховом ярусе преобладают *Pleurozium schreberi* и *Hylocomium splendens*, а по микропонижениям — *Sphagnum girgensohnii*. Правда, В. Н. Федорчук с сотр. (1978) различают типы леса на легких и тяжелых породах: на первых в покрове присутствуют только виды группы черники, на вторых — черники и майника. После рубок здесь формируются вейниково-долгомошные сообщества, трансформирующиеся в ельники чернично-долгомошные над торфянисто-грубогумусными почвами. Прямыми данными о влиянии пожаров на лесные экосистемы этих земель мы не располагаем, но появление сосняков черничных и чернично-долгомошных на песках недостаточно дренированных равнин, по-видимому, связано с подстильно-гумусовыми пожарами.

Нивелирующее влияние избыточного увлажнения, сказывающегося на формировании сходного типа аккумулятивных горизонтов почв и напочвенного покрова, все же не может полностью сгладить различия потенциального богатства пород, что отражается на производительности древостоев: на влажных грубогумусных почвах на легких породах к 80-летнему возрасту ельники достигают высоты 16—18 м, тогда как на тяжелых — 20—21 м.

В целом динамика растительности и почв в пределах этой группы лесных земель определяется соотношением процессов заболачивания и разболачивания. При этом без вмешательства человека лесные экосистемы успешно преодолевают неблагоприятное экологическое воздействие временного избытка влаги, свидетельством чему являются влажные грубогумусные почвы нередко без каких-либо признаков оторфованности. Этому также способствуют процессы оподзоливания, контактного и поверхностного оглеения, приводящие к облегчению гранулометрического состава верхней части профиля и увеличению мощности элювиальных горизонтов. В совокупности эти процессы приводят к улучшению дренированности почв. Следовательно, развитие лесных экосистем на этих землях ведет к улучшению почвенно-экологических условий, и в итоге возможна трансформация этих земель в нормально дренированные.

Лесные земли этой группы довольно обычны в таежной зоне: в северной тайге здесь формируются ельники чернично-долгомошные и зеленомошно-долгомошные (Сабуров, 1972; Львов, Ипатов, 1976), в других районах южной тайги — ельники черничные влажные (Орлов с сотр., 1974), в Зауралье — ельники разнотравно-зеленомошные и зеленомошно-хвощовые (Колесников с сотр., 1974), в Центральной Сибири — сосняки с лиственницей чернично-долгомошные и долгомошно-зеленомошные (Крауклис, 1969; Киреев, 1977). В Канаде на легких почвах (серия Лоунсанд) при недостаточном дренаже формируются древостой из *Pinus banksiana*, на тяжелых (серия Педжес) — из *Picea glauca* (Smith e. a., 1964).

Таким образом, на недостаточно дренированных землях мы встречаемся как с отрицательными (заболочивание), так и с положительными (осушение) антропогенными воздействиями, и в целом менее благоприятный водный режим служит причиной меньшей устойчивости лесных экосистем к нарушающим воздействиям. В то же время благодаря наличию мощного грубого гумуса почвы здесь обладают способностью аккумулировать значительные количества промышленных загрязнений.

Группа слабодренированных лесных земель на различных породах с ельниками и сосняками долгомошными

Эти заболоченные земли с мелким слоем торфа довольно обычны в таежной зоне, за исключением конечно-моренных и камовых холмистых ландшафтов. В связи с некоторой общностью всех встречаемых типов слабодренированных земель они рассматриваются совместно.

Почвообразующие породы не имеют существенных отличий от таковых в группах дренированных и недостаточно дренированных земель: это бескарбонатные четвертичные отложения разного гранулометрического состава, а также двучленного строения.

Слабый дренаж территории и избыточное застойное увлажнение определяются равнинностью рельефа на тяжелых породах и приуроченностью к депрессиям на легких и в некоторых случаях также на тяжелых породах. На песках постоянно имеется зеркало грунтовых вод, расположенное по нашим наблюдениям на Карельском перешейке на глубине 50—20 см в среднем за сезон. На двучленных наносах и суглинках разного генезиса большую часть года присутствует горизонт верховодки, в мае уровень его приближается к поверхности (9—12 см), в июне он опускается до глубины 20—30 см, в августе верховодка нередко отсутствует (Давыдов, 1955; Антонов, 1964; Пфальц, 1965; Орлов с сотр., 1974). Запасы влаги в торфянистом горизонте мощностью 20—30 см в среднем за сезон весьма значительны — 120—390 мм, опускаясь в осуще-

ном торфе до 110 мм (Коцеев, 1955; Антонов, 1964; Копосов, 1969).

Во всех типах земель слабодренированных равнин и депрессий образуются преимущественно торфянисто-перегнойные и реже торфянистые почвы с мощностью слоя торфа 15—30 см, отражающие нивелирующее влияние длительного избыточного увлажнения (рис. 11). После рубок здесь не происходит каких-либо суще-

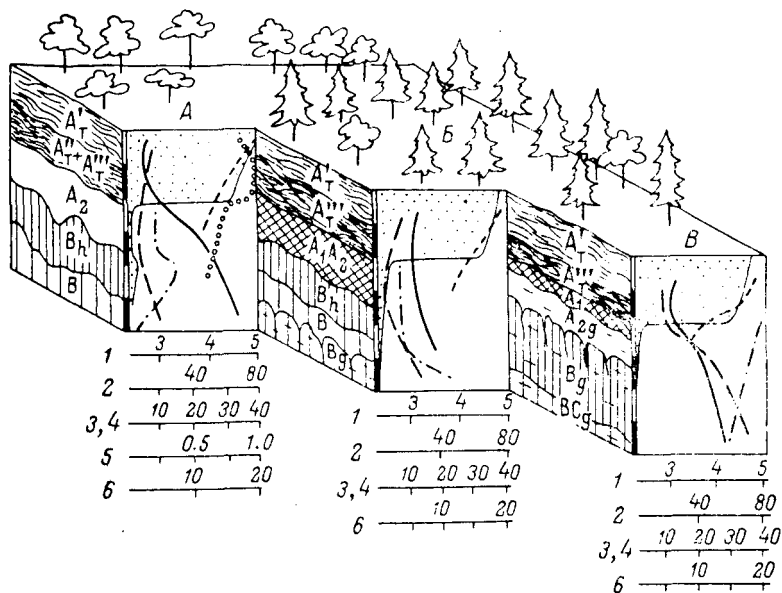


Рис. 11. Лесные почвы группы слабодренированных земель на различных породах.

А — сосняк багульниково-голубично-сфагновый на торфянисто-перегнойных подзолах гумусово-иллювиальных (П4); Б — ельник чернично-долгомощный на торфянисто-перегнойных подзолистых гумусово-иллювиальных глееватых почвах (Г4); В — ельник чернично-долгомощный на торфянисто-перегнойных подзолистых поверхностно-глееватых почвах (Гм4). Остальные обозначения как на рис. 1.

ственных изменений в профиле почвы, отмечается только нарастание толщи слаборазложившегося торфа, отражающее усиление процесса заболачивания.

Структура почвенного покрова определяется здесь микрорельефом поверхности, связанным с ветровальностью древостоев: на минеральных буграх (валах) встречаются торфянисто-грубогумусные почвы с мелкой оторфованной подстилкой, в блюдцах — более мощные торфяно-перегнойные почвы (табл. 36).

Торфянистый горизонт по своему морфологическому облику имеет много общего у почв всех рассматриваемых типов земель: сверху это всегда слаборазложившийся светло-бурый торф, ниже — сильноразложившийся перегнойный (нередко можно выделить

Таблица 36

Морфометрические признаки лесных почв на песках разного генезиса, двучленных наносах и бескарбонатных моренных суглинках слабодренированных равнин

Признаки	П4. Торфянисто-перегнойные подзолы гумусово-иллювиальные (n = 9)		Д4. Торфянисто-перегнойные подзолистые гумусово-иллювиальные глееватые (n = 5)		Гм4. Торфянисто-перегнойные подзолистые поверхностно-глееватые (n = 11)	
Уклон, градусы	—	0	—	(0.3)	—	(0.4)
Мощность, см:						
песка и супеси	—	136 ± 9.4/20	—	30.0 ± 2.81/21	—	—
A _T '	100	11.8 ± 0.97/24	100	10.2 ± 1.65/35	100	12.9 ± 0.86/22
A _T '' + A _T '''	100	9.7 ± 2.65/80	100	10.4 ± 3.83/83	100	8.4 ± 0.76/30
общая A _T	100	21.6 ± 2.54/34	100	20.6 ± 2.18/24	100	21.3 ± 1.10/17
A ₁	—	—	—	—	63	3.6 ± 1.23/97
A ₁ A ₂	11	(+)	100	15.0 ± 1.84/27	—	—
A ₂ , A _{2z}	78	14.1 ± 3.34/69	20	(+)	63	5.9 ± 1.54/82
B _b	56	12.6 ± 4.29/99	40	9.6 ± 6.31/146	—	—
B _g	—	—	—	—	100	25.4 ± 2.71/35
общая гор. В	100	31.2 ± 5.33/51	100	23 ± 2.78/27	100	25.4 ± 2.71/35
Структура почвенного покрова, % площади с различными типами гумуса:						
торфянистые	0	—	20	(+)	9	(3)
торфянисто-перегнойные	100	90 ± 3.5/12	100	92 ± 5.76/14	100	87 ± 4.2/16
перегнойно-торфянистые	0	—	0	—	18	(6)
торфянисто-грубогумусные	67	10 ± 3.5/110	0	—	18	(3)
торфяно-перегнойные	0	—	20	(8)	0	—

подгоризонт и среднеразложившегося торфа). Подгоризонт перегнойного торфа на песках бурый, на двучленных наносах, и особенно на тяжелых породах — почти черный. Строение минеральных горизонтов резко различается на легких и тяжелых породах (рис. 11): на песках и двучленных наносах, как и в условиях недостаточной дренированности, формируется профиль гумусово-иллювиального подзола. Иногда минеральные горизонты торфянисто-перегнойных песчаных почв имеют слабодифференцированный размытый профиль буровато-серого цвета, встречающийся на сильно обводненных участках, что, по-видимому, является проявлением оглеения на песчаных породах, в обычных условиях морфологически слабо различимого. На суглинистых и глинистых породах в этих типах земель формируется профиль подзолистых поверхностно-глееватых и поверхностно-глеевых почв с максимальным проявлением оглеения сразу под торфянистым горизонтом, в несколько облегченной части породы, как правило, за счет развития элювиально-глеевого процесса. Подзолистые поверхностно-глееватые почвы формируются на моренных суглинках, поверхностно-глеевые с сизым слитым глеевым горизонтом небольшой мощности сразу под торфянистым слоем или небольшим потечно-гумусовым горизонтом характерны для ленточных глин и тяжелых покровных суглинков.

Данные анализов торфянисто-перегнойных гумусовых подзолов и поверхностно-глееватых подзолистых почв (табл. 37, 38) подчеркивают исключительно сильную выщелоченность этих почв: величины рН в торфе около 3, насыщенность основаниями как торфа, так и минеральных горизонтов очень мала. Слабо различаются они и по характеристике торфянистого слоя: количество азота весьма незначительно, величина $C : N$ около 35. У торфянисто-перегнойных поверхностно-глеевых почв на ленточных глинах, изученных нами ранее, количество азота в торфе заметно выше (1.2—1.5%) и уже отношение $C : N$ (27—32), хотя кислотно-основные свойства имеют величины такого же порядка. По данным табл. 37 видны значимые различия торфянисто-перегнойных почв по запасам торфа: на тяжелых почвах вес торфянистого горизонта при одной и той же мощности превышает таковой на торфянисто-перегнойных песчаных подзолах почти в три раза.

Слабодренированные земли с торфянисто-перегнойными почвами являются мелиоративным фондом и вовлекаются в осушение. Степень изменения почв при этом весьма различна. Торфянистые и торфянисто-перегнойные подзолы гумусово-иллювиальные трансформируются в грубогумусно-перегнойные подзолы и подзолистые почвы, имеющие грубогумусную подстилку, обычную для песчаных почв дренированных земель, а от торфянистого горизонта сохраняется слой перегнойного черного торфа, минеральные горизонты существенно не меняются. Именно такой характер изменения лесных почв за 50 лет осушения отметила И. Я. Крым (1977). Об изменении химических свойств почв можно судить по данным табл. 38.

Физико-химическая характеристика торфянисто-перегнойных почв группы слабодренированных лесных земель

Число разрезов	Горизонт	рН КС1	Гидролитическая кислотность	Сумма обменных оснований	Степень насыщенности основаниями, %	Общее содержание, %		C : N	Характеристика торфа
			мг-экв. на 100 г почвы			C	N		

И4. Торфянисто-перегнойные подзолы гумусово-иллювиальные

9	A _T	2.9±0.13/14	87±8.8/30	18±2.0/34	18±2.9/48	36.5±1.24/10	1.05±0.044/13	35±1.2/10	7.0±1.07/40; 11±2.6/70; 17±1.5/27
	A ₂	3.8±0.14/11	4±0.9/68	0.4±0.06/35	14±2.5/49	0.8±0.39/118	0.05±0.010/44	23±4.5/48	
	C	4.3±0.21/13	3±1.0/90	1±0.3/100	19±8.2/117	Не определялось			

Д4. Торфянисто-перегнойные подзолистые гумусово-иллювиальные глееватые почвы

5	A _T	3.3±0.19/13	89±15.1/38	20±7.4/84	17±7.2/95	35.6±1.78/10	0.97±0.060/14	37±5.0/28	10.8±2.26/36; 8±2.1/64; 30±5.8/55
	A ₁ A ₂	3.3±0.17/10	9±2.9/64	3±1.0/62	11±2.4/42	4.8±2.73/81	0.18±0.075/59	25±3.9/23	
	C _g	4.1±0.29/16	6±2.0/63	4±0.8/46	39±5.2/23	Не определялось			

Гм4. Торфянисто-перегнойные подзолистые поверхностно-глееватые и глеевые почвы

11	A _T	3.2±0.09/10	74±7.7/43	23±2.4/37	23±1.7/26	34.8±1.32/14	1.06±0.062/22	35±3.1/34	16.9±2.14/34; 18±1.2/27; 24±4.2/55
	A ₁	3.7±0.15/13	6±0.8/42	4±0.8/65	38±6.1/51	2.6±0.86/66	0.11±0.058/91	18±1.5/12	
	C _g	4.2±0.37/19	3±0.61/58	10±1.2/36	76±4.8/19	Не определялось			

Состав гумуса целинной осушенной почвы на песках слаборенированных равнин. % от общего С

Горизонт	Глубина, см	Общее содержание, %		C : N	Гуминовые кислоты (сумма фракций 1, 2)		Фульвокислоты				Нерастворимый остаток		$\frac{C_{ГК}}{C_{ФК}}$	$\frac{N_{ГК}}{N_{ФК}}$
		C	N		C	C : N	1a		сумма фракций 1a, 1, 2		C	C : N		
							C	C : N	C	C : N				

Торфянисто-перегнойный подзол

Разрез 493

A _T '	0—10	48.18	1.132	42.6	23.8	29.1	1.6	8.1	27.0	36.1	39.6*	50.7	0.88	1.09		
A _T ''	10—18	35.06	1.045	33.5	31.0	27.2	0.7	15.6	28.5	28.3	27.4*	32.8	1.09	1.13		
A ₂	25—35	0.03	0.002	15.0	23.1	Не опр.	1.9	Не опр.	32.7	Не опр.	44.2	Не опр.	0.71	Не опр.		
B _h	70—80	1.25	0.060	20.8	33.1	»	»	24.6	»	»	10.3	»	»	0.59	»	»
BC	115—120	0.24	0.004	60.0	10.4	»	»	20.8	»	»	37.5	»	»	0.28	»	»

Грубогумусно-перегнойный подзол осушенный

Разрез 1

A ₀	0—5	50.36	1.344	37.5	12.6	20.9	1.2	19.4	13.3	38.6	55.8*	33.3	0.95	2.25
A _T	5—13	52.30	1.671	31.3	16.1	20.0	1.6	60.0	14.0	23.8	55.6*	30.8	1.15	1.37
A ₂	13—17	0.44	0.053	8.3	45.4	14.3	2.3	10.0	27.3	5.7	27.3	6.7	1.67	0.67
B _h	17—25	4.24	0.214	19.8	20.7	17.9	27.8	42.2	70.5	29.3	8.8	5.9	0.29	0.48
C	90—100	0.20	0.020	10.0	Не определялось									

* За вычетом С воскосмол.

Кислотность их несколько снижается при некотором повышении насыщенности основаниями и определенно большем количестве обменных оснований в новообразованной подстилке и перегнойном торфе. В почве усиливается гумусово-иллювиальный процесс и повышается количество азота по всему профилю как в абсолютном выражении, так и относительно, по величинам $C : N$. Состав гумуса изменяется в сторону увеличения количества гуминовых кислот при заметно большей концентрации в них азота, если судить по величинам $C : N$. В целом же характер гумусообразования сохраняется прежним: высокая концентрация гуминовых кислот в органомогенном горизонте при резко фульватном характере гумуса минеральных горизонтов, что типично и для почв дренированных песчаных земель.

При длительном и интенсивном осушении на суглинистых бескарбонатных породах образуются перегнойные почвы с 10—15-сантиметровым черным сильноразложившимся торфом, перекрытым лесной подстилкой мощностью 3—5 см. При полной минерализации торфянистого горизонта на самых староосушенных участках в итоге формируются влажномуллевые (темноцветные) почвы с мелким сильноразложившимся торфом или лесной подстилкой и довольно мощным (до 25 см) ярко-красно-оранжевым темно-серым гумусовым горизонтом. Иначе говоря, даже при сильном и давнем осушении в лесу не происходит полной трансформации слабодренированных почв в нормально дренированные: в наиболее типичных случаях здесь создаются условия, близкие по всем характеристикам к проточным избыточно увлажненным местообитаниям с сохранением сильного оглеения минеральных горизонтов. Мы не располагаем аналитическими данными, характеризующими этот процесс, но, если судить по влажномуллевым почвам проточных ложбиц, здесь происходит не только минерализация торфа, но и образование большого количества богатых азотом гумусовых веществ. Они пропитывают верхнюю часть минеральной толщи, где формируется стабильная система гумусовых веществ, прочно связанных с глинистыми минералами, содержащая в себе большую часть азота почвы. Описанный характер преобразования торфянисто-перегнойных почв в процессе их осушения был изучен нами на постоянных пробных площадях отдела осушительной мелиорации ЛенНИИЛХ в Сиверском лесхозе с давностью осушения 50—80 лет; часть лесоводственных материалов, характеризующих эти пробы, опубликована (Елпатьевский с соавт., 1970).

На этих землях повсеместно образуются леса долгомошной группы. Однако в отличие от недостаточно дренированных земель имеются заметные различия между лесами на бедных песчаных породах и более богатых суглинистых и двучленных. На песках формируются сосняки багульниково-голубично-сфагновые, на двучленных наносах и моренных суглинках мы встречаем преимущественно ельники чернично-долгомошные, на тяжелых пылева-

тых суглинках и глинах — сосняки чернично-долгомошные (чернично-сфагновые). В травяно-кустарничковом ярусе в этих лесах доминируют обычно черника, брусника, в моховом ярусе — сплошной ковер сфагнумов, реже кукушкина льна. Наиболее характерной группой детерминантных видов для этих лесных земель, по В. Н. Федорчуку (1976), являются представители группы осоки шароплодной: *Carex globularis*, *Polytrichum commune*, *Sphagnum wulfianum*, *S. girgensohnii*, *S. nemoreum*. На песках здесь также присутствуют виды группы багульника (*Ledum palustre*, *Vaccinium uliginosum*, *Oxycoccus quadripetalus*, *Andromeda polifolia* и др.), на двучленных наносах и суглинках — виды группы черники и майника (Федорчук с сотр., 1978). После длительного и интенсивного осушения на песках, супесях и двучленных наносах формируются сосняки и ельники чернично-зеленомошные, в основном аналогичные таковым на дренированных и недостаточно дренированных землях. На тяжелых породах формируются ельники чернично-кисличные и папоротниково-кисличные, напоминающие по своему облику влажнотравные леса проточных местообитаний.

Производительность лесов, произрастающих на этих землях, заметно ниже, чем в дренированных условиях, — к 80-летнему возрасту сосняки достигают высоты 17 м (на ленточных глинах 15 м), а ельники — 14—16 м. В осушенных условиях высота древостоев в этом возрасте достигает 20 м в сосняках и 19—24 м в ельниках.

Динамика лесных экосистем на этих землях, очевидно, определяется соотношением процессов заболачивания и разболачивания. По-видимому, при естественном развитии здесь преобладают процессы заболачивания и торфонакопления и эти земли «движутся» в сторону болотных местообитаний. Сплошные рубки только ускоряют этот процесс. При осушении, как в результате антропогенного вмешательства, так и в силу развития гидрографической сети и формирования современного рельефа, эти земли могут трансформироваться в более дренированные либо проточные с соответствующими почвами и растительностью. Осушенные торфянисто-перегнойные почвы нередко подвергаются воздействию лесных пожаров, при которых полностью или частично выгорает слой торфа и погибает древостой. Данными о характере восстановления растительности и почв после таких пожаров мы не располагаем.

Слабодренированные лесные земли повсеместно распространены в таежной зоне нашей страны: сосняки и ельники чернично-сфагновые, чернично-багульниковые, долгомошные, чернично-вороничные, хвощовые, голубично-багульничково-долгомошные, хвощово-гипновые на торфянистых и торфянисто-перегнойных почвах описаны в различных подзонах тайги европейской территории страны (Орфанитский, 1963; Сабуров, 1972; Дыренков с сотр., 1972; Орлов с сотр., 1974; Львов, Ипатов, 1976, и др.),

на Урале и в Западной Сибири (Колесников с сотр., 1974; Санников, 1974), а также в Центральной Сибири (Киреев, 1977). В США и Канаде на этих землях формируются леса из американских видов сосны, ели и пихты, которые можно отнести к долгомошным и травяно-сфагновым типам, несмотря на значительные различия в составе растительности (Wilde, 1976).

Заклучая рассмотрение лесных земель слабодренированных равнин и депрессий, подчеркнем, что антропогенные воздействия сильно изменяют их исходное состояние, и в целом можно говорить о положительном влиянии хозяйственной деятельности человека в связи с осушением. При этом экологическое воздействие осушения в лесу оказывается более мягким (происходит трансформация аккумулятивной части профиля), чем осушение и распашка земель в сельском хозяйстве, приводящие к полной минерализации торфа без образования гумусового горизонта. Благодаря высокой физико-химической и биологической емкости торфянистых горизонтов почвы на этих землях обладают высокой буферной способностью по отношению к различным загрязнениям.

*Группа недостаточно и слабодренированных
лесных земель с сильным проточным увлажнением
с ельниками влажнотравными*

Эти земли занимают незначительные площади в изученном нами регионе, но встречаются повсеместно во всех лесных ландшафтах, занимая неширокие мелкие ложбины, являющиеся началом гидрографической сети, и узкие лесные поймы, где отсутствует заметный привнос аллювия. Реже они образуют более обширные контуры ниже по склону от места выклинивания грунтовых вод. Это весьма характерная группа поручейных (приручейных, травяно-таволжных) местообитаний и типов леса.

Почвообразующими породами здесь могут быть самые разнообразные отложения: как маломощные сортированные пески, так и суглинки и глины разного генезиса, состав и свойства которых обсуждались при описании дренированных земель.

Однако свойства породы не имеют здесь решающего значения. Главная роль в формировании экологического режима принадлежит постоянно присутствующему в течение круглого года (за исключением засушливых лет) горизонту проточных грунтовых вод, а на тяжелых породах — верховодке. Уровень этих вод держится в пределах верхней полуметровой толщи. Примечательно, что химизм проточных вод также оказывается несущественным: и при увлажнении жесткими грунтовыми водами (как на Ордовикском плато, так и в его краевой зоне), и при увлажнении мягкими железистыми водами (на Карельском перешейке и в других районах) образуются близкие по своим свойствам и генезису темноцветные глеевые почвы, которые по типу гумуса были определены нами, следуя И. В. Тюрину и В. В. Пономаревой

(1940), как влажномуллевые. Эти почвы имеют небольшую сильно-разложившуюся лесную подстилку и мощный гумусовый горизонт, очень сильно прокрашенный органическим веществом, с комковатой структурой на легких и зернистой прочной структурой на тяжелых породах. Ниже гумусового горизонта на легких породах формируется сильнооглеенный горизонт A_2G , на тяжелых — сильнооглеенный горизонт вымывания B_g . Сплошной, как правило, голубой глеевый горизонт образуется преимущественно на ленточных глинах. При более сильном обводнении здесь формируются почвы с мелким слоем перегнойного торфа поверх гумусового горизонта, которые могут быть определены как перегнойно-торфянистые глеевые. Различия в богатстве почвообразующих пород и химизме проточных вод сказываются только на мощности гумусового горизонта: на легких почвах он самый мелкий (табл. 39), на тяжелых карбонатных (либо при увлажнении жесткими водами) мощность его иногда может достигать 40—50 см и более.

Структура почвенного покрова этих типов земель определяется микро- и мезорельефом, нередко связанным с ветровалом. В понижениях встречаются перегнойно-торфянистые почвы, на микроповышениях — влажные модергумусные и даже модергумусные подзолистые (табл. 39).

Физико-химические данные этих почв (табл. 40, 41) свидетельствуют в целом об их несколько меньшей выщелоченности и кислотности, а при жестком увлажнении эти различия весьма существенны. По признакам аккумулятивной части профиля отмечается увеличение содержания азота и гумусированности у почв на тяжелых породах, хотя в относительном выражении (по величинам $C : N$) у нас нет оснований для их таксономического разделения. Материалы по составу гумуса этих почв (табл. 41) указывают на исключительное совершенство системы гумусовых веществ этих почв: среди растворимых продуктов гумусообразования преобладают гуминовые кислоты, содержащие весьма значительное количество азота ($N_{гк} : N_{фк}$ в ряде случаев превышает 2). Наибольшее значение все же имеют гумусовые соединения нерастворимого остатка, преобладающие здесь как по абсолютным значениям величин C и N , так особенно выделяющиеся по узкому отношению $C : N$.

Во всех рассмотренных типах проточных земель распространены ельники влажнотравные (травяно-таволжные) довольно высокой продуктивности (высота 80-летних древостоев сосны и ели составляет более 20 м), нередко с примесью ольхи черной, а на землях с жестким увлажнением — с ясенем, кленом и липой. В мощном травяном ярусе доминируют таволга вязолистная, аконит, кочедыжник женский, под пологом которых расположен ярус кислицы, майника, костяники. Детерминантами, по В. Н. Федорчуку (1976; Федорчук с сотр., 1978), служат виды групп таволги (*Filipendula ulmaria*, *Geum rivale*, *Viola epipsila*,

Морфометрические признаки лесных почв слабодренированных земель с сильным проточным увлажнением на песках, супесях, двучленных наносах и бескарбонатных суглинках равнин и ложбин

Признаки	П5, С5, Д5. Влажно-муллевые глееватые и глеевые (n = 5)		П5, С5, Д5. Перегнойно-торфянистые глеевые (n = 2)		Г5. Влажномуллевые глеевые (n = 5)		Г5. Перегнойно-торфянистые глеевые (n = 7)	
Уклон, градусы	—	(0.2)	(1.2)	—	(0.2)	—	(0.4)	
Мощность, см:								
песка и сунеси	—	57.0 ± 8.60/34	(37)	—	—	—	—	
A ₀	100	8.6 ± 3.11/78	(3.0)	100	3.5 ± 1.01/67	57	4.7 ± 1.81/95	
A _T [*]	0	—	(18.0)	0	—	100	19.6 ± 2.18/29	
общая подстилки и торфа	100	8.6 ± 3.11/78	(21)	100	3.5 ± 1.01/67	100	24.3 ± 2.20/23	
A _{1g}	100	14.8 ± 2.13/32	(3)	100	24.8 ± 3.87/35	71	11.9 ± 4.36/94	
A _{2G}	20	9.7 ± 9.61/167	(20)	40	(5)	0	—	
BG	100	36.8 ± 9.02/49	(27)	100	20.0 ± 6.08/83	57*	10.7 ± 4.65/111	
Структура почвенного покрова. % площади с различными типами гумуса:								
влажномуллевые	100	87 ± 13.4/26	(20)	100	79 ± 13.2/33	14	(+)	
перегнойно-торфянистые	33	(13)	(55)	20	(8)	100	93 ± 7.1/20	
влажные модергумусные	0	—	(15)	20	(8)	0	—	
модергумусные	0	—	(10)	20	(6)	0	—	

* В остальных 43% случаев — сплошной глеевый горизонт.

Физико-химическая характеристика лесных почв группы слабодренированных земель с сильным проточным увлажнением

Число разрезов	Горизонт	рН КС1	Гидролитическая кислотность	Сумма обменных оснований	Степень насыщенности основаниями, %	Общее содержание, %		C : N	Характеристика подстилки и торфа
			мг. экв. на 100 г почвы			C	N		

П5, С5, Д5. Влажномуллевые глееватые и глеевые почвы

5	A ₀	4.2 ± 0.23/13	54 ± 10.6/48	32 ± 5.4/41	42 ± 6.6/38	27.7 ± 3.88/34	1.12 ± 0.101/22	24 ± 2.3/23	4.4 ± 0.78/31; 32 ± 9.7/73; 45 ± 6.4/28
	A _{1g}	4.4 ± 0.25/14	7 ± 2.4/81	2 ± 0.7/60	26 ± 7.1/60	3.2 ± 1.05/80	0.22 ± 0.064/71	15 ± 1.4/23	
	C _g	4.6 ± 0.22/12	2 ± 0.2/29	3 ± 1.4/94	54 ± 9.9/41				

Г5. Влажномуллевые глеевые почвы

5	A ₀	4.5 ± 0.15/9	56 ± 8.0/38	50 ± 9.9/52	47 ± 6.7/38	31.4 ± 1.16/9	1.37 ± 0.140/27	22 ± 1.4/27	4.5 ± 0.57/33; 17 ± 2.8/44; 67 ± 13.4/53
	A _{1g}	4.3 ± 0.21/14	15 ± 4.3/81	16 ± 3.7/67	52 ± 9.2/51	7.3 ± 0.88/32	0.47 ± 0.046/26	15 ± 0.8/14	
	C _g	5.0 ± 0.40/20	2 ± 0.6/79	11 ± 2.7/62	82 ± 6.0/18				

Г5. Перегнойно-торфянистые глеевые почвы

2	A _т [*]	(3.3)	(59)	(23)	(31)	(31.0)	(1.34)	(23)	(38.4); (13); (31)
	A _{1g}	(4.1)	(8)	(5)	(33)	(6.2)	(0.50)	(12)	
	C _g	(3.8)	(2)	(4)	(50)		Не определялось		

Таблица 41

Состав гумуса влажноумулевых глеевых почв слабодренированных лесных земель с сильным проточным увлажнением,
% от общего С

Индекс типа земель	Номер разреза	Горизонт	Глубина, см	Общее содержание, %		C : N	Гуминовые кислоты (сумма фракций 1, 2)		Фульвокислоты				Нерастворимый остаток		$\frac{C_{ГК}}{C_{ФВ}}$	$\frac{N_{ГК}}{N_{ФК}}$
				C	N		C	C : N	1а		сумма фракций 1а, 1, 2		C	C : N		
									C	C : N	C	C : N			C	C : N
Гм5	529	A ₀	0—8	40.74	2.130	19.1	16.5	19.5	1.7	11.8	14.8	15.5	64.9*	18.9	1.11	0.88
		A ₁	8—26	4.99	0.376	13.3	23.3	11.5	5.0	13.9	20.6	25.2	56.1	11.9	1.12	2.47
		B _г	35—45	0.37	0.081	4.6	18.9	Не опр.	16.2	Не опр.	21.6	Не опр.	59.5	Не опр.	0.88	Не опр.
Гп5	546	A ₀	0—4	38.83	1.861	20.9	11.0	14.8	3.2	34.0	13.3	33.9	68.4*	18.7	0.83	1.90
		A ₁ '	5—15	14.54	1.712	8.5	23.1	11.6	3.5	39.2	24.5	15.1	52.4	6.4	0.94	1.22
		A ₁ ''	20—30	7.83	0.518	15.1	21.5	12.2	2.7	30.0	15.3	25.5	63.2	14.9	1.40	2.94
		G	30—40	0.49	0.074	6.9	22.5	Не опр.	14.3	Не опр.	30.6	Не опр.	46.9	Не опр.	0.73	Не опр.
		B _г	60—70	0.43	0.090	4.8	11.6	» »	20.9	» »	41.8	» »	46.6	» »	0.28	» »
Гк5	534	A ₁ '	0—10	7.39	0.580	12.6	24.6	17.0	3.2	16.0	18.2	18.0	57.2	10.6	1.35	1.43
		A ₁ ''	20—30	4.31	0.283	15.2	26.5	24.8	4.9	26.2	15.6	11.0	57.9	14.2	1.70	0.76
		B _г	35—50	0.44	0.114	3.9	31.9	Не опр.	6.8	Не опр.	20.4	Не опр.	47.7	Не опр.	1.56	Не опр.

* За вычетом С воскосмол.

Equisetum pratense, *Ranunculus repens*, *Aconitum excelsum*), майника и папоротников (*Athyrium filix-femina*, *Dryopteris austriaca*, *Rubus idaeus*, *Thelypteris phegopteris*, *Gymnocarpium driopteris*). После рубок на этих землях очень сильно разрастается влажнотравье с формированием травостоя более 1 м высоты, что затрудняет возобновление ели, и здесь идет смена пород на ольху черную, серую, осину и березу. В редких случаях мы встречали осушенные поручейные местообитания, в которых образуются травяно-кисличные сообщества, тогда как изменения в почвах почти не прослеживаются. В целом динамика гумусового состояния почв в связи с антропогенными воздействиями здесь выражена очень слабо. Но все же развитие экосистем на этих землях, по-видимому, идет в сторону улучшения дренированности в связи с развитием рельефа.

Принадлежащие к этой группе лесных земель ельники приручейные, широколиственные, высокотравные и крупнотравные описаны в других областях европейской территории, на Урале, в Западной и Центральной Сибири (Крауклис, 1969; Сабуров, 1972; Дыренков с сотр., 1972; Колесников, 1974; Южная тайга Прииртышья, 1975; Львов, Ипатов, 1976, и др.).

Приведенные данные позволяют заключить, что влажномулевые глееватые и глеевые почвы проточных земель безусловно служат природным эталоном максимального плодородия лесных почв таежной зоны, реализовать которое в полной мере можно только после регулирования водного режима.

Группа слабодренированных лесных земель на торфах различных типов преимущественно с сосняками сфагновыми

Слабодренированные лесные земли с мощностью торфа более 30 см широко распространены в изученной нами области по замкнутым понижениям на моренных и озерно-ледниковых равнинах и по депрессиям, связанным с рельефом дочетвертичного фундамента (Тв6 и Тп6). В условиях проточного увлажнения при высокой обводненности они встречаются в широких ложбинах и на склонах ниже каймы выклинивания грунтовых вод [Тп6(5)]. На Карельском перешейке нами был описан низинный среднемогучный «висячий» торфяник на покатом склоне абразионного уступа (уклон 12°, мощность торфа 110 см), обязанный своим происхождением выклиниванию грунтовых вод. С другой стороны, все три типа торфяных земель нередко встречаются совместно, образуя крупные сложные болотные массивы. Так, в Сиверском лесхозе (Ленинградская обл.) депрессия Ширского болота выполнена верховым торфяником в центре и на востоке, к западу он сменяется переходным и далее полосой в 1 км лесного низинного среднемогучного и маломогучного торфа.

Изучение болот и их изменений вследствие осушительной мелиорации является предметом лесного болотоведения и гидротех-

пических мелиораций (Пьявченко, 1963; Вомперский, 1968; Буш, 1968; Елпатьевский с сотр., 1970). Поэтому ниже мы не будем рассматривать проблемы, связанные с эволюцией болотных массивов, стратиграфией торфяной толщи, техникой осушения и т. д., уделив основное внимание экологической характеристике почв на этих землях (в представлении почвоведов — верхних горизонтов торфяной залежи, находящихся под воздействием современных процессов почвообразования: под влиянием изменений водного режима, растительности и деятельности человека) (Скрыникова, 1964).

Слабая дренированность торфяных почв рассматриваемых типов лесных земель связана с гидрогеологическими условиями и с высокой водоудерживающей способностью торфа. По лесоводственным данным, уровень грунтовых вод держится в начале вегетационного периода нередко выше поверхности, опускаясь к середине лета до глубины 10—20 см (Дубах, 1936; Давыдов, 1955; Бабинов, 1976). После осушения уровень грунтовых вод в полосе ближе 50 м от канав снижается весной на 15—20 см, а летом — на 30—40 см, тогда как при большем удалении уровень понижается всего на 5—10 см (Бабинов, 1976).

Строение почв в рассматриваемых типах болотных земель отражено на рис. 12 и в табл. 42. Главное различие между почвами в разных типах — это мощность горизонта слаборазложившегося торфа. Этот признак считают весьма существенным и мелиораторы: при разделении болотных массивов в лесохозяйственной классификации болот (Елпатьевский с сотр., 1975) для верховых принята мощность слаборазложившегося торфа более 30 см, переходных — 30—10 см, низинных — менее 10 см. Общая мощность торфяной толщи закономерно снижается от верховых болот к низинным. Структура почвенного покрова в пределах торфяных земель очень проста: всюду имеется абсолютное преобладание одной почвенной разновидности. Только на маломощных почвах отмечается присутствие смежных разновидностей (по мощности торфа), связанных с неровностями подстилающей породы, представленной, как правило, всеми типами описанных выше почвообразующих пород. Подстилающие породы мало влияют на свойства верхних горизонтов торфяных почв, определяемые типом увлажнения и характеристиками самой торфяной залежи, служащей органогенной почвообразующей породой.

Табл. 43 содержит сводные данные физико-химических свойств неосушенных почв разных типов торфяных земель. Почвы болот верхового типа наиболее кислы и менее всего насыщены основаниями, у перегнойно-торфяных почв низинного типа эти показатели более благоприятны, но весьма далеки от оптимальных. Обе разновидности торфяных почв верхового типа выделяются несколько повышенным содержанием углерода органического вещества и в верхних, и в нижних горизонтах, наименьшие значения наблюдаются в почвах болот низинного типа. В отношении азота,

зольности и «индекса» отмечается прямо противоположная картина. Добавим к этому, что, по данным И. Н. Донских (1966), от почв болот верхового типа к таковым низинного повышаются общие запасы азота, фосфора и калия в торфе и увеличивается количество кальция и магния в золе низинного торфа почти в три раза.

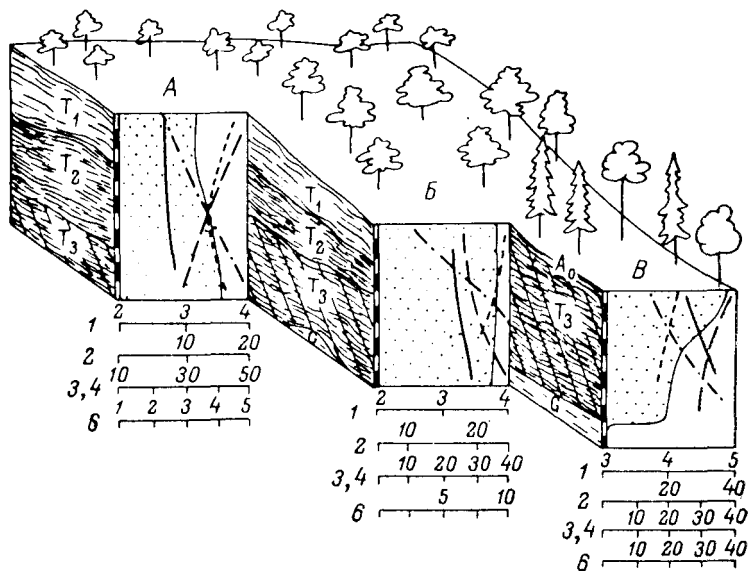


Рис. 12. Лесные почвы группы слабодренированных земель на торфах различных типов.

А — сосняк багульниково-сфагновый на торфяно-перегнойных среднемощных почвах (Тв6); Б — сосняк хвощово-сфагновый на торфяно-перегнойных среднемощных почвах (Тп6); В — ельник-черноольшатник травяно-таволжный на перегнойно-торфяных мало-мощных глеевых почвах (Тп6). Остальные обозначения как на рис. 1, кроме цифры 6 — зольность торфа, %.

О составе органического вещества торфяных почв можно судить по обстоятельным материалам В. В. Пономаревой, Т. А. Николаевой (1959), М. Н. Никонова, С. И. Перлина (1963), И. Н. Донских (1966), В. А. Вухман (1973). В неосушенных почвах значения $C_{гк} : C_{фк}$ обычно больше единицы (за исключением торфов верхового типа). Интересно, что в верховых торфах величина углерода трудногидролизуемых веществ заметно превышает соответствующие величины для почв низинных болот, тогда как по азоту эти различия выражены меньше: большая часть его сконцентрирована в гуминовых и фульвокислотах. В силу таких особенностей наблюдаются очень контрастные различия величин $C : N$ негидролизуемого остатка верховых и низинных торфов (Пономарева, Николаева, 1959): от 160—210 для первых

Морфометрические признаки лесных почв на торфах различных типов

Признаки	Тв6. Торфяно-болотные мощные (n = 14)		Тв6. Торфяно-перегнойные среднемош-ные (n = 11)		Тп6. Торфяно-перегнойные среднемошные (n = 30)		Тп 6. Торфяно-перегнойные маломощные (n = 2)		Тн6. Перегнойно-торфяные маломощные глеевые (n = 7)	
Уклон, градусы	—	0	—	0	—	(0.2)		(1.0)	—	$0.4 \pm 0.31/142$
Мощность, см:										
A ₆	—	—	—	—	—	—	—	—	100	$3.0 \pm 0.73/60$
T ₁	100	$131.1 \pm 20.03/65$	100	$30.2 \pm 1.89/21$	100	$20.3 \pm 2.24/61$		(18)	0	—
T ₂ +T ₃	100	$83.1 \pm 17.45/79$	100	$157.4 \pm 26.21/55$	100	$85.8 \pm 9.67/62$		(70)	100	$78.6 \pm 11.52/39$
общая торфа и подстилки	100	$224 \pm 23.7/40$	100	$188 \pm 26.0/46$	100	$106.3 \pm 9.78/50$		(88)	100	$81.6 \pm 11.45/37$
Структура почвенного покрова, % площади:										
торфяно-болотные	100	100	0	—	0	—		0	0	—
торфяно-перегнойные	0	—	100	100	100	$99 \pm 0.2/5$		(100)	28	(8)
перегнойно-торфяные	0	—	0	—	0	—		—	100	$92 \pm 4.7/14$
торфянисто-перегнойные	0	—	0	—	3	(+)		—	0	—

Физико-химическая характеристика почв группы земель на торфах разных типов

Число разрезов	Горизонт	pH KCl	Гидролитическая кислотность	Сумма обменных оснований	Степень насыщенности основаними, %	Общее содержание, %		C : N	Зольность, %
			мг-экв. на 100 г почвы			C	N		

Тв6. Торфяно-болотные мощные почвы

6	T ₁	2.7±0.07/6	59±4.1/17	12±1.0/20	17±1.1/17	42.9±0.91/5	1.00±0.068/17	43±3.0/17	2.6±0.45/42
	T ₂	2.9±0.10/8	72±6.8/20	5±0.8/32	7±0.5/13	39.4±1.18/12	1.02±0.059/19	38±4.8/28	3.2±0.21/19

Тв6. Торфяно-перегнойные среднемощные почвы

7	T ₁	2.7±0.13/13	104±21.1/46	19±2.6/30	17±3.4/46	35.9±0.60/4	0.88±0.071/23	45±5.3/24	2.9±0.36/28
	T ₂	2.8±0.18/17	86±17.2/53	12±1.8/39	15±3.2/57	39.7±1.76/12	1.04±0.182/46	39±2.2/15	3.9±0.37/27
	T ₃	3.0±0.20/12	115±17.6/34	13±4.1/68	10±2.9/65	40.2±2.32/13	1.09±0.177/36	42±10.2/54	5.1±1.95/85

Тв6. Торфяно-перегнойные среднемощные почвы

14	T ₁	3.1±0.09/11	90±13.2/53	21±3.8/66	19±4.0/76	38.1±1.00/10	0.99±0.120/44	38±3.8/40	4.1±0.05/48
	T ₂	3.2±0.13/14	74±10.6/49	25±5.3/74	21±3.7/60	38.2±0.94/8	1.15±0.062/17	34±2.2/21	7.5±1.79/76
	T ₃	3.4±0.19/22	65±7.6/47	22±5.5/98	24±3.8/61	38.0±1.22/12	1.27±0.095/28	30±1.4/16	11.7±2.44/81

Тв6. Перегнойно-торфяные маломощные глеевые почвы

4	A ₀	4.1±0.50/17	67±15.9/34	26±13.0/71	27±12.8/68	37.3±1.70/6	1.87±0.130/10	20±2.0/14	17.2±6.76/56
	T ₃	4.8±0.58/21	50±16.2/56	34±6.8/35	26±7.4/50	26.9±4.36/32	1.36±0.207/30	20±0.9/9	41.3±10.20/49

до 17—25 во вторых, что отражает различную природу этой группы веществ и их разное значение в процессах гумусообразования. В верховых торфах это безазотистые слаборазложившиеся остатки сфагнумов (клетчатка), служащие адсорбентом для подвижной системы гумусовых соединений, в низинных торфах негидролиземый остаток представлен скорее всего «гуминами» почвенного гумуса, прочно связанными с образовавшимися в процессе разложения торфа минеральными компонентами, являясь в известной степени аналогом систем гумусовых веществ минеральных почв.

Осушение болотных земель и последующее зарастание их лесом приводит к очень сильным изменениям всех звеньев лесных экосистем, и прежде всего почв. Торфяно-болотные верховые почвы в процессе осушения изменяются очень медленно. Но все же в конечном итоге уже после формирования лесных сообществ с комплексом свойственных им макромицетов — деструкторов органического вещества (Частухин, Николаевская, 1969) торф начинает разлагаться, а с поверхности он перекрывается мощной (8—12 см) грубогумусной неотторфованной лесной подстилкой с основной массой корней. Степень разложенности верхового торфа повышается только в его дренируемой части, и уровень грунтовых вод хорошо маркируется ясным переходом от средне- и сильноразложившегося торфа к слаборазложившемуся.

На переходных болотных землях после осушения почвы довольно быстро трансформируются в перегнойно-торфяные с сильноразложившимся торфом с поверхности и до уровня грунтовых вод. Поверх разложившегося торфа формируется лесная подстилка мощностью 3—5 см, в которой сосредоточена значительная масса корней деревьев.

Профиль перегнойно-торфяных почв низинного типа в результате осушения качественно не меняется: подстилка поверх торфа (если она была) становится меньше (до 1—2 см), но верхние 10—30 см торфа приобретают великолепную зернисто-комковатую структуру, и в этом оструктуренном подгоризонте сосредоточена основная масса корней деревьев. Формирование подстилки и оструктуренность торфа отмечаются и при осушении низинных болот в Сибири (Ефремова, 1975).

Изменения, происходящие в осушенных торфяных почвах, изучены довольно хорошо. Происходит осадка и уплотнение торфа (Бельская, 1961; Мелентьева, 1975), увеличивается зольность, изменяется состав золы осушенных горизонтов торфа и повышается концентрация элементов питания в них, усиливается микробиологическая активность (Капост, Яншевская, 1967; Пятецкий, Морозова, 1968; Морозова, Пятецкий, 1968; Ипатьев, Бородин, 1971, и мн. др.), что свидетельствует об изменении процессов почвообразования: торфонакопление прекращается и начинается минерализация торфяной залежи. Однако характер изменений органического вещества в процессе осушения заболоченных лесных земель этими авторами не рассматривался.

В табл. 44 приведены данные, характеризующие состав органического вещества интенсивно осушенных торфяных почв (Чертов, 1969а). По этим материалам можно судить о заметных различиях в составе гумуса осушенных почв разных типов. Так, содержание углерода и азота гуминовых кислот наименьшее в подстилке и осушенном торфе верхового типа. Отношение $C : N$ гуминовых кислот сильно расширяется от низинной к верховой осушенной почве. Последнее, по-видимому, связано с особенностью строения этих соединений, образованных при медленной гумификации бедного азотом верхового торфа.

По содержанию углерода фульвокислот какие-либо закономерности не прослеживаются, однако по количеству азота эти почвы имеют определенные различия: в фульвокислотах горизонтов A_0 и A_T верховой торфяной почвы сконцентрировано около половины всего азота, тогда как в других почвах, особенно в осушенной низинной, его значительно меньше. В соответствии с этим отношение $C : N$ фульвокислот самое узкое у осушенной перегнойно-торфяной верховой почвы, самое широкое — у осушенной перегнойной низинной. Необычайно широкие отношения $C : N$ фульвокислот 3-й фракции свидетельствуют о том, что в ней присутствуют безазотистые продукты горячего щелочного гидролиза растительных остатков торфа и подстилки.

Определенные закономерности прослеживаются и в отношении распределения углерода и азота нерастворимого остатка. Рассматриваемые почвы характеризуются исключительно контрастными величинами $C : N$ нерастворимого остатка: у осушенной низинной почвы она меньше 10, у осушенной верховой достигает в подстилке 100.

Отношения $C_{гк} : C_{фк}$ и $N_{гк} : N_{фк}$ в осушенной верховой почве самые узкие, а в низинной — самые широкие, хотя почти везде они значительно больше единицы (в целинной верховой почве эти отношения заметно ниже единицы).

Распределение фосфора по группам гумусовых веществ в общих чертах повторяет закономерности, отмеченные для азота: в переходной и низинной почвах фосфор сконцентрирован преимущественно в продуктах гумусообразования (и растворимых минеральных формах), а в осушенной верховой — в неразложившемся органическом веществе, нерастворимых гумусовых соединениях и нерастворимых минеральных формах (Чертов, 1969а).

Отмеченные черты строения гумуса рассматриваемых почв свидетельствуют о том, что, несмотря на преобладание процессов минерализации органического вещества торфа, в осушенных торфяно-болотных лесных почвах в условиях поступления с опадом свежего органического материала происходит современная биологическая аккумуляция гумусовых веществ, азота и фосфора. По всей вероятности, в осушенной перегнойно-торфяной низинной почве при быстром разложении опада горизонтом современной аккумуляции является верхняя, хорошо оструктуренная часть

Состав гумуса почв осушенных лесных земель на торфах разных типов

Горизонт	Глубина, см	Общее содержание, %		C : N	Гуминовые кислоты (сумма фракций 1, 2, 3)		Фульвокислоты				Нерастворимый остаток *		$\frac{C_{ГК}}{C_{ФК}}$	$\frac{N_{ГК}}{C_{ФК}}$
		C	N		C	C : N	1а		сумма фракций 1а, 1, 2, 3		C	C : N		
							C	C : N	C	C : N			C	C : N

Перегнойно-торфяная осушенная почва низинного типа

Разрез 116

T ₃	5—15	35.59	2.003	17.8	48.0	17.1	2.4	15.0	20.2	30.0	9.7	4.5	2.37	4.14
	20—30	15.48	0.769	20.1	40.2	14.6	7.1	17.2	31.5	19.2	3.5	6.1	1.27	1.67

Перегнойно-торфяная осушенная почва переходного типа ельника кисличного

Разрез 443

A ₀	0—3	38.39	1.274	30.6	33.7	18.9	1.5	11.4	28.2	27.3	19.9	44.0	1.20	1.70
T ₃	5—20	36.22	1.581	22.9	45.1	16.9	4.1	10.1	23.0	15.9	8.7	34.5	1.96	1.84
T ₂	25—35	41.80	1.834	22.7	47.0	17.9	1.8	9.1	17.0	19.6	11.9	13.1	2.76	3.02

Перегнойно-торфяная осушенная почва верхового типа сосняка черничного

Разрез 671

A ₀	0—10	40.23	1.092	36.8	29.8	24.0	2.0	6.4	30.0	24.4	23.9	100	0.97	1.02
T ₂	20—30	41.10	1.162	35.3	28.6	35.0	0.5	5.4	20.8	15.4	33.9	51.2	1.37	0.61
T ₂	70—80	48.63	1.260	38.6	53.1	36.7	1.6	10.6	16.8	24.6	4.0	86.4	3.18	2.12

* За вычетом C воскосмол.

осушенного торфа, а конечными продуктами гумусообразования — гуминовые кислоты и устойчивые к разложению компоненты негидролизуемого остатка, роль которых гораздо выше, чем в неосушенной почве. В осушенной перегнойно-торфяной переходной почве при средней скорости разложения лесного опада горизонтами биологической аккумуляции являются как небольшая, хорошо разложившаяся лесная подстилка, так и верхняя часть осушенного торфа, причем здесь доминирующими продуктами гумусообразования являются гуминовые кислоты. И, наконец, в осушенной верхней почве при замедленном разложении опада горизонтом современной аккумуляции органического вещества является грубогумусная подстилка. В составе органического вещества относительно преобладают фульвокислоты, в которых сконцентрирована значительная часть азота почвы.

Интересно отметить, что выявленные закономерности гумусообразования в осушенных торфяных почвах в основных чертах повторяют таковые в подзолистых, глеевато-подзолистых и глеевых почвах дренированных, недостаточно дренированных и проточных лесных земель, рассмотренных выше. Сопоставляя все приведенные данные, можно заключить, что в осушенных верхних почвах современное гумусообразование протекает по грубогумусному типу, в осушенных переходных — по модергумусному и в осушенных низинных почвах — по муллевному (точнее, влажномуллевному) типу. Такое сходство направления гумусообразования не является случайным, оно отражает коренное изменение процессов почвообразования при осушении и показывает, что в экосистемах осушенных лесов устанавливается относительно сбалансированный биологический круговорот различной интенсивности, являющийся адекватным таковому в суходольных лесах на дренированных и недостаточно дренированных землях. Эта сильно выраженная способность лесной растительности создавать и сохранять свойственную ей внутреннюю экологическую обстановку, по всей вероятности, является тем естественным буфером, который предохраняет осушенные леса как от переосушки, так и от интенсивной минерализации торфяной залежи, и в целом можно сделать заключение о более мягком воздействии осушительной мелиорации лесных земель на окружающую среду по сравнению с осушением и интенсивным освоением болот в сельском хозяйстве, приводящем к сработке торфяной залежи и выносу практически всех продуктов минерализации в дренажную сеть (Скрынникова, 1976; Евдокимова с сотр., 1976; Milette, 1976).

На органогенных почвообразующих породах в условиях сильной обводненности древесная растительность существует далеко не всегда, безлесными остаются торфяно-болотные мощные почвы верхового типа. Но все же в ряде случаев здесь формируются абсолютно разновозрастные редкостойные сосняки сфагновые. На торфяно-перегнойных средних и верхних почвах встречаются сосняки багульниково-сфагновые, в травяно-кустар-

ничковом ярусе которых доминируют сфагнум, черника, пушица, голубика, морошка по сплошному ковру сфагнумов. Детерминантными здесь являются виды групп багульника, перечисленные выше, сфагнумов (*Empetrum nigrum*, *Drosera rotundifolia*, *Carex pauciflora*, *Sphagnum* spp.) и черники (Федорчук с сотр., 1978).

На переходных торфяно-перегнойных почвах при сильном обводнении формируются сильно угнетенные сосново-березовые травяно-сфагновые леса, обычно же сосняки и даже ельники травяно-сфагновые и чернично-сфагновые с доминированием в покрове хвоща лесного, осок, вахты трехлистной, черники и сфагнумов (*S. magellanicum*, *S. squarrosum*), в которых встречаются виды групп багульника, осоки пароплодной, черники и сабельника (*Comarum palustre*, *Menyanthes trifoliata*, *Sphagnum riparium*, *Equisetum palustre*, *Carex lasiocarpa*) (Федорчук, 1976; Федорчук с сотр., 1978).

На низинных торфяно-перегнойных и перегнойно-торфяных почвах формируются ельники и черноольшатники влажнотравные (травяно-таволжные), почти идентичные таковым на проточных землях. Причем, черная ольха с примесью ясеня более типична для юго-западных районов области.

Динамика почв и растительности в связи с рубками на торфяных неосушенных землях выражена слабо и однозначно: всюду несколько усиливается заболачивание, выражающееся в нарастании мощности слаборазложившегося торфа. Случающиеся здесь в экстремально сухие годы торфяные пожары приводят к выгоранию торфа с образованием на месте пожара небольших водоемов.

При интенсивном и длительном осушении торфяных земель верхового типа формируются сначала долгомошные, а затем чернично-зеленомошные леса. Сопоставление ряда осушенных болотных земель этого типа убеждает нас в том, что успешность осушения здесь в значительной мере зависит от сомкнутости образующихся древостоев сосны. Чем выше полнота, а также чем больше примесь ели, тем сильнее изменяется обстановка в сторону стабилизации сформировавшихся лесных экосистем, выражающаяся в смене сфагнового покрова чернично-зеленомошным с формированием лесной подстилки.

На торфяных землях переходного типа после осушения сосняки травяно-сфагновые преобразуются в сосняки с елью и ельники кислично-черничные зеленомошные, аналогичные таковым на дренированных моренных суглинках. Осушенные низинные болота заняты преимущественно еловыми древостоями, причем типологическая принадлежность их зависит от мощности торфа. На среднемощных торфах (более 1 м) формируются чистые кисличные, а на маломощных — папоротниково- и таволгово-кисличные типы, имеющие признаки проточного увлажнения.

Производительность неосушенных торфяных земель существенно варьирует: на верховых болотах высота сосняков в 80-летнем возрасте колеблется практически от нуля до 11 м, на

переходных высота сосняков и ельников достигает 13—15 м, на низинных — 17 м. После интенсивного и длительного осушения даже на верховых болотах мы встречали древостой сосны до 20 м высоты в указанном возрасте, тогда как на переходных и низинных высота сосняков и особенно ельников превышает 24 м.

Выше была рассмотрена динамика почв и в меньшей степени растительности на торфяных землях в связи с осушением. Начиная с ранних работ В. Н. Сукачева (1923) естественная динамика и эволюция болотных экосистем изучена довольно основательно (Боч, 1978, и др.) и заключается в последовательной смене типов болот с формированием в конечном итоге мощных выпуклых верховых торфяников, на смену которым, по представлениям С. М. Разумовского и В. В. Галицкого (1979), должны прийти леса. Действительно, ельники черничные и чернично-долгомошные III—V классов бонитета на мощных торфах переходного и даже верхового типов без какой-либо связи с осушением встречаются в изученном нами регионе довольно часто (см. аналитические модели продуктивности для торфяных почв в главе III). Такие же естественно осушенные и облесившиеся болота описаны и В. М. Вайчисом (1975).

Огромная литература, посвященная болотам таежной зоны, избавляет нас от необходимости подробного перечисления всего разнообразия лесов, формирующихся в этих условиях. Подчеркнем лишь следующие обстоятельства: 1) при движении на восток сосняки и ельники на болотах сменяются лиственничными и даже кедровыми лесами (Смагин, 1965; Колесников с сотр., 1974); 2) торфяные почвы являются обычным компонентом лесных ландшафтов в Канаде и на севере США. Так, на маломощных торфяниках (до 1 м) провинции Манитоба формируются продуктивные древостой из *Picea mariana*, *Larix laricina*, *Thuja occidentalis* с *Betula papyrifera*, на мощных верховых торфах — леса из лиственницы, ели и туи и, что интересно, нередко значительной производительности — до 220 м³/га в 100-летнем возрасте (Smith e. a., 1964).

Такова почвенно-экологическая структура лесных земель, формирующихся на органогенных породах. Подчеркнем, что антропогенные воздействия в большинстве оказываются здесь весьма благоприятными, очевидно, с осушения должно начинаться лесное хозяйство в этих условиях. Торфяные почвы данных земель обладают и максимальной способностью аккумулировать загрязнения благодаря исключительно высокой физико-химической емкости, а на осушенных почвах — и биологической активности торфа.

ОЦЕНКА ЛЕСНЫХ ЗЕМЕЛЬ

Проблема оценки земель имеет в нашей стране давнюю историю. В этой связи следует упомянуть писцовые книги времен Ивана Грозного и кадастровую оценку земель, существовавшую в России в прошлом веке, где давалась еще довольно грубая характеристика земель по пригодности для выращивания различных культур и по их качеству. Первым научным исследованием в этой области следует признать классическую работу В. В. Докучаева 1886 г. по оценке земель Нижегородской губернии.

Идеей оценки лесных земель и бонитировки почв проникнуты первые работы русских лесоводов по лесной типологии — Товстолеся, Ососкова, Гумана, Крюденера. Более того, в начале века термин «бонитет» употреблялся лесоводами только по отношению к условиям местопроизрастания и к почве (Гуторович, 1909). Однако с 30-х годов «бонитет почвы» стал пониматься как бонитет насаждения и вопросы бонитировки лесных местообитаний и почв были сняты с повестки дня.

В лесном почвоведении на современном этапе мы можем различить два подхода к бонитировке местообитаний и почв. Первый подход, который можно назвать типологическим (классификационным, синтетическим), заключается в оценке лесных земель и почв в целом как таксономических единиц без анализа их отдельных свойств. Второй подход можно назвать аналитическим. Он заключается в выявлении количественных зависимостей между производительностью древостоев и отдельными факторами местообитаний и почв и построении математико-статистических моделей продуктивности.

ТИПОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЛЕСНЫХ ЗЕМЕЛЬ

На принципиальное значение оценки лесных почв и местообитаний в целом указывали Н. П. Ремезов (1955), К. А. Гаврилов (1956) и Е. Я. Судачков (1968). Элементы типологической бонитировки имеют почти все работы по изучению зависимости между почвами и типами леса, а также исследования, в которых сделан акцент на продуктивность леса (Зеликов, 1971; Корнев, 1974;

Забелло, 1975). В ряде работ предпринята попытка связать ход роста различных древесных пород с местообитаниями и почвами (Погосов, Горбачев, 1972; Северский, 1972; Руткаускас, 1972; Родни, Мерзленко, 1974). Из специальных работ по типологической бонитировке лесных почв следует указать на лесную модификацию способа С. С. Соболева (1972), сделанную В. Д. Зеликовым (1972в), которые применяют практически неизменный метод В. В. Докучаева, использовавшийся им в Нижегородской губернии.

Законченная система типологической бонитировки почвенно-типологических групп создана в Литве (Вайчис, 1965, 1975, 1976). На основании материалов почвенно-типологического картирования и участкового лесоустройства М. В. Вайчисом и его сотрудниками получена характеристика производительности древостоев основных пород во всех типах местообитаний (как в натуральных показателях — высота, запас, прирост, так и в баллах) и на основных разновидностях почв (только в баллах). Такая же оценка, но с большим привлечением статистических критериев, осуществляется почвоведом Белорусского Леспроекта (Майоров, 1973; Костенко с сотр., 1975; Меркуль с сотр., 1976) и в Архангельской обл. (Паршевников с сотр., 1977).

Бонитировка лесных местообитаний и почв Н. Л. Благовидова и Г. Л. Буркова (1959) — первая система, доведенная до составления оценочных таблиц, в которых оценка типов местообитаний и почв сделана отдельно по древесным породам.

За рубежом типологический принцип оценки лесных местообитаний довольно строго выдерживается в ГДР, где для каждого типа местообитания установлены величины таксационных показателей основных пород: высота, диаметр, выход сортиментов (Lehmann, 1961). Кроме этих показателей для каждого местообитания определены качественные индексы (Корр е. а., 1969) и цифры плодородия (Корр, 1971), представляющие собой баллы оценки по сухой биомассе (отдельно в отношении потенциальной продуктивности и продуктивности по состоянию).

Обязательной оценкой производительности по индексу местообитания (site index), представляющему собой высоту древостоя (в футах в 50- или 100-летнем возрасте), сопровождается выделение лесных местообитаний и лесных земель в США и Канаде (Wilde, 1958; Duffy, 1964; Shetron, 1972, и мн. др.). В Канаде кроме индекса местообитания все более широкое распространение находит семибалльная оценка земель по продуктивности и возможностям хозяйственного использования, введенная Хиллзом и закрепленная в программе канадской инвентаризации земель (Hills, 1961).

Методическая сторона типологической оценки чрезвычайно проста: производится сопоставление и ординация показателей продуктивности по единицам классификации с последующей статистической обработкой полученных выборок. В зависимости от

имеющихся в распоряжении материалов возможно осуществление нескольких методических разновидностей этой оценки.

В экспертной оценке Н. Л. Благовидова и Г. Л. Буркова в качестве оценочного показателя применялась десятибалльная шкала, находящаяся в обратном соотношении с классами бонитета. В начале нашей работы при проведении среднemasштабного картирования лесных почв и земель мы пользовались этой шкалой для оценки продуктивности по бонитировочным таблицам Н. Л. Благовидова и Г. Л. Буркова (Чертов, 1964).

Однако такая балльная оценка, как и любая другая, имеет существенный недостаток, заключающийся в том, что она фактически дублирует уже имеющуюся шкалу классов бонитета М. М. Орлова. Более того, в практике лесоустройства повсеместно используются десятые доли класса бонитета, и в таком виде эта бонитетная шкала становится семидесятибалльной открытой, что практически избавляет от необходимости введения новой шкалы оценки продуктивности.

Использование в качестве оценочных показателей прямых параметров древостоев, отражающих их продуктивность, а именно высоты в определенном возрасте либо запаса имеет при оценке лесных земель то неоспоримое преимущество, что избавляет от необходимости излишней процедуры обратного перевода баллов в таксационные показатели, поскольку во всех лесоводственных и лесоустроительных расчетах последним отдается большее предпочтение. В связи с этим напомним, что *site index* (бонитет) американских лесоводов представляет собой высоту древостоев в возрасте 50 или 100 лет; сходную динамическую бонитетную шкалу предлагает в последнее время для наших лесов Н. Н. Свалов (1975). Поэтому мы придерживаемся мнения, что «натуральные» показатели продуктивности для лесоводственной оценки обладают значительными преимуществами перед условными баллами.

Возвращаясь к разновидностям типологической бонитировки, которыми мы пользовались для оценки продуктивности лесных земель, следует отметить, что самым простым и доступным является картографический способ, при котором на карту лесных земель и лесных почв накладывается план лесонасаждений и для всех совпадающих контуров выписываются названия типов земель, почв, преобладающая порода, класс бонитета или высота и возраст древостоя. Далее эти материалы ординируются по древесным породам и единицам экологической классификации лесных земель.

Нами оценка продуктивности лесных земель и почв осуществлялась по результатам картирования в Гришкинской даче Лисинского лесхоза (Чертов, 1967) и при лесоустройстве ряда лесхозов на Карельском перешейке. По Гришкинской даче общий объем выборки составляет 500 выделов, по Карельскому перешейку — 1400. Здесь в качестве оценочного признака фигурирует средняя высота основного элемента леса древостоев, имеющих состав 6—10 единиц указанной древесной породы и полноту более 0.6.

При этом мы получаем возможность не только определять высоту древостоев в фиксированном возрасте, но и судить о ходе их роста на разных землях (рис. 13, 14).

Другая разновидность типологической бонитировки основана на использовании в качестве исходных данных материалов проб-

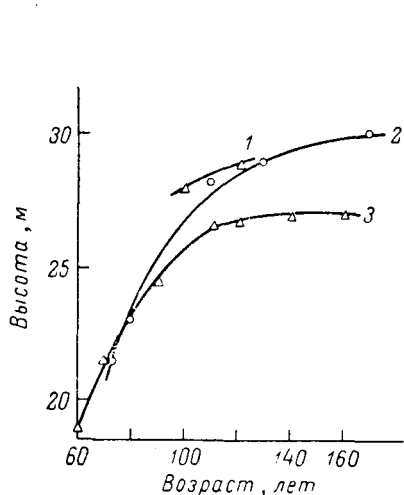


Рис. 13

Рис. 13. Ход роста древостоев на суглинках пылеватых дренированных равнин (Гп2) Гришкинской дачи Лисинского лесхоза.

1 — ель на модермуллевых сильноподзолистых почвах; 2 — сосна с примесью ели на модергумусных сильноподзолистых почвах; 3 — ель на модергумусных сильноподзолистых почвах.

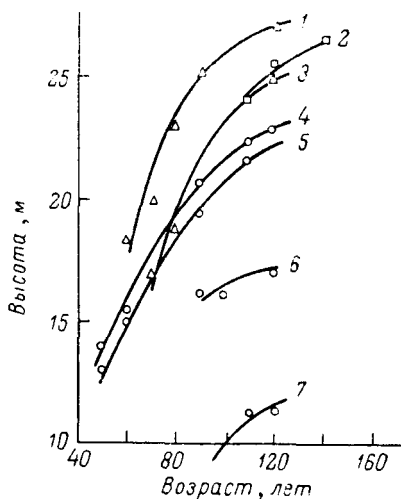


Рис. 14

Рис. 14. Ход роста древостоев на недостаточно дренированных (Гп3), слабодренированных (Гп4) и болотных (Гп6) землях Гришкинской дачи Лисинского лесхоза.

1 — ель на влажных модергумусных подзолистых поверхностно-глееватых почвах (Гп3); 2 — сосна с примесью ели на торфянисто-модергумусных подзолистых поверхностно-глееватых почвах (Гп3); 3 — ель на торфянисто-грубогумусных подзолистых поверхностно-глееватых почвах (Гп3); 4 — сосна на торфянисто-модергумусных подзолистых поверхностно-глееватых почвах (Гп3); 5 — сосна на торфянисто-грубогумусных подзолистых поверхностно-глееватых почвах (Гп3); 6 — сосна на торфянисто-перегнойных глеевых почвах (Гп4); 7 — сосна на торфяно-перегнойных маломощных глеевых почвах (Гп6).

ных площадей, где у каждого почвенного разреза проводится инструментальная таксация с определением состава, возраста, полноты и высоты древостоя. Далее материалы обрабатываются указанным выше способом с получением для каждого типа земель и почвенной разновидности оценок по высоте древостоев (средней и верхней). Однако использование таких данных для оценки продуктивности имеет одну осложняющую работу особенность, вызванную тем, что даже при самом строгом отборе никогда не

Типологическая оценка дренированных лесных земель и почв Карельского
перешейка
(по данным картирования почв)

Типы земель	Почвы	Породы	Возраст, лет	Число наблюдений	Средняя высота древостоев, м
Пф1. Пески (флювиогляциальные) сильнодренированных равнин и пологих склонов	Малогумусные поверхностно-подзолистые	С	41—60	18	11.7±0.38
		С	61—80	17	15.5±0.35
		С	81—100	18	18.8±0.34
	Сухие грубогумусные поверхностно-подзолистые	С	41—60	51	14.0±0.28
		С	61—80	73	17.8±0.16
		С	81—100	25	21.0±0.29
		С	121—140	7	21.6±0.28
	Грубогумусные поверхностно-подзолистые	С	61—80	4	18.2±0.26
		С	81—100	8	22.5±0.56
		Е	41—60	6	15.5±0.61
		Е	61—80	11	18.2±0.36
		Е	81—100	16	20.2±0.29
	Сухие модергумусные поверхностно-подзолистые	Б	21—30	6	12.1±0.19
		Б	31—40	5	15.4±0.27
	Пф2. Пески (флювиогляциальные) дренированных равнин и пологих склонов	Малогумусные поверхностно-подзолистые	С	41—60	4
С			61—80	4	17.8±0.41
С			110	12	19.1±0.28
Сухие грубогумусные поверхностно-подзолистые		С	41—60	13	17.0±0.53
		С	61—80	34	18.2±0.25
		С	81—100	8	20.1±0.87
Грубогумусные поверхностно-подзолистые		С	41—60	6	18.3±0.51
		С	61—80	2	(21)
Грубогумусные подзолы маломощные и слабоподзолистые		С	41—60	65	13.7±0.22
		С	61—80	46	17.8±0.18
	С	81—100	20	21.0±0.29	
	С	130	5	22.4±0.34	
	Е	41—60	28	16.0±0.26	
	Е	61—80	36	18.4±0.22	
	Е	81—100	10	20.7±0.45	
	Б	21—30	11	9.8±0.57	
	Б	31—40	10	14.7±0.48	
	Б	41—50	6	16.8±0.30	
	Б	51—60	4	17.8±0.42	
	Грубогумусные подзолы среднемощные и среднеподзолистые	С	41—60	14	13.4±0.42
		С	61—80	16	18.1±0.33
С		81—100	13	20.8±0.36	
Е		41—60	10	16.1±0.33	
Е		61—80	12	19.2±0.39	
Е		81—100	7	22.9±0.89	

Типы земель	Почвы	Поро- ды	Возраст, лет	Число наблю- дений	Средняя высота древостоев, м
Пф2. Пески (флювиогляциаль- ные) дренирован- ных равнин и по- логих склонов	Грубогумусные под- золы мощные	С	41—60	4	11.6±0.34
		С	61—80	5	19.4±0.37
		С	81—100	8	20.1±0.62
		С	130—150	6	25.8±0.54
		Е	41—60	10	16.7±0.41
		Е	61—80	19	19.2±0.38
	Модергумусные сла- бо- и среднеподзоли- стые	С	41—60	12	14.8±0.36
		С	61—80	6	20.2±0.38
		С	81—100	4	21.9±0.26
		Е	61—80	7	19.1±0.31
		Б	21—30	8	12.5±0.19
		Б	31—40	6	14.0±0.23
Пм2. Пески (мо- ренные валунные) дренированных равнин и пологих склонов	Грубогумусные под- золы маломощные	С	41—60	5	14.8±0.52
		С	61—80	5	18.0±0.40
		С	81—100	4	19.8±0.43
	Модергумусные слабоподзолистые	С	41—60	5	16.8±0.27
		С	61—80	5	20.8±0.39

П р и м е ч а н и е. С — сосна, Е — ель, Б — береза.

удается получить большое количество пробных площадей с древостоями одного возраста или даже одного класса возраста.

Сводные данные типологической оценки лесных земель и почв приведены в табл. 4 и обсуждались при характеристике структуры лесных земель в предыдущей главе. При этом мы нигде не приводили статистические параметры для этих оценок, поскольку эти цифры обобщают данные, полученные как по материалам картирования почв, так и на пробных площадях. Однако такие оценки обязательно делались при обобщении конкретных данных, примером чему служит табл. 45, в которой приведены подробные материалы, собранные на Карельском перешейке при картировании лесных почв и земель ряда лесхозов. Отметим, что данные приведены здесь отдельно для флювиогляциальных сортированных и моренных валунных разнозернистых песков. Сопоставление их свидетельствует о некоторых различиях в оценке одинаковых разновидностей почв на разных песчаных породах. Однако эти различия носят нерегулярный характер: на малогумусных поверхностно-подзолистых почвах древостой сосны более продуктивны на моренных песках только в возрасте 70 лет, а на сухих грубогумусных средневозрастные и приспевающие древостой сосны имеют одинаковую производительность. Эти данные послужили основанием для объединения земель на песках разного генезиса в один тип.

Оценка производительности сосняков на грубогумусных подзолах на дренированных песках также весьма слабо зависит от генезиса песчаной толщи: на флювиогляциальных песках высота древостоев несколько больше, но эти различия статистически недостоверны. Также малозначимым оказалось и развитие подзолистого процесса. По имеющимся данным, можно говорить только о некоторой тенденции к снижению производительности грубогумусных почв с увеличением подзолистости. Отметим, что одинаковой оказалась производительность древостоев на песчаных и супесчаных двучленных наносах.

Сопоставляя данные типологической оценки в целом (см. табл. 4; рис. 13, 14), можно видеть, что производительность леса увеличивается от сильнодренированных земель к дренированным и далее закономерно снижается при ухудшении дренажа и увеличении оторфованности почв. При этом в ряду грубогумусных почв производительность сосняков оказывается наивысшей не на дренированных, а на сильнодренированных песчаных землях (П1), тогда как для ели этот максимум расположен в области дренированных суглинистых земель.

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПРОДУКТИВНОСТИ ЛЕСНЫХ ЗЕМЕЛЬ

В отечественной литературе имеется много работ, посвященных установлению связи производительности леса с такими показателями, как биологическая активность (Смирнов, 1955), генезис почвообразующих пород и уровень грунтовых вод (Тимофеев, 1969), мощность почвы (Бобровник, 1965; Ржанникова, 1977). В. Д. Зеликовым (1971, 1972а, 1972б) установлена связь производительности насаждений с глубиной грунтовых вод и оглеения, содержанием физической глины, мощностью A_1 , запасами подвижного фосфора, калия, величиной рН и другими параметрами, а также составлены уравнения регрессии и оценочные шкалы по этим признакам. Использование корреляционно-регрессионного анализа для оценки лесных почв предложено В. С. Шумаковым и М. П. Поповой (1977).

В странах Восточной Европы представляют интерес попытки количественной оценки факторов местообитания в ГДР (Nebe, 1966; Hofmann, 1968), Чехословакии (Ambros, 1974) и аналитической бонитировки со сложной системой балльной оценки геоморфологических и почвенных параметров в Болгарии (Духовников, 1975). Серьезные исследования, выявившие на основе корреляционного анализа влияние величины $C:N$, механического состава и влагоемкости почвообразующей породы на рост леса, были выполнены в Финляндии (Viro, 1961, 1962, 1966).

В Западной Европе исследования аналитического характера тесно связаны с установлением условий минерального питания древесных растений, при этом количественно определено влияние

режима влажности, серии величин C : N, C : P, C : K, C : Ca как показателей интенсивности биологического круговорота, мощности и количества гумуса в A₁ (LeTacon, Miller, 1970; LeTacon e. a., 1970; Evers, 1972; Moosmayer, Schöpfer, 1972).

Англо-американские исследования аналитического плана были обобщены в довольно обстоятельном обзоре Ралстона (Ralston, 1964), где сделан вывод, что в различных природных зонах с производительностью леса коррелируют подчас совершенно различные физико-химические показатели почв. В настоящее время при установлении количественных показателей влияния геоморфологических, морфометрических и химико-аналитических показателей на продуктивность древостоев американскими и канадскими почвоведом широко используется корреляционный метод с вычислением уравнений регрессии и графическим выражением полученных зависимостей (Wilde e. a., 1965; Nemeth, Davey, 1974; Lowry, 1975; Westman, 1975; Page, 1976). Кроме того, исследование количественных связей продуктивности с отдельными показателями почвенного плодородия — азотом, фосфором, калием, кальцием, магнием — служит основой для оценки условий минерального питания древостоев отдельных пород (Page, 1971; Phu Truong Dinh, 1975). В то же время выражаются сомнения в надежности этих данных и необходимости их проверки на новом материале (McQuilkin, 1976).

Нами высказывалась точка зрения о бесперспективности работ аналитического плана, поскольку данные корреляционного анализа не позволяли подойти к составлению интегральных оценок (Чертов, 1968б). Однако использование техники корреляционно-регрессионного анализа коренным образом изменило ситуацию: составление математико-статистических моделей продуктивности служит логическим завершением работ аналитического характера.

В нашей стране опыт построения моделей продуктивности, отражающих влияние основных факторов местообитаний и почв на рост леса, очень мал. Можно назвать работы А. П. Родина и М. Д. Мерзленко (1974), рассчитавших модели роста 60-летних древостоев сосны и ели в зависимости от механического состава, рН, гумуса, содержания фосфора и калия в почве; Ф. И. Плешикова (1975), получившего модели для сосновых древостоев Минусинских ленточных боров в зависимости от механического состава и запасов гумуса; модели продуктивности сосны и ели в зависимости от содержания и запасов гумуса и азота в почве (Вайчис, 1976). Все указанные авторы использовали линейные уравнения множественной регрессии.

В странах социалистического содружества задача построения моделей продуктивности лесов также еще только формулируется (Димитров, 1975; Hofmann, 1976), при этом румынскими почвоведом предложено работы этого направления объединять термином «экометрия» (Teacii e. a., 1974). Отдельные исследования посвя-

щены этой проблеме и в Западной Европе (Weissen, André, 1970; Helliwell, 1974; Sanesi, Sulli, 1974).

Наиболее законченное выражение математическое моделирование роста древостоев получило в Скандинавии в связи с развитием шведского метода учета условий местообитаний. На основе материалов государственной таксации лесов Швеции (15 000 пробных площадей с измеренными параметрами растительности, рельефа, почвы и климата) составлены регрессионные модели роста древостоев сосны и ели, в которых зависимой переменной является верхняя высота древостоя, а независимыми — возраст по определению на высоте груди, класс поверхностного стока и проточности увлажнения, мощность подстилки, индекс механического состава, высота над уровнем моря и географическая широта (Lundmark, 1974).

В США и Канаде развитие математического моделирования продуктивности древостоев связано с именем Уайлда (Wilde, 1964, 1970, 1971), который использовал технику корреляционно-регрессионного анализа для этих целей и рассчитал на ЭВМ модели роста культур различных видов сосны в зависимости от ряда почвенных параметров и конкурирующего влияния травянистой растительности. В настоящее время получены модели для некоторых видов американских сосен (Base, Fosberg, 1971; Alban, 1974; Mader, 1976), дуба (Bowersox, Ward, 1972), осины (Fralish, Loucks, 1975) и других пород (Forsythe, Loucks, 1972), в которых показателем продуктивности (зависимой переменной уравнения) чаще всего является индекс местообитания, тогда как факторами местообитаний и почв выступают самые разнообразные показатели: от параметров рельефа, пород и грунтовых вод до цвета почвы и содержания подвижных Р и К.

Таким образом, эти материалы позволяют заключить, что в настоящее время имеется довольно много попыток построения моделей продуктивности лесных земель и почв с привлечением самых разнообразных признаков. Однако в части этих работ используется сугубо формализованный подход и не выражена общая концепция о влиянии факторов среды на рост леса, хотя очевидно, что без такой концепции эта работа проводится вслепую.

Обращаясь к лесной биогеоценологии (Основы. . . , 1964), общей экологии (Одум, 1975) и основным положениям экологии земель, можно изобразить самую общую концептуальную модель продуктивности наземных экосистем, а от нее перейти к модели продуктивности лесных земель. С учетом влияния всех факторов (кроме катастрофических воздействий) модель будет иметь вид

$$V = f(C, R, P, S, G, J, A, M, T),$$

где V — продуктивность растительного сообщества (урожай или используемая часть урожая), C — климат, R — рельеф, P — почвообразующая порода, S — почва, G — генетически обусловленная требовательность растений к экологическим факторам, J —

структура растительного сообщества, A — животный мир, M — хозяйственная деятельность человека, T — время. Это выражение может служить основой для построения моделей продуктивности лесов во всех природных зонах. Лесные земли отражены в ней рельефом, породой и почвой, которые мы можем развернуть следующим образом: R — рельеф, W — водный режим почв и земель, P — стабильная основа почвы и почвообразующей породы, E — эффективное (актуальное) плодородие и современное состояние почв (динамические показатели аккумулятивной части профиля).

Иенни (Jenny, 1961), развивая представления В. В. Докучаева о факторах почвообразования, предложил следующую общую модель экосистемы: $J, s, v, a = f(L_0, P_x, t)$, где J — свойства экосистемы, s — почва, v — растительность, a — животные, L_0 — исходная система, P_x — внешние факторы, t — возраст экосистемы. Иначе говоря, свойства экосистемы, в том числе почвы, растительности и животных, есть функция исходной системы, внешних факторов и времени воздействия всех факторов. Полагая, что показатели левой части уравнения взаимно обусловлены, а действие внешних факторов ограничивается влиянием климата, мы можем преобразовать это выражение и в результате получить уравнение $V = f(P_x, L_0, S, J, a, t)$, которое почти идентично приведенной выше общей модели.

Для перехода к модели продуктивности лесных земель осуществлена следующая детализация задачи: 1) модель относится к равнинным лесам одной биоклиматической провинции умеренного пояса, т. е. климат и рельеф учитываются в ней константами; 2) леса представлены разновозрастными сомкнутыми древостоями одной древесной породы с ограниченной примесью других пород, что позволяет не учитывать структуру экосистемы; 3) почвы имеют развитый профиль; 4) действие каждого фактора независимо (что принимается условно); 5) не учитывается влияние животного мира и хозяйственной деятельности человека (удобрение, осушение, пестициды). При этих условиях и допущении линейности модель продуктивности лесных земель приобретает следующий вид:

$$V = a_{c,j} \pm a_w W \pm a_p P \pm a_e E + a_t T,$$

где V — высота, либо запас, либо прирост древостоя; W — признаки водного режима почв; P — стабильные признаки почвы и почвообразующей породы; E — признаки аккумулятивной части почвенного профиля; T — возраст древостоев; $a_{c,j}$ — константа, отражающая средний уровень продуктивности, возможный в данной климатической обстановке при данном рельефе и структуре древостоя; a_w, a_p, a_e, a_t — коэффициенты влияния факторов, количественно выражающие генетически обусловленную требовательность древостоев данного вида к экологическим факторам, т. е. его экологию. Коэффициенты эти могут быть интерпретированы как прирост на градацию действия каждого фактора.

Очевидно, что конкретный вид региональных статистических моделей продуктивности в разных биоклиматических провинциях будет отличаться друг от друга как по набору признаков, отражающих влияние указанных факторов, так и по сложности выражения связи параметров моделей с продуктивностью.

Таковы исходные представления, послужившие основой при построении моделей продуктивности лесных земель. Эти представления по существу являются формализацией принципиальных положений экологии лесных земель, развиваемых в данной работе.

Для создания моделей мы использовали весь массив данных, полученных на временных пробных площадях в Ленинградской обл. Кроме того, с целью увеличения объема выборки были привлечены материалы по временным пробным площадям, заложенным в Псковской обл. по нашей методике и под нашим руководством.¹ Общее количество использованных материалов составило 553 пробных площади, из них 228 с химико-аналитическими данными. Пробные площади характеризуют преимущественно сосновые и еловые древостой, только 50 из них относятся к березнякам и 33 — к осинникам.

Материалы пробных площадей формировали матрицы исходных данных отдельно для каждой древесной породы — сосны, ели, березы и осины. Эти матрицы обрабатывались на ЭВМ Минск-22 по программе корреляционно-регрессионного анализа ПРА-3 (Дукарский, Закурдаев, 1971) с составлением уравнений зависимости показателей продуктивности от экологических факторов и автоматическим отсеком несущественных параметров по величине критерия Стьюдента.

Поскольку климат в этих моделях не учитывался, была сделана проверка массива на его однородность в этом отношении. По каждому району была сделана выборка данных по сосне 60—90 лет на дренированных песках и по ели этого же возраста на всех дренированных землях. Сопоставление верхней высоты этих древостоев (среднее значение выборки) в разных районах Ленинградской и Псковской областей дало следующие результаты: высота сосняков в Псковской обл. 22.5 м, на Карельском перешейке 22.0 м, в Тихвинском районе 24.5 м; эти различия невелики и явно не связаны с влиянием климата. Высота ельников составила в Псковской обл. 28 м, в Тихвинском районе 28 м и на Карельском перешейке 24.5 м, что связано не с влиянием климата, а с ростом ельников в последнем районе на легких породах. Таким образом, было сделано заключение о сравнительной однородности района сбора исходных данных в отношении климата. Об этом же свидетельствует то обстоятельство, что все данные собраны в одном природном регионе: в западной провинции подзоны южной тайги.

¹ Автор выражает признательность В. М. Степанову, В. В. Вячкилеву, В. Е. Максимова и С. О. Григорьевой за предоставление этих данных.

Какие же признаки лесных земель и почв были выбраны в качестве параметров моделей? В отношении признаков водного режима у нас сложилось мнение, что на бескарбонатных почвообразующих породах таежной зоны ими может служить мощность подстилки и торфа. Все остальные показатели имеют узкий экологический ареал своего применения: выраженность и глубина оглеения — на суглинистых породах, уровень грунтовых вод и мощность подзолистого горизонта — только на песчаных породах.

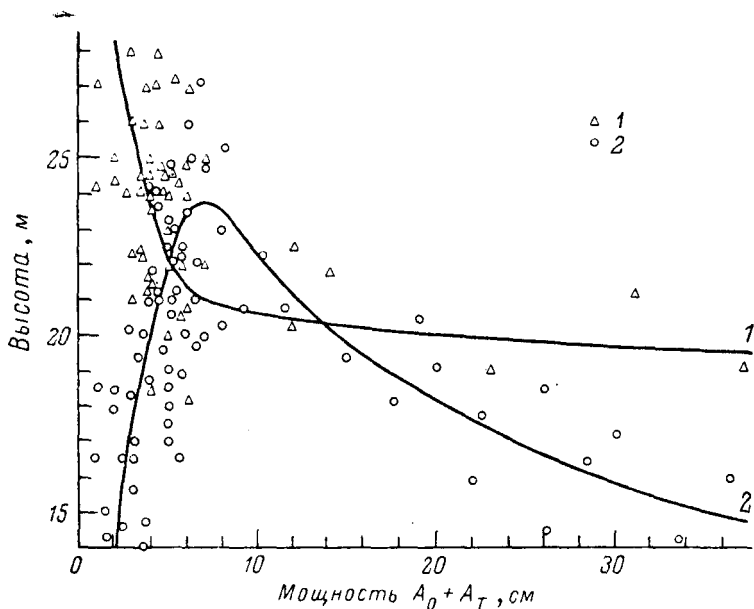


Рис. 15. Связь мощности органических горизонтов почв с продуктивностью древостоев.

1 — средняя высота ельников в возрасте 60—80 лет; 2 — средняя высота сосняков 60—80 лет.

Графический анализ связи мощности органических горизонтов с продуктивностью (рис. 15) позволяет заключить о значимости этого показателя и о нелинейном выражении этой зависимости. Если в отношении сосны значения мощности A_0 меньше 7 см отражают влияние сухости, а больше этой величины — избыточного увлажнения, то для еловых древостоев с уменьшением мощности подстилки ниже этого предела изменяется не только режим влажности, но и богатство почвы, поэтому тут мы сталкиваемся все же с отражением комплекса факторов.

Стабильными признаками почвообразующей породы можно считать гранулометрический состав и свойства, отражающие карбонатность и выщелоченность породы. Содержание илистой фракции, как мы убедились, слабо связано с продуктивностью. По-

сколькx подавляющее большинство почв в нашей выборке сформировано на бескарбонатных породах, мы попытались использовать для отражения выщелоченности породы количество обменных оснований, которое в узких экологических группах лесных земель нередко оказывалось связанным с продуктивностью леса. Однако при использовании всей совокупности данных эта связь практически не проявилась. В итоге этих поисков мы остановились на

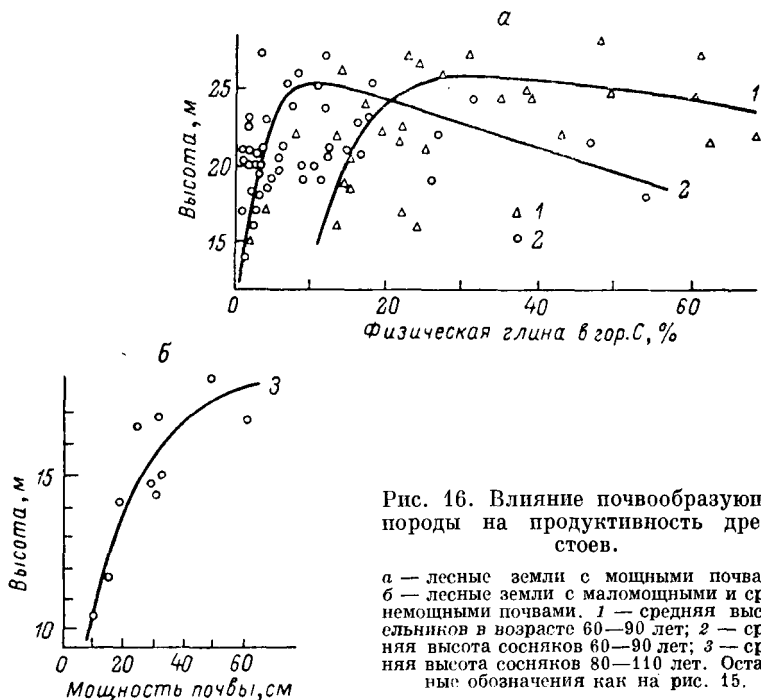


Рис. 16. Влияние почвообразующей породы на продуктивность древостоев.

а — лесные земли с мощными почвами; б — лесные земли с маломощными и среднemощными почвами. 1 — средняя высота сльнянков в возрасте 60—90 лет; 2 — средняя высота соснянков 60—90 лет; 3 — средняя высота соснянков 80—110 лет. Остальные обозначения как на рис. 15.

таком признаке, как содержание физической глины, которое отражает влияние стабильных признаков почвообразующей породы (рис. 16); связь в этом случае также оказывается нелинейной и довольно рыхлой. Такая же форма кривых получается при выражении гранулометрического состава в баллах, проставляемых в лесу у разреза без их последующей корректировки. Эта шкала имеет следующий вид: 0.1 — скалы, 0.5 — гравий, 1 — песок, 2 — супесь, 3 — легкий суглинок, 4 — средний суглинок, 5 — тяжелый суглинок, 6 — глина, 7 — торф. В скальниках очень существенна общая мощность почвы (мелкозема) как средневзвешенное среднее всех элементов структуры почвенного покрова (рис. 16).

Признаки эффективного плодородия лучше всего отражаются модифицированным опадочно-подстилочным коэффициентом: отношение мощности A_1 к мощности A_0 (для торфов — отношение

мощности сильно- и среднеразложившегося торфа к слаборазложившемуся в 30-сантиметровом слое). Горизонт A_1A_2 поверхностно-подзолистых почв мы к гумусовому не приравнивали. При отсутствии A_1 для расчета использовалась цифра 1. Связь продуктивности леса с этим показателем видна на рис. 17. Из аналитических показателей почвы, характеризующих эффективное плодородие, классическим является значение $C:N$, имеющее обратную корреляцию с продуктивностью, и нами ранее широко использовался этот признак, поскольку азот в таежной зоне является одним из главных

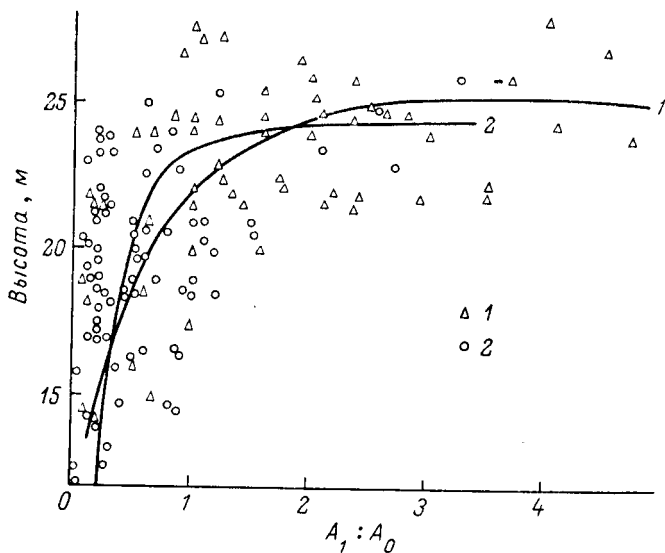


Рис. 17. Связь величины $A_1:A_0$ с продуктивностью древостоев.
Обозначения как на рис. 15.

лимитирующих экологических факторов. Однако мы взяли другой показатель — «индекс плодородия». Это произведение общего азота на сумму обменных оснований: $N_{\text{общ.}} \cdot (Ca+Mg)_{\text{обм.}}$. Этот «индекс» рассчитан для A_0 и A_T . Удобство такого показателя заключается в том, что он может быть использован для расчетов нужного количества удобрений. Связь «индекса плодородия» с продуктивностью древостоев показана на рис. 18.

В исходных положениях при построении моделей было указано, что действие всех факторов принимается независимым. Для проверки этого постулата были сопоставлены использованные нами признаки потенциального и эффективного плодородия (рис. 18); результаты не показали существенной связи этих параметров.

На торфяных землях показателем, отражающим водный режим, также является мощность органических горизонтов (торфа), и прямые на рис. 19 являются продолжением тех кривых, которые

изображены на рис. 15. Факторы потенциального и эффективного плодородия на торфах разделить трудно, и поэтому были использованы два показателя: «индекс» и зольность верхней части торфяной толщи (рис. 20). Взаимная связь этих параметров оказалась невысокой.

Ввиду того что по каждому фактору продуктивности мы отобрали как морфометрические, так и физико-химические признаки (за исключением влажности), оказалось возможным построение двух видов моделей продуктивности: для первого отбирались только морфометрические показатели («морфологические» модели), для второго вида моделей использовались как морфометрические, так

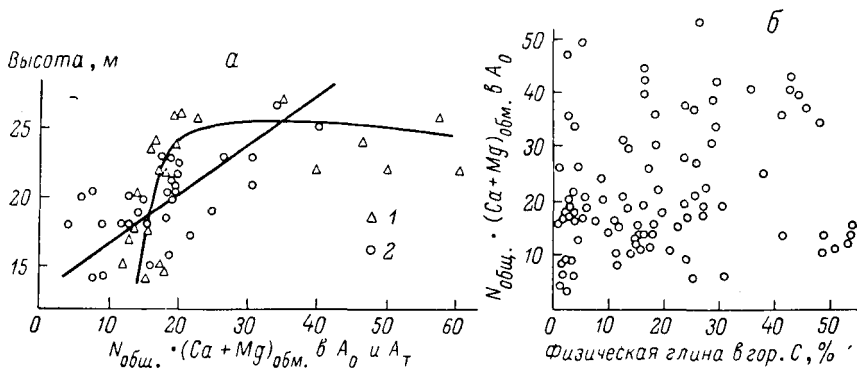


Рис. 18. Связь «индекса плодородия» A_0 и A_T с продуктивностью древостоев (а) и взаимная связь признаков потенциального и эффективного плодородия (б).

Обозначения как на рис. 15.

и физико-химические параметры («аналитические» модели). В силу того что связь большинства параметров с продуктивностью оказалась нелинейной, были построены модели второго порядка, а в одном случае даже третьего.

Морфологические модели строились для полного экологического ряда лесных земель: от скальных до торфяных. Аналитические модели составлялись отдельно для 1) скальных земель с мелкими почвами (К1в, К1с); 2) основных групп лесных земель на почвах различной дренированности (П1—П4, С2—С4, Д2—Д4, Г2—Г4, П5, Д5, Г5); 3) торфяных земель (Тв6, Тп6, Тн6).

В морфологических моделях использованы следующие обозначения: $H_{ср}$ и H_v — средняя и верхняя высота древостоев; X_1 — возраст древостоя, лет; X_2 — балл гранулометрического состава горизонтов А; X_3 — балл гранулометрического состава горизонтов С; X_4 — мощность подстилки и торфа, см, среднее из 30 определений; X_5 — величина $A_1 : A_0$ ($A_1^z : A_T^z$ в 30-сантиметровом слое торфа) по средним значениям величин мощности горизон-

тов; R — коэффициент множественной корреляции; D — коэффициент детерминации; F — критерий Фишера.

Для сосновых древостоев (207 пробных площадей) морфологические модели продуктивности имеют следующий вид:

$$H_{\text{ср}} = 9.93 + 0.096X_1 + 3.80X_3 - 0.024X_4 + 0.70X_5 - 0.00025X_1^2 - 0.12X_3^2 - 0.44X_3^3 \quad (R=0.77; D=0.61; F=2.50).$$

$$H_{\text{в}} = 16.16 + 0.027X_1 + 4.08X_3 - 0.022X_4 + 0.826X_5 - 0.11X_3^2 + 0.50X_3^3 \quad (R=0.76; D=0.59; F=2.38).$$

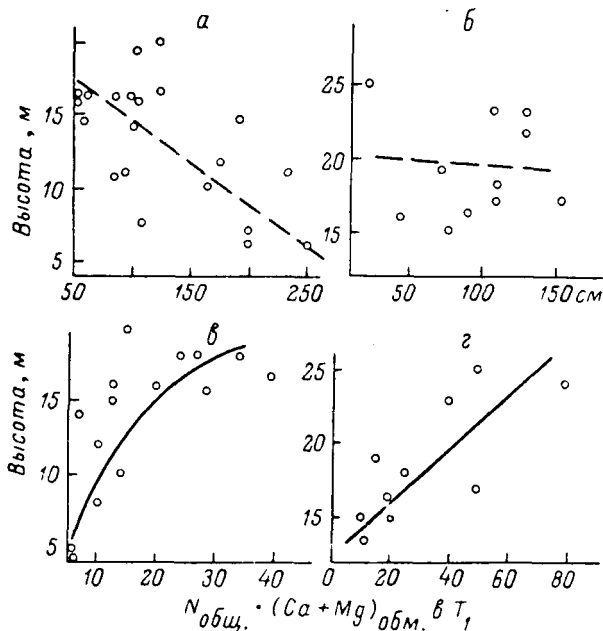


Рис. 19. Связь мощности торфа (а, б) и «индекса плодородия» (в, г) с продуктивностью сосняков 80—100 лет (а, в) и ельников 100—150 лет (б, г).

Морфологические модели продуктивности еловых древостоев (263 пробных площади) выглядят так:

$$H_{\text{ср}} = 21.01 + 0.013X_1 - 0.069X_4 + 0.94X_5 - 0.061X_3^2 + 0.048X_3^3 + 0.00022X_4^2 - 0.034X_3^3 \quad (R=0.59; D=0.35; F=1.50).$$

$$H_{\text{в}} = 21.80 + 0.063X_1 - 0.078X_4 + 1.11X_5 - 0.00016X_1^2 - 0.047X_3^2 + 0.00029X_4^2 - 0.042X_3^2 \quad (R=0.59; D=0.36; F=1.53).$$

Для березняков (50 пробных площадей) получены следующие уравнения:

$$H_{\text{ср}} = 23.91 + 0.091X_1 - 0.028X_3 - 0.45X_4 + 0.41X_3^2 + 0.0080X_4^2 - 0.000049X_1^2 \quad (R=0.74; D=0.60; F=2.20).$$

$$H_B = 26.86 + 0.076X_1 - 2.91X_3 - 0.17X_4 + 0.44X_3^2 \quad (R = 0.65; D = 0.47; F = 1.75).$$

И, наконец, для осинников (33 пробных площади) морфологические модели продуктивности имеют следующие параметры:

$$H_{cp} = 24.41 + 0.030X_1 + 0.77X_3 - 0.027X_3^2 \quad (R = 0.47; D = 0.30; F = 1.29).$$

$$H_B = 27.25 + 2.53X_3 - 0.23X_3^2 - 0.026X_3^3 \quad (R = 0.42; D = 0.26; F = 1.22).$$

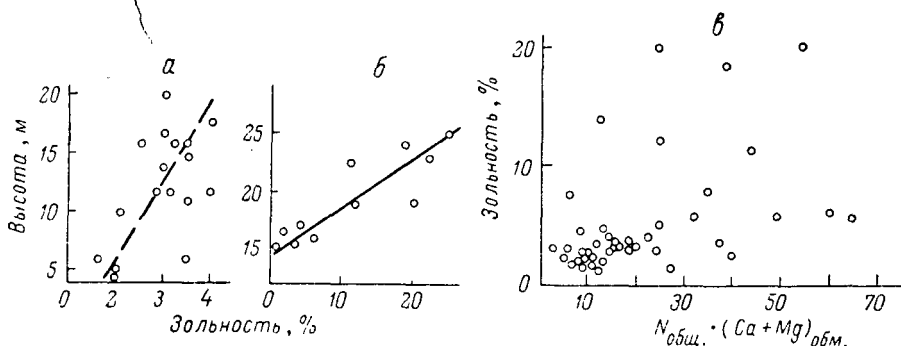


Рис. 20. Связь зольности торфа с продуктивностью сосняков 80—100 лет (а), ельников 100—150 лет (б) и взаимная связь «индекса» и зольности торфа (в).

Аналитические модели продуктивности лесных земель реализованы следующим образом. Для скальных земель (К1в, К1с; 13 пробных площадей, сосняки):

$$H_{cp} = -6.36 + 0.37X_1 - 0.11X_2 + 0.51X_3 - 0.0019X_1^2 + 0.049X_2^2 - 0.0054X_3^2 \quad (R = 0.89; D = 0.80; F = 4.68).$$

$$H_B = -14.62 + 0.38X_1 + 0.61X_3 - 0.0017X_1^2 + 0.11X_2^2 - 0.0074X_3^2 \quad (R = 0.93; D = 0.92; F = 7.25),$$

где H_{cp} , H_B и X_1 имеют те же значения, что и в морфологических моделях; X_2 — «индекс» A_0 (по смешанному образцу из 30 индивидуальных); X_3 — мощность почвы, см (средневзвешенная величина).

Для лесных земель основных групп с минеральными и слабоотторфованными почвами получены следующие выражения. Для сосняков (63 пробных площади):

$$H_{cp} = 9.83 + 0.043X_1 + 0.54X_3 + 0.30X_4 - 0.00074X_2^2 - 0.016X_3^2 - 0.0023X_4^2 \quad (R = 0.76; D = 0.61; F = 2.33).$$

$$H_B = 13.34 + 0.042X_1 - 0.084X_2 + 0.136X_3 + 0.39X_4 - 0.00325X_4^2 \quad (R = 0.72; D = 0.56; F = 2.06).$$

Для ельников (111 пробных площадей):

$$H_{\text{ср}} = 17.77 + 0.11X_1 - 0.67X_3 + 0.065X_4 - 0.00033X_1^2 + 0.011X_3^2 - 0.00047X_4^2 \\ (R = 0.63; D = 0.43; F = 1.64).$$

$$H_{\text{в}} = 21.18 + 0.12X_1 - 0.81X_3 + 0.075X_4 - 0.00037X_1^2 + 0.015X_3^2 - 0.00053X_4^2 \\ (R = 0.62; D = 0.41; F = 1.61).$$

В этих уравнениях $H_{\text{ср}}$, $H_{\text{в}}$ и X_1 обозначают то же, что и выше; X_2 — физическая глина в горизонте С, %; X_3 — мощность A_0 и A_T , среднее из 30 определений, см; X_4 — «индекс» A_0 и A_T по смешанному образцу из 30 индивидуальных.

Линейные аналитические модели продуктивности неосушенных болотных земель оказались мало отличающимися от таковых второго порядка, поэтому мы приводим здесь более простые выражения. Для сосняков (25 пробных площадей):

$$H_{\text{ср}} = 10.22 + 0.042X_1 - 0.032X_2 + 0.050X_3 + 0.75X_4 \quad (R = 0.59; D = 0.35; \\ F = 1.53).$$

$$H_{\text{в}} = 11.90 + 0.038X_1 - 0.029X_2 + 0.044X_3 + 0.87X_4 \quad (R = 0.60; D = 0.36; \\ F = 1.55).$$

Для ельников (16 пробных площадей):

$$H_{\text{ср}} = 11.91 + 0.016X_1 - 0.0025X_2 + 0.048X_3 + 0.36X_4 \quad (R = 0.90; D = 0.80; \\ F = 5.09).$$

$$H_{\text{в}} = 17.06 + 0.0095X_1 - 0.0020X_2 + 0.037X_3 + 0.27X_4 \quad (R = 0.71; D = 0.50; \\ F = 2.00),$$

где $H_{\text{ср}}$, $H_{\text{в}}$ и X_1 имеют то же значение, как и выше; X_2 — мощность торфа, среднее из 10 замеров, см; X_3 — «индекс» слоя торфа 0—30 см, смешанный образец из 5—10 индивидуальных; X_4 — зольность в том же слое.

Области применимости моделей имеют следующие границы. Для всех моделей: Ленинградская и северная часть Псковской обл., возраст 50—100 лет для сосны и ели, 30—100 лет — для березы и осины. Для морфологических моделей (все древесные породы): гранулометрический состав 0.1—7 баллов; мощность органогенных горизонтов 1—200 см; величина $A_1 : A_0$ 0.03—5. Для аналитических моделей скальных земель: мощность A_0 1—6 см; мощность почвы 10—60 см; «индекс» 5—25. Для аналитических моделей почв основного ряда земель: содержание физической глины 1—50 %; мощность A_0 и A_T 1—30 см; «индекс» 5—60. Для аналитических моделей торфяных почв: мощность торфа 31—200 см; зольность 1—30%; «индекс» 5—60.

Анализируя полученные данные по статистическим моделям продуктивности лесных земель, можно сделать ряд выводов как о структуре самих моделей, так и о значении подобного моделирования. Мы видим, что в различных уравнениях в зависимости от того, для древостоев какой породы и на основе каких материалов они

составлены, присутствует разное количество независимых переменных, часть из которых была отсеяна по критерию Стьюдента. Так, на мощных почвах оказалось несущественным содержание физической глины в верхней части профиля, в то же время в морфологических моделях, относящихся ко всем землям, прослеживается неоднозначность влияния гранулометрического состава верхней и нижней частей профиля почвы на рост леса. Такая же неоднозначность видна и в отношении влияния отдельных факторов на продуктивность древостоев сосны, ели, березы и осины, что выражает различия в их экологии. В определенной степени эти различия отражаются и на величинах коэффициентов множественной корреляции: для моделей сосняков они всюду заметно выше, чем для ельников (кроме болот), и для березняков выше, чем для осинников.

Невысокие характеристики точности моделей продуктивности еловых древостоев, кроме того, объясняются тем, что в данном случае оказывает влияние (которое не удастся устранить даже при специальном отборе материала) структура древостоев, неучтенная структура почвенного покрова (гораздо более сложная, чем в сосняках) и безусловно более сложный характер взаимодействия еловых древостоев с почвой — сильное средообразующее влияние ели. Неудовлетворительные параметры точности моделей продуктивности осинников объясняются малым количеством исходных данных, трудностью определения возраста осинников и влиянием происхождения древостоев. Наконец, низкие коэффициенты множественной корреляции моделей продуктивности сосны по болоту, по нашему мнению, связаны с распространением здесь разновозрастных древостоев, определение возраста которых всегда весьма относительно (так же как и высоты в связи с утопленностью корневой шейки в слое торфа).

Различия экологии древостоев разных пород хорошо иллюстрируются величиной критерия Стьюдента коэффициентов уравнений, как мерой существенности влияния факторов. Так, влияние возраста во всех моделях оказывается приблизительно равным ($t=2.5-3.5$), тогда как влияние почвенных факторов сильно варьирует. У морфологических моделей для сосны значимость влияния факторов убывает в следующем порядке: гранулометрический состав горизонта С — мощность A_0 — величина $A_1 : A_0$ — возраст; для ели: величина $A_1 : A_0$ — мощность A_0 — гранулометрический состав горизонтов А и С — возраст. Для аналитических моделей эти ряды имеют следующий вид. Для сосняков на скальных землях: мощность почвы — возраст — «индекс» A_0 ; для сосняков основного ряда лесных земель: «индекс» A_0 — возраст — физическая глина в гор. С — мощность A_0 ; для ельников: мощность A_0 — возраст — «индекс» A_0 (влияние гранулометрического состава было несущественным). Для сосняков на торфяных почвах наиболее существенным фактором оказывается мощность торфа, для ельников на торфяных почвах — зольность и «индекс» торфа.

Эти особенности указывают, что для сосны как пионерной породы наибольшее значение имеют стабильные экологические факторы (порода, дренаж), тогда как для ели — водный режим и актуальное плодородие почв.

Рассматривая структуру полученных моделей с точки зрения точности аппроксимации вида кривых, приведенных на рис. 15—20, можно заключить, что использование уравнений второго порядка в ряде случаев сглаживает эти зависимости. Так, в морфологических моделях для сосны это относится к выражению связи продуктивности с мощностью подстилки и величине $A_1 : A_0$, для ели — к гранулометрическому составу. Аналитические модели оказались более точными. Следует подчеркнуть, что эти модели построены только с использованием стандартной программы корреляционно-регрессионного анализа, без специальной математической работы с целью более точного аналитического выражения вида кривых, изображенных на рисунках.

В отношении характеристики лесных земель статистические модели продуктивности не прибавляют нам знаний, во всяком случае те особенности структуры и динамики земель, о которых говорилось при их описании, здесь не отражаются. Более полезными они оказываются как количественное выражение экологии разных пород. Однако главное значение этих моделей заключается в том, что они являются удобной базой для лесоводственных расчетов. Видимо, подобного рода материалы имел в виду А. А. Крюденер, когда писал, что лесоводы в будущем научатся «с математической точностью учитывать производительные силы почвы-грунта» (Крюденер, 1916, с. 16).

В настоящее время в лесоустройстве уже работают автоматизированные системы обработки данных (Архипов с сотр., 1973). Использование морфологических моделей продуктивности в такой системе позволит автоматизировать заключительные этапы картирования лесных земель и почв и перевести на новую основу бонитировку — без составления оценочных таблиц, с непосредственными расчетами на ЭВМ по моделям. Если при картировании лесных земель и почв каждый выдел будет охарактеризован параметрами, являющимися входом в модели (в нашем случае мощность A_0 , A_r и A_1 , балл гранулометрического состава верхней и нижней частей профиля), то возможен автоматический расчет производительности леса каждого контура хотя бы для двух главных пород (сосны и ели) как в возрасте спелости, так и в возрасте представленных в каждом контуре древостоев, с выведением итоговых данных на печать.

В заключение подчеркнем, что материалы оценки лесных земель и лесных почв, как типологической, так и на основе статистических моделей продуктивности, служат одной цели. Объективно отражая влияние экологических факторов на рост леса, данные оценки позволяют в будущем также количественно определить масштабы изменений продуктивности в результате прове-

дения тех или иных хозяйственных мероприятий, влияющих на состояние почв. При экстенсивном ведении лесного хозяйства по результатам бонитировки возможен правильный выбор главных пород для лесных культур, что позволит в наибольшей степени реализовать имеющееся плодородие почв. При интенсивном ведении хозяйства данные бонитировки служат расчетной базой как для оптимизации использования лесных земель за счет правильного выбора главных пород, так и для прогнозирования изменения продуктивности при мелиорации и удобрении. Модели продуктивности безусловно являются более точным инструментом, чем материалы типологической оценки. Однако полный переход к этим более строгим методам оценки в лесоводстве будет возможен только тогда, когда при лесоустройстве для каждого выдела будут определяться параметры почв и земель, входящие в модели в качестве независимых переменных. Такое положение уже достигнуто в сельском хозяйстве, однако в лесном хозяйстве определение почвенных параметров (главным образом морфометрических) осуществляется только при участковом лесоустройстве, которое в таежной зоне проводится пока в опытных масштабах. Поэтому типологическая оценка земель еще долгое время сохранит свое значение.

В связи с этим представляется возможным определить следующие уровни применимости различных вариантов оценки лесных земель: 1) при использовании карт масштабов 1 : 20 000—1 : 100 000 и мельче (при лесоустройстве по I—III разрядам) осуществляется типологическая бонитировка лесных почв и земель; 2) при использовании карт масштабов 1 : 5000—1 : 10 000 (лесоустройство по 1а разряду и участковое) с автоматизацией расчетов на ЭВМ возможно применение моделей продуктивности лесных земель.

**ДИНАМИКА ПОЧВ ЛЕСНЫХ ЗЕМЕЛЬ
В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ОСВЕЩЕНИИ**

При описании структуры лесных земель мы уже касались динамики почв, однако остановимся на этой проблеме более подробно. Под динамикой почв в нашей стране чаще всего имеют в виду сезонную динамику, данные по которой получают при режимных наблюдениях в стационарных условиях (Таргульян с сотр., 1976). Правда, С. В. Зонн (1963) не делал различий между динамикой и эволюцией лесных почв. Мы же будем обсуждать преимущественно многолетнюю динамику аккумулятивных горизонтов почв в связи с изменением растительности и антропогенными воздействиями и отношение этих динамических процессов к общему развитию (эволюции) почв и лесных экосистем.

В отечественной и зарубежной литературе имеется значительное количество работ, в которых освещена такая многолетняя динамика в связи с рубками, пожарами и изменением состава растительности. Так, сплошные рубки на дренированных землях в северной тайге не приводят к заметным изменениям мощности и запасов подстилки, хотя отмечается улучшение состава гумуса, сужение отношения $C : N$ и повышение содержания гумуса в A_1A_2 ; в средней тайге мощность и запасы подстилки после рубок уменьшаются почти вдвое (Кауричев, Фролова, 1965; Орфанитский, Орфанитская, 1971), увеличивается численность беспозвоночных и бактерий (Sundman e. a., 1978). В южной тайге и смешанных лесах подстилка после рубок быстро минерализуется (Ильинский, 1972; Рагуотис, Юрялёнис, 1976; Иванов, 1977), а в горных лесах развивается плоскостная и линейная эрозия (Терентьев, 1968; Фирсова, 1969). Отчуждение химических элементов с вывозимой древесиной приводит к дисбалансу элементов питания в экосистеме: потери азота, фосфора и калия компенсируются только в течение 50 лет за счет азотфиксации и поступления с осадками, потери кальция и магния не компенсируются вообще (Weetman, Webber, 1972; Семенова, 1975). Рубки ухода, напротив, не оказывают сильного влияния на почвы (Ремезов, 1953; Свиридова, 1960; Айер, Уайльд, 1975). По мнению С. Н. Сеннова (1977), влияние рубок ухода носит характер тенденций: на дренированных суглинистых местообитаниях снижается мощность A_0 и незначительно повы-

шается количество гумуса в A_1 , на песках мощность подстилки несколько повышается и расширяется отношение $C : N$.

Лесные пожары, сопутствующие сплошным рубкам, наносят наибольший урон сухим местообитаниям: с выгоранием подстилки снижается плодородие почв и ухудшаются ее водно-физические свойства (Верхоланцева, 1962; Фирсова, 1969; Обыденников, 1972), потери азота достигают 800 кг/га, теряется большое количество и других элементов, вымывающихся из золы (De Bell, Ralston, 1970; Jorgensen, Wells, 1971; Grier, 1975). На богатых дренированных местообитаниях пожары активизируют процессы аммонификации и нитрификации, что при отсутствии растительности на вырубках приводит к дополнительным потерям азота, и усиливают эрозию почвы (Armsom, 1977; Гришин, 1978).

Смена хвойных пород лиственными после сплошных рубок оказывает благоприятное воздействие на почвы: уменьшаются мощность и запасы подстилки, повышается количество гумуса, снижается кислотность (Богашова, 1958; Письмеров, 1962; Морозова с сотр., 1971; Орфанитский, Орфанитская, 1971; Гордиенко, 1973; Кабашникова, 1976, и мн. др.), улучшается состав гумуса (Градусов, 1958; Быковская, 1972). Подчеркнем, что особо благоприятное воздействие на почвы даже в таежной зоне оказывают широколиственные породы (дуб, липа, клен, лещина), а также ольха серая: увеличивается содержание гумуса и азота, мощность A_1 и производительность леса (Корнев, 1962; Расторгуев, 1962; Рагавой, Мильто, 1964) и даже изменяется процесс почвообразования от подзолистого к буроземному как на тяжелых (Утенкова, 1968), так и на легких породах (Вайчис, 1975).

Характер изменения лесных почв в процессе возрастной динамики древостоев при смене лиственных пород хвойными и молодняков средневозрастными и спелыми заключается в процессах, противоположных влиянию лиственных пород: с возрастом древостоев происходит увеличение мощности и запасов подстилки (в дренированных условиях с 3—5 до 6—7 см), незначительное снижение мощности A_1 и заметное повышение водопроницаемости и водоемкости почв (Рубцов, 1968; Блинцов, 1975; Копылова, 1978; Федорчук, 1978).

Сопоставляя литературные данные с материалами наших исследований, приведенными в предыдущих главах, можно сделать следующие обобщения по динамике аккумулятивной части профиля лесных почв. На сильнодренированных землях с мощными песками и поверхностно-подзолистыми почвами отмечается сильное отрицательное воздействие вызванных, как правило, человеком подстильно-гумусовых лесных пожаров, приводящих к потере почвой подстилки, которая играет здесь исключительную роль в качестве основного горизонта аккумуляции элементов питания и продуктов гумусообразования и стабилизирует водный режим почвы. При длительном отсутствии пожаров лесные экосистемы восстанавливают утраченную подстилку через 30—100 лет, и этот динамический

процесс отражает общую направленность развития почв и в целом экосистем этих типов земель в сторону создания более устойчивой и благоприятной обстановки для существования лесной растительности. Определяя влияние человека на лес и почву в этом типе земель в терминах современной экологии (Одум, 1975), можно говорить о процессе антропогенной дистрофикации аккумулятивной части профиля лесных почв и лесных земель, а учитывая снижение продуктивности растительности — и лесных экосистем.

Иной тип динамики аккумулятивных горизонтов складывается на дренированных землях различного богатства. Пожары не оказывают здесь сильного отрицательного воздействия в связи с лучшими условиями увлажнения и большей скоростью восстановления A_0 . Изменение аккумулятивных горизонтов после рубок и формирования лиственных древостоев затрагивает подстилку в гораздо большей степени, чем гумусовый горизонт, и почвы по типу гумуса переходят в соседнюю градацию: грубогумусные — в модергрубогумусные, модергумусные — в модермуллевые подзолистые почвы.

Только в случае прежнего нахождения территории в сельскохозяйственном использовании здесь формируются почвы с более мощным гумусовым горизонтом, которые могут быть определены как модергумусные и модермуллевые подзолистые. Важным обстоятельством является стабилизированный характер последствия окультуривания, выявляемый по заметно более высокой продуктивности (Соколов, 1978), принадлежности к более богатым типам леса и отсутствию признаков деградации гумусового горизонта. В редких случаях мы встречали муллевые почвы с мощным гумусовым горизонтом, образованные под хвойно-широколиственными и широколиственными древостоями (см. табл. 25, р. 532).

Обращаясь к истории хозяйственного освоения Северо-Запада, можно заключить, что площадь пашен и других сельскохозяйственных земель сильно варьировала в последнее столетие, будучи максимальной в 60—70-х годах XIX в. (Сушков, 1974). При забрасывании пашен обычной является следующая смена растительности: залежь → (суходольный луг) → ольшатник → осинник или березняк → ельник (Исаченко с сотр., 1965; Ниценко, 1972; Сушков, 1974, и мн. др.).

Следовательно, можно предположить, что отправным пунктом в формировании гумусового горизонта лесных подзолистых почв на бедных почвообразующих породах (песках, супесях и двучленных наносах) служило начальное окультуривание, связанное с освоением минеральных горизонтов при вспашке. Об этом свидетельствует постоянство мощности гумусового горизонта модергумусных и модермуллевых почв (13—15 см) и присутствие угольков в его толще. Следующим этапом была собственно дерновая стадия, которую почвы проходили в случае, если заброшенные пашни и подсеки использовались в качестве лугов. Далее следовала стадия стабилизации гумусово-аккумулятивного горизонта, свя-

занная с хорошо известным лесоведам и ботаникам (Каппер, 1954; Ниценко, 1972) исключительно благоприятным воздействием ольхи серой на плодородие почв (благодаря симбиозу корней ольхи с азотфиксирующими микроорганизмами). В этот период под ольшатниками формировался муллевый тип аккумуляции органического вещества со значительным накоплением азота. И, наконец, после трансформации ольшатников в березово-осиновые и далее в еловые леса происходило образование подстилки с трансформацией почв в модергумусные и реже в модермуллевые подзолистые.

Указанный путь образования гумусового горизонта, в котором основная роль принадлежит начальному окультуриванию и последующей стабилизации аккумулятивного горизонта под ольхой, мало напоминает обычное объяснение образования A_1 подзолистых почв, ставшее уже хрестоматийным и выражающееся во влиянии «дернового процесса под светлыми листовыми лесами». В этом случае правильнее говорить об антропогенной эутрофикации аккумулятивной части профиля лесных почв. При этом собственно «дерновый процесс» может быть и не выражен. В тех случаях, когда гумусовый горизонт формируется растительностью, это связано не со вторичной растительностью (березняками и осинниками), под которой уменьшается мощность подстилки, а гумусовый горизонт увеличивается незначительно, а более всего с широколиственными либо хвойно-широколиственными лесами, в которых происходит коренная перестройка системы гумусовых веществ от грубогумусного типа к муллевному.

Динамика аккумулятивной части профиля лесных почв недостаточно дренированных, слабодренированных и торфяных земель в связи с антропогенными воздействиями имеет разнонаправленный характер: после рубок здесь усиливаются процессы заболачивания, что приводит к антропогенной дистрофикации аккумулятивной части профиля; осушение, напротив, вызывает значительные сдвиги в плодородии почв, которые можно отнести к явлению антропогенной эутрофикации лесных почв и земель.

При рассмотрении динамики аккумулятивных горизонтов мы убеждаемся, что интегрирующим понятием, отражающим экологическую сущность динамических процессов, служит тип гумуса. То или иное антропогенное воздействие приводит в итоге к изменению типа гумуса лесных почв. И в этом отношении наши исследования позволили охарактеризовать основные типы гумуса с физико-химической и биохимической сторон, что существенно при определении количественных изменений плодородия лесных почв. Сводные данные по составу гумуса лесных почв с различными типами гумуса представлены в табл. 46.

Основываясь на этих данных, можно заключить, что грубогумусные подзолистые почвы характеризуются бедностью азотом, преобладанием в составе гумуса фульвокислот и наибольшей аккумуляцией продуктов гумусообразования в подстилке. Модер-

Основные параметры состава гумуса лесных почв с различными типами гумуса дренированных лесных земель

Почвы по типам гумуса	Горизонт	Число наблюдений	$\frac{C_{гк}}{C_{фк}}$	$\frac{N_{гк}}{N_{фк}}$	C : N		
					гуминовых кислот	фульвокислот	нерастворимого остатка
Грубогумусные	A ₀	5	$0.8 \pm 0.05/13$	$1.0 \pm 0.21/44$	$25 \pm 3.5/32$	$26 \pm 3.5/30$	$40 \pm 12.6/71$
	A ₁ A ₂	3	$0.6 \pm 0.08/28$	$0.9 \pm 0.14/26$	$17 \pm 0.7/8$	$22 \pm 0.7/5$	$19 \pm 5.6/51$
Модергумусные	A ₀	6	$1.0 \pm 0.05/12$	$1.2 \pm 0.18/34$	$18 \pm 1.1/6$	$25 \pm 1.8/16$	$25 \pm 2.9/26$
	A ₁	6	$1.4 \pm 0.12/27$	$1.3 \pm 0.31/54$	$16 \pm 2.4/34$	$19 \pm 0.8/9$	$19 \pm 4.8/57$
Модермуллевые и муллевые	A ₀	7	$0.7 \pm 0.04/15$	$0.9 \pm 0.12/34$	$22 \pm 1.9/23$	$25 \pm 2.6/28$	$30 \pm 2.6/23$
	A ₁	8	$0.8 \pm 0.04/14$	$1.0 \pm 0.13/38$	$14 \pm 1.1/21$	$17 \pm 1.9/31$	$10 \pm 2.4/68$

гумусные почвы имеют хорошо разложившуюся подстилку и сильногумусированный A₁ при большом содержании азота в гумусе и повышенном количестве гуминовых кислот. Для модермуллевых и особенно муллевых подзолистых почв типично небольшое содержание гумуса в A₁ при богатстве гумуса азотом, меньшей растворимости гумуса и высокой концентрации азота в нерастворимом остатке (гуминах). Количество гуминовых кислот здесь меньше, чем у модергумусных почв. Несколько иные особенности прослеживаются у влажных грубогумусных, влажных модергумусных и влажномуллевых подзолистых глееватых почв, что связано с их более высокой гумусированностью.

Такие различия в морфологии и свойствах почв выявляют разнокачественность аккумулятивного процесса в лесных почвах с разными типами гумуса. Для грубогумусных почв характерна фульватность гумуса, а аккумулятивной частью профиля служит подстилка. У модергумусных почв образуется гумус фульватно-гуматного и даже гуматного типа при аккумуляции продуктов гумусообразования и в A₀, и в A₁. Для муллевых почв типична «гуминность» органического вещества при его аккумуляции преимущественно в A₁. Последнее обстоятельство указывает на формирование в муллевых почвах наиболее совершенной системы гумусовых веществ с преобладанием продуктов гумусообразования, тесно связанных с коллоидами минеральной части почвы, в противоположность грубогумусным почвам, где продукты гумусообразования остаются в подстилке, образуя комплексы с неразложившимся органическим веществом (преимущественно клетчаткой и лигнином). Принципиально такая же

картина гумусообразования в почвах с различными типами гумуса выявлена французскими исследователями (Carbales e. a., 1971; Duchaufour, Jacquin, 1975; Delecour, Prince-Agbodjan, 1975).

Если попытаться оценить выявленные различия в строении систем гумусовых веществ разных типов гумуса с позиции эволюции растительности, имея в виду, что грубогумусные (и торфянистые) типы аккумуляции связаны с эволюционно более древней флорой голосемянных и низших растений, а муллевые — с более молодой флорой покрытосемянных, можно сделать следующее заключение. Комплекс гумусовых веществ с неразложившимся органическим веществом индивидуальной природы — наиболее древняя форма аккумуляции продуктов гумусообразования. Гумусовые вещества, формирующие комплексы с глинистыми минералами почвы, являются эволюционно более молодыми системами, связанными с развитием высших растений.

Выше мы охарактеризовали динамику почв основных групп лесных земель в традиционной описательной форме, однако нами была предпринята попытка выразить ее и математически, поскольку функциональное моделирование экосистем является одной из существенных сторон обобщения материалов исследований в современной экологии (Одум, 1975; Молчанов, 1975, и мн. др.). Экосистема при этом рассматривается в качестве блоковой модели, каждый компонент которой связан потоками вещества и энергии друг с другом.

Нами была построена модель динамики азота в системе древостой — подстилка для наиболее интересного случая — восстановления аккумулятивной части профиля после пожаров на песках дренированных равнин с грубогумусными слабоподзолистыми гумусово-железо-иллювиальными почвами сосняков черничных (Чертов с сотр., 1978). Для построения модели мы использовали материалы по биологическому круговороту по южной Финляндии (Mälkönen, 1974), Линдуловской роще на Карельском перешейке (Говоренков, 1972) и по южной Карелии (Казимиров с сотр., 1977), составившие возрастной ряд от 28 до 170 лет. Эти данные представлены в табл. 47, а блок-схема модели — на рис. 21, а. Модель относится только к древостою и подстилке, растительность почвенного покрова не учитывается ни в биомассе, ни в потоках. Лес представляет собой разновозрастные монодоминантные древостой сосны, возникшие на гари и не достигшие стадии трансформации в разновозрастные. Отметим, что в период до 60 лет приход азота в экосистему был высоким за счет несимбиотической азотфиксации (Орлов, Кошельков, 1971) и поступления опада в молодняки из смежных спелых древостоев.

Построение математической модели было начато с системы обыкновенных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Однако дальнейшая работа показала ее неадекватность

Исходные данные для построения модели динамики азота
(значение индексов даны на рис. 21, а)

t, годы	C ₁	C ₂	A ₁₂	A ₂₁	A _e	A _{АТМ}	Литературный источник
	кг/га		кг/га·год				
28	223	51	19	16	0.326*	4.0	} Mälkönen, 1974 Казимиров с сотр., 1977 Говоренков, 1972
45	373	113	39	34.4	0.544*		
60	533	276	47	41.5	0.777*		
170	960	301	31	32	1.40		

* Расчетные величины по данным Б. Ф. Говоренкова (1972).

данным наблюдений, в связи с чем была составлена система линейных дифференциальных уравнений с переменными коэффициентами

$$\frac{dC_1}{dt} = -a_e C_1 - a_{12} \frac{C_1 + C_2}{\ln C_2} + a_{21} \frac{C_2}{\ln C_2} + A_{\text{АТМ}} + A_f;$$

$$\frac{dC_2}{dt} = a_{12} \frac{C_1 + C_2}{\ln C_2} - a_{21} \frac{C_2}{\ln C_2};$$

$$a_{12} = 0.280 \text{ га}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}; \quad a_{21} = 1.031 \text{ га}^{-1} \cdot \text{год}^{-1};$$

$$A_{\text{АТМ}} = 4.0 \text{ кг} \cdot \text{га}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}; \quad A_f = \frac{4000}{C_1} - 3 \text{ кг} \cdot \text{га}^{-1} \cdot \text{год}^{-1};$$

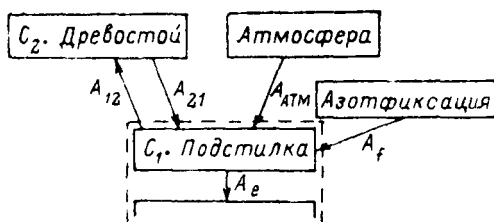
$$a_e = 1.46 \cdot 10^{-3} \text{ год}^{-1},$$

где C_1 , C_2 и $A_{\text{АТМ}}$ определены выше, a_{12} — коэффициент выноса (потребления) азота из подстилки в древостой, a_{21} — коэффициент переноса N опада и отпада из древостоя в подстилку, A_f — фиксация азота микроорганизмами, a_e — коэффициент вымывания N из подстилки.

Биологическая интерпретация системы уравнений такова. Изменение содержания азота в подстилке происходит за счет выноса его вниз по профилю пропорционально содержанию азота в подстилке. Потребление древостоем зависит не только от содержания азота в подстилке, но и от биомассы корней (пропорциональной общей биомассе древостоя, поэтому здесь присутствует сумма $C_1 + C_2$). При старении древостоя скорость обменных процессов затухает, поэтому мы ввели в знаменатель логарифм биомассы, увеличивающейся с возрастом древостоя. Опад и отпад древостоя происходят пропорционально его биомассе. При этом в начальные фазы развития они идут более быстро (молодняки и жердняки, интенсивно самоизреживающиеся), поэтому здесь в знаменатель мы также ввели $\ln C_2$. Наконец, изменение содержания азота в подстилке происходит за счет поступления его из атмосферы. Коэффициент A_f и соответствующее ему аналитиче-

ское выражение характеризуют скорость азотфиксации, которая максимальна в первые годы после рубки и пожара, а также в молодняках при маломощной подстилке. Для этой модели была составлена программа на языке АЛГОЛ-60 и реализована на ЭВМ

а



б

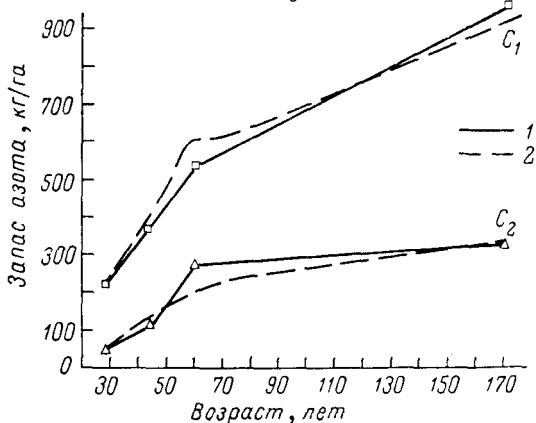


Рис. 21. Блок-схема (а) и результаты идентификации (б) модели динамики азота в лесной экосистеме.

1 — экспериментальные данные, 2 — расчетные.

БЭСМ-4. Результаты работы модели (рис. 21, б) оказались близкими к экспериментальным.

Модель оказалась малочувствительной к изменению коэффициента выноса азота из подстилки a_e : увеличение и уменьшение его даже в 10 раз не привело к заметному изменению вида кривых ни C_1 , ни C_2 . Либо этот коэффициент не является определяющим в развитии аккумулятивной части профиля лесных почв, либо величина его не соответствует реальным значениям и требует уточнения. Очень чувствительным оказался блок «подстилка» к поступлению азота из атмосферы $A_{АТМ}$ и A_f . Эти статьи баланса служат в данной модели основным фактором увеличения общего количества азота

в системе древостой—подстилка. Блок «древостой» наиболее чувствителен к изменению значений коэффициентов потребления и возврата азота a_{12} и a_{21} : при уменьшении их значений происходит более монотонное возрастание количества азота, при увеличении этих коэффициентов крутизна кривой возрастает.

Таким образом, эта модель, подтверждая высказанные выше суждения, дает количественное выражение динамических процессов аккумуляции азота — важнейшего элемента-биофила в лесной экосистеме.

Получив эту модель, мы провели ряд машинных экспериментов, введя управляющий блок «человек». Имитировались повторный подстилочно-гумусовый пожар, рубки ухода и внесение удобрений. Результаты имитации низового пожара, заданного в возрасте 60 лет при условии, что выгорела половина азота подстилки (древостой же не пострадал), указывают на длительный (65 лет) период восстановления запасов азота в A_0 при отрицательном воздействии на прирост древостоя в течение 10 лет и на потерю в обоих блоках 22% азота. Рубки ухода, имитировавшиеся в возрасте 40 и 60 лет, с выборкой половины запаса древостоя по азоту, оказали слабое влияние на подстилку, что согласуется с имеющимися данными. В отношении древостоя отмечается исключительно высокий темп восстановления биомассы после рубок (5 и 15 лет), что соответствует полученным С. Н. Сенновым (1977) экспериментальным данным. Имитация применения удобрений — внесение азота по 100 кг/га действующего начала в 40, 60 и 80 лет — при допущении, что грубогумусный характер аккумуляции не изменился и что потери азота удобрений отсутствовали, показала следующее. Биологическая эффективность применения удобрений с возрастом уменьшается (дополнительный прирост по азоту составил соответственно 15, 9 и 6%). К 170 годам в древостое закрепилось лишь 90 кг/га азота удобрений, что составляет около 30% от внесенного количества. Эти результаты иллюстрируют возможности математического моделирования для количественной оценки и прогнозирования различных антропогенных воздействий как на лесные экосистемы в целом, так и в особенности на почву.

Подводя итог всему сказанному, можно сделать заключение, что современная динамика лесных почв определяется различными антропогенными воздействиями и происходит сопряженно с динамикой лесной растительности, изменяющейся под влиянием тех же воздействий. В то же время, если попытаться вычленить из этих процессов аутоэкогенетическое развитие растительности и почв, мы получим картину биогенной эутрофикации аккумулятивных горизонтов, наиболее ярко проявляющуюся при восстановлении почв и растительности после пожаров. И хотя мы не располагаем достаточно убедительным экспериментальным материалом в отношении почв всех типов земель, такое развитие представляется единственно возможным, учитывая хорошо известный факт биологической аккумуляции элементов-биофилов в почве и стремление

экосистем в процессе своей эволюции достигнуть состояния гомеостаза — наибольшей независимости от окружающей среды (Одум, 1975).

С экологических позиций развитие почв направлено на оптимизацию условий минерального питания путем создания в аккумулятивных горизонтах определенного резерва элементов-биофилов, что в значительной степени повышает стабильность экосистем и скорость их восстановления после различных нарушений. Процессы антропогенной дистрофикации отодвигают развитие почв и растительности на более ранние стадии, напротив, антропогенная эутрофикация (бывшее окультуривание, осушение, удобрение) позволяет сильно продвинуть развитие лесных экосистем, минуя ряд промежуточных стадий, доказательством чему служит стабилизированный характер такого воздействия (модергумусные почвы на бедных породах).

Примеры сопряженного развития растительности и формирования аккумулятивных горизонтов почвы представлены Ф. Дюшоффуром (1970). При этом он указывает, что в итоге при достижении климатического климакса в экосистемах, развивавшихся на разных почвообразующих породах, формируются «почвы-аналоги», имеющие идентичный тип аккумулятивной части (тип гумуса), но различающиеся по генезису нижележащих горизонтов профиля. Скорость формирования аккумулятивных горизонтов в процессе развития лесных экосистем сильно различается в различных типах лесных земель, будучи минимальной в экстремальных условиях (песчаные породы, недостаток или избыток влаги). Также различным является и расстояние, которое надо пройти лесным экосистемам в процессе своего развития от исходных условий до близких к оптимуму. При этом на определенных этапах происходит перестройка типов аккумуляции от грубогумусного к модергумусному и далее с соответствующей интенсификацией биологического круговорота в лесу.

Помимо процессов формирования типов гумусообразования экологическую направленность, по нашему мнению, имеют и другие более специфичные почвенные процессы, выраженные практически во всех лесных почвах (кроме торфяных). Это процессы оглинения (при альфегумусовом почвообразовании) и противоположная группа — процессы обезыливания (подзолообразование, лессиваж, поверхностное оглеение, или псевдоподзоливание).

При описании структуры лесных земель мы отмечали утяжеление верхних горизонтов песчаных почв за счет аккумуляции алюмо- и железоорганических соединений, что дало основание для выделения этого явления в особый процесс — альфегумусовое почвообразование (Таргульян, 1971). Это утяжеление состава песчаных почв наблюдается с поразительным постоянством во всех почвах лесной и лесостепной зон (Почвы Ленинградской области, 1973; Вайчис, 1975; Гаель, Маланьин, 1977, и мн. др.).

Учитывая, что почвы на мощных песках при глубоком залегании грунтовых вод характеризуются контрастным водным режимом с наличием периода недостатка влаги, можно предположить, что утяжеление гранулометрического состава в конечном итоге приводит к стабилизации водного режима за счет значительного увеличения водоудерживающей способности почв, что способствует ускорению процессов развития экосистем. По-видимому, такое же экологическое значение имеет и оглинение бурых лесных почв на маломощных корах выветривания в горных областях.

Большая группа разнородных по своему механизму процессов обезыливания, развивающихся в почвах на тяжелых или многочленных породах при нормальном и слабом дренаже, приводит к облегчению гранулометрического состава верхней корнеобитаемой толщи почв и в итоге к улучшению физических свойств и ускорению сброса избытка влаги, обычного на этих землях в начале и конце вегетационного периода. Поэтому вся указанная группа процессов направлена на снижение продолжительности избыточного увлажнения и в целом на улучшение экологических условий, что отличается от традиционной трактовки подзолообразования как почвоухудшающего процесса.

Таким образом, процессы оглинения и обезыливания направлены на стабилизацию водного режима почв и лесных экосистем, приводящую к ускорению процессов формирования аккумулятивных горизонтов и смен растительности.

Завершая эту главу, подчеркнем, что динамика и развитие почв в лесной зоне носят выраженную экологическую направленность: формирование оптимальных почвенных условий климаксовых сообществ как в отношении минерального питания, так и в отношении водного режима, а в целом всей физической среды существования растительных сообществ (Чертов, Разумовский, 1980). Эти процессы имеют неодинаковую скорость и различаются по своему механизму на различных землях. Но в итоге по мере приближения к оптимуму, соответствующему климаксовым сообществам, исходные различия земель будут постепенно сглаживаться, хотя необходимо подчеркнуть, что морфологически и функционально сходные климаксовые экосистемы на разных типах земель будут отличаться по своей устойчивости к антропогенным нарушениям.

Для рассмотренного нами класса лесных земель южной тайги такой климаксовой экосистемой, по С. М. Разумовскому и В. В. Галицкому (1979), будет дубово-широколиственный лес на модергумусных или модермуллевых почвах — неоподзоленных гумусово-железо-иллювиальных (возможно, бурых лесных) на легких породах и подзолистых (псевдоподзолистых, лессивированных) почвах на тяжелых бескарбонатных породах. Однако достижение такого экологического оптимума с формированием соответствующих экосистем в изученном регионе труднодостижимо в связи с длительной историей антропогенного воздействия на лесные экосистемы и блокированием процессов развития, а нередко необеспечен-

ностью сукцессионного процесса генофондом (отсутствие широколиственных), в результате чего развитие задерживается на промежуточных стадиях.

Высказанная точка зрения полностью соответствует представлениям об аутоэкогенезе фитоценозов и экосистем (Сукачев, 1964; Смагин, 1965; Колесников, 1967; Разумовский, 1969; Киселева, Разумовский, 1971; Whittaker, Woodwell, 1972) и эволюционным представлениям Ф. Дюшофура (1970), рассматривающего развитие почв в тесной связи с динамикой фитоценозов. На возможность развития почв в связи с изменением растительности указывали А. А. Роде (1947) и С. В. Зонн (1963), много примеров такого развития содержится у Л. Ю. Рейнтама (1973) и М. В. Вайчуса (1975), хотя, как правило, процессы эволюции почв рассматриваются в большей степени в связи с климатом (Таргульян, Александровский, 1976), чем с историей растительности.

Мы же можем заключить, что В. Р. Вильямс (1951) был глубоко прав, диалектически связывая развитие почв с развитием растительности. Однако, не располагая достаточным количеством экспериментальных данных, он создал оторванную от реальной действительности «теорию единого почвообразовательного процесса». Если же взглянуть на развитие почв с экологических позиций, то такой «единый почвообразовательный процесс», направленный на создание оптимальных экологических условий для биоценозов (и направляемый биоценозами), безусловно существует как отражение функционирования, саморегуляции и развития наземных экосистем.

ОПТИМИЗАЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕСНЫХ ЗЕМЕЛЬ

С позиций практического применения результаты изучения экологической структуры лесных земель, представленные в этой работе, должны использоваться для картирования лесных земель и лесных почв, выполняемого при проведении лесоустроительных работ. Основой легенды таких карт служит систематика лесных земель (см. табл. 4), в которой приводятся и данные оценки производительности древостоев. Методические аспекты такого картирования рассматриваются нами в специальных руководствах (Чертов, 1974; Чертов с сотр., 1978). Эта методика позволяет стыковать заключительные этапы инвентаризации и оценки лесных земель (с использованием как типологической оценки, так и моделей продуктивности) с применяющимися в лесоустройстве автоматизированными системами расчетов на ЭВМ. Данные инвентаризации (картирования) в совокупности с представленными выше материалами по динамике лесных земель служат непосредственной основой при расчетах по оптимизации использования лесных земель.

С математических позиций под оптимизацией понимается максимизация или минимизация функции при заданных ограничениях (ограниченных ресурсах), осуществляемая методами линейного программирования (Интриллигатор, 1975), и именно так понимают этот термин лесные экономисты и географы (Мажейка, 1976; Мишев с сотр., 1976; Туркевич, 1977). Однако почвоведомы и биологами оптимизация в настоящее время весьма широко используется в качестве синонима мелиорации и улучшения (Ринькис, Ноллендорф, 1977; Кулаковская, 1977, и др.), что нельзя признать корректным. Мы придерживаемся основного значения этого понятия.

Говоря о прогнозировании и оптимизации производительности лесов по более полному использованию плодородия почв, следует различать два уровня: первый — это конкретные расчеты в связи с текущей хозяйственной деятельностью в определенных хозяйствах или их частях; второй — общая стратегия оптимизации в связи с основными тенденциями развития лесного хозяйства всего региона.

На первом уровне материалы типологической оценки и общие модели продуктивности используются для выбора пород при планировании и проведении лесовосстановительных работ с целью максимизации производительности древостоев, а также при расчете эффективности мелиоративных мер.

Для понимания нашего подхода к решению задачи второго уровня необходимо обратиться к выявленным закономерностям динамики лесных почв основных типов земель и их современному состоянию в связи с продуктивностью леса. На сильнодренированных землях существующий уровень продуктивности ниже теоретического в силу дистрофикации лесных почв и земель в результате пожаров. При оптимизации основной хозяйственной мерой по повышению плодородия почв здесь должна быть охрана от пожаров, что позволяет рассчитывать на достижение в этих типах земель уровня естественной продуктивности. В группе дренированных лесных земель существующий уровень несколько выше теоретического в связи с наличием определенного количества почв, испытавших влияние процесса антропогенной эутрофикации. Повышение общего уровня продуктивности этих земель может быть достигнуто только в случае трансформации гумусового состояния почв до тех эталонов, которые имеются в каждом типе земель (модергумусные и модермулловые подзолистые почвы). В итоге теоретический уровень максимальной продуктивности всех дренированных земель и оптимальные почвенные условия оказываются очень близкими, но путь, который надо преодолеть для достижения этого уровня, во всех типах земель существенно различается. Трансформация грубогумусных подзолистых почв в модергумусные и модермулловые должна заключаться в создании гумусового горизонта, и в этом случае цели человека и природы совпадают. Очевидно, основной мерой оптимизации использования недостаточно и слабодренированных лесных земель остается осушение.

Опираясь на высказанные положения по стратегии оптимизации лесных земель, мы попытались количественно оценить изменения общей производительности изученного класса лесных земель в пределах Ленинградской обл., используя следующую оптимизационную функцию.

$$y = \frac{a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n}{100}$$

$$x_1 + x_2 = S_1$$

$$\vdots$$

$$\vdots$$

$$x_i + x_m + x_n = S_i,$$

где y — средневзвешенная оценка производительности древостоев (высота в фиксированном возрасте) области; $a_1 \dots a_n$ — оценка производительности древостоев от 1-й до n -й почвы (высота в фикс-

сированном возрасте); $x_1 \dots x_n$ — площадь, занимаемая каждой почвой (от 1-й до n -й), %; $S_1 \dots S_i$ — площадь, занимаемая каждым типом лесных земель, %. Иначе говоря, имея существующую структуру лесных земель региона (которую мы не можем изменить) и подбирая для каждого типа земель почвы с максимальной производительностью и с учетом возможности их трансформации, можно рассчитать возможности максимизации производительности лесов за счет улучшения почвенных условий. Экономические ограничения (стоимость мелиорации и трансформации почв) не принимались во внимание, поскольку это выходит за рамки компетенции автора. Расчеты проводились без использования ЭВМ ввиду очевидной методической простоты работы (ограничения по одному параметру).

Основанием для расчета площадей, занимаемых различными типами земель, послужили материалы «Атласа Ленинградской области» (1967); количественные соотношения (%) типов рельефа, четвертичных отложений, механического состава и генетической принадлежности почв рассчитаны по «Атласу. . .» С. А. Дыренковым (1974). Эти данные сопоставлялись с нашими материалами по картированию, которые послужили основой для вычисления площади различных почв, представленных в каждом типе лесных земель. Распределение площади по древесным породам взято из «Генеральной схемы развития лесного хозяйства Ленинградской области» (1959). Количество осушенных земель определено по А. А. Вейнерту (1973). В итоге мы получили представление о существующей структуре лесных земель, почв и древостоев основных пород (табл. 48).

Было выполнено два варианта расчетов оптимизации структуры лесных земель: первый вариант (оптимизированная структура I) основывался на выборе в каждом типе земель и на каждой почве более продуктивного древостоя по данным типологической бонитировки. Такие же расчеты рекомендованы В. Д. Зеликовым (1975) и применялись в Московской обл. (Зеликов, Лукьянов, 1973; Щепаченко, 1976). Второй вариант (оптимизированная структура II) сделан на основе первого с дополнительным расчетом прибавки производительности за счет проведения мелиоративных мероприятий. На переувлажненных землях (ПЗ—ГЗ, П4—Г4, Тв6—Тн6) это осушение, на дренированных (П2—Г2) — трансформация гумусового состояния.

Следует подчеркнуть, что нами соблюдена мера необходимой осторожности при вычислении оптимизированных структур: эффект осушения взят гораздо ниже тех значений, которые приводятся мелиораторами, значительная часть болот верхового типа в осушение не включена. Это относится и к дренированным землям: расчеты сделаны не на абсолютный максимум с трансформацией всех почв в мулловые подзолистые, а более умеренно — преимущественно до уровня модергумусных подзолистых почв, что более реалистично.

Существующая и оптимизированная структура лесных земель гослесфонда Ленинградской обл., % от общей площади

Типы лесных земель	Почвы	Существующая структура					Оптимизированная структура I (по размещению пород)			Оптимизированная структура II (по размещению пород и мелиоративным мероприятиям)		
		общая площадь	сосна	ель	береза	осина, ольха	общая площадь	сосна	ель	общая площадь	сосна	ель
К1в, К1с. Сильнодренированный маломощный и среднемощный элюво-делювий вершин и склонов сельг	Малогумусные гумусово-железистые	0.2	0.2	—	—	—	(+)	—	—	—	—	—
	Сухие грубогумусные гумусово-железистые	0.2	0.2	—	—	—	0.2	0.2	—	0.2	0.2	—
	Грубогумусные гумусово-железистые	(+)	(+)	—	—	—	(+)	—	—	0.2	0.2	—
П1, П1с. Пески разного генезиса сильнодренированных равнин и склонов	Малогумусные поверхностно-подзолистые	6.0	6.0	—	—	—	(+)	—	—	—	—	—
	Сухие грубогумусные поверхностно-подзолистые	11.9	11.9	—	—	—	(+)	—	—	—	—	—
	Грубогумусные поверхностно-подзолистые	2.0	1.5	0.5	—	—	22.9	22.9	—	22.9	22.9	—
	Сухие модергумусные поверхностно-подзолистые	3.0	—	—	3.0	—	—	—	—	—	—	—
	Грубогумусные подзолы и подзолистые	4.8	2.4	1.0	1.4	—	4.8	4.8	—	—	—	—
	Модергумусные подзолистые	0.2	—	—	0.2	—	0.2	0.2	—	5.0	5.0	—
См2, Сф2, С2с. Супеси разного генезиса дренированных равнин и склонов	Грубогумусные подзолистые	3.1	0.2	2.0	0.9	—	3.1	3.1	—	—	—	—
	Модергумусные подзолистые	0.6	—	0.3	0.3	—	0.6	—	0.6	3.7	3.1	0.6

Таблица 48 (продолжение)

Типы лесных земель	Почвы	Существующая структура					Оптимизированная структура I (по размещению пород)			Оптимизированная структура II (по размещению пород и мелноративным мероприятиям)		
		общая площадь	сосна	ель	береза	осина, ольха	общая площадь	сосна	ель	общая площадь	сосна	ель
Д2. Д2с. Двучленные наносы дренированных равнин и склонов	Грубогумусные и модергрубогумусные подзолистые	10.5	0.5	5.0	5.0	—	10.5	2.5	8.0	—	—	—
	Модергумусные подзолистые	1.0	—	0.4	0.6	—	1.0	—	1.0	6.5	2.5	4.0
	Модермуллевые подзолистые	(+)	—	—	—	—	(+)	—	—	5.0	—	5.0
Гм2. Суглинки моренные бескарбонатные дренированных равнин и пологих склонов	Грубогумусные и модергрубогумусные подзолистые	6.5	—	3.4	2.5	0.6	6.5	—	6.5	—	—	—
	Модергумусные подзолистые	2.8	—	1.0	1.0	0.8	2.8	—	2.8	5.0	—	5.0
	Модермуллевые подзолистые	0.2	—	—	—	0.2	0.2	—	0.2	4.5	—	4.5
Гп2. Суглинки пылеватые дренированных равнин и пологих склонов	Грубогумусные подзолистые	3.8	—	2.0	—	1.8	3.8	—	3.8	—	—	—
	Модергумусные подзолистые	1.0	—	0.5	—	0.5	1.0	—	1.0	2.8	—	2.8
	Модермуллевые подзолистые	(+)	—	—	—	(+)	(+)	—	—	2.0	—	2.0
Гк2. Суглинки карбонатные дренированных равнин и пологих склонов	Модергумусные карбонатные оподзоленные	0.2	—	0.2	—	—	0.2	—	0.2	—	—	—
	Модермуллевые карбонатные выщелоченные	0.6	—	0.4	—	0.2	0.6	—	0.6	0.8	—	0.8

Таблица 48 (продолжение)

Типы лесных земель	Почвы	Существующая структура					Оптимизированная структура I (по размещению пород)			Оптимизированная структура II (по размещению пород и мелиоративным мероприятиям)		
		общая площадь	сосна	ель	береза	осина, ольха	общая площадь	сосна	ель	общая площадь	сосна	ель
ПЗ, СЗ. Пески и супеси разного генезиса недостаточно дренированных равнин	Муллевые карбонатные выщелоченные	0.2	—	0.1	—	0.1	0.2	—	0.2	0.2	—	0.2
	Влажные грубогумусные подзолы	2.0	1.0	0.6	0.4	—	2.0	1.0	1.0	—	—	—
	Торфянисто-грубогумусные подзолы	2.0	1.0	—	1.0	—	2.0	2.0	—	—	—	—
ПЗо, СЗо. То же, осушенные	Грубогумусные подзолы	(+)	—	—	—	—	(+)	—	—	4.0	2.0	2.0
ДЗ. Двучленные наносы недостаточно дренированных равнин	Влажные грубогумусные подзолистые глееватые	3.0	0.5	1.0	1.5	—	3.0	1.0	2.0	—	—	—
	Торфянисто-грубогумусные подзолистые глееватые	3.0	1.0	0.5	1.5	—	3.0	1.0	2.0	—	—	—
ДЗо. То же, осушенные	Модергумусные подзолистые глееватые	(+)	—	—	—	—	(+)	—	—	6.0	3.0	3.0
ГмЗ. Суглинки моренные бескарбонатные недостаточно дренированных равнин	Влажные грубогумусные подзолистые глееватые	2.0	—	1.0	1.0	—	2.0	—	2.0	—	—	—
	Торфянисто-грубогумусные подзолистые глееватые	1.9	0.3	0.7	0.9	—	1.9	—	1.9	—	—	—
ГмЗо. То же, осушенные	Модергумусные подзолистые глееватые	0.5	—	0.1	—	0.4	0.5	—	0.5	4.4	—	4.4

Таблица 48 (продолжение)

Типы лесных земель	Почвы	Существующая структура					Оптимизированная структура I (по размещению пород)			Оптимизированная структура II (по размещению пород и мелиоративным мероприятиям)		
		общая площадь	сосна	ель	береза	осина, ольха	общая площадь	сосна	ель	общая площадь	сосна	ель
Гп3. Суглинки пылеватые недостаточно дренированных равнин	Влажные грубогумусные подзолистые глееватые	0.6	—	0.3	—	0.3	0.6	—	0.6	—	—	—
	Торфянисто-грубогумусные подзолистые глееватые	0.4	—	0.2	0.2	—	0.4	—	0.4	—	—	—
	Влажные модергумусные подзолистые глееватые	0.7	—	0.4	—	0.3	0.7	—	0.7	—	—	—
Гп3о. То же, осушенные	Модергумусные подзолистые глееватые	(+)	—	—	—	—	(+)	—	—	1.7	—	1.7
П4, С4. Пески и супеси разного генезиса слабодренированных равнин	Торфянистые и торфянисто-перегнойные подзолы	2.0	1.3	—	0.7	—	2.0	2.0	—	—	—	—
П4о, С4о. То же, осушенные	Грубогумусно-перегнойные подзолы	0.4	0.3	—	0.1	—	0.4	0.4	—	2.4	2.4	—
Д4. Двучленные наносы слабодренированных равнин	Торфянисто-перегнойные подзолистые глееватые и глеевые	2.2	1.0	0.6	0.6	—	2.2	2.2	—	—	—	—
Д4о. То же, осушенные	Грубогумусно-перегнойные подзолистые глееватые	0.8	0.4	0.4	—	—	0.8	0.8	—	3.0	3.0	—

Т а б л и ц а 48 (продолжение)

Типы лесных земель	Почвы	Существующая структура					Оптимизированная структура I (по размещению пород)			Оптимизированная структура II (по размещению пород и мелиоративным мероприятиям)		
		общая площадь	сосна	ель	береза	осина, ольха	общая площадь	сосна	ель	общая площадь	сосна	ель
Гм4. Суглинки моренные бескарбонатные слабодренированных равнин	Торфянисто-перегнойные подзолистые глееватые	1.4	0.4	0.4	0.6	—	1.4	0.4	1.0	—	—	—
Гм4о. То же, осушенные	Перегнойно-торфянистые и влажнумуллевы подзолистые глееватые	0.6	—	0.4	0.2	—	0.6	—	0.6	2.0	—	2.0
Гп4. Суглинки пылеватые слабодренированных равнин	Торфянисто-перегнойные подзолистые глееватые и глеевые	1.0	1.0	—	—	—	1.0	1.0	—	—	—	—
Гп4о. То же, осушенные	Перегнойно-торфянистые и влажнумуллевы подзолистые глееватые и глеевые	0.5	0.2	0.3	—	—	0.5	—	0.5	1.5	—	1.5
Н15, Д5, Г5, Гк5. Недостаточно и слабодренированные земли с проточным увлажнением	Влажнумуллевы и перегнойно-торфянистые подзолистые глееватые и глеевые	1.0	—	0.5	—	0.5	1.0	—	1.0	0.5	—	0.5
Н5о, Д5о, Г5о, Гк5о. То же, осушенные	Влажнумуллевы и муллевы подзолистые глееватые	—	—	—	—	—	—	—	—	0.5	—	0.5

Таблица 48 (продолжение)

Типы лесных земель	Почвы	Существующая структура					Оптимизированная структура I (по размещению пород)			Оптимизированная структура II (по размещению пород и мелиоративным мероприятиям)		
		общая площадь	сосна	ель	береза	осина, ольха	общая площадь	сосна	ель	общая площадь	сосна	ель
Твб. Болотные земли верхового типа	Торфяно-перегнойные разной мощности	2.4	2.4	—	—	—	2.4	2.4	—	—	—	—
	Торфяно-болотные мощные	4.5	4.5	—	—	—	4.5	4.5	—	4.0	4.0	—
Твбо. То же, осушенные	Перегнойно-торфяные маломощные и среднечрезвычайно мощные	0.6	0.6	—	—	—	0.6	0.6	—	3.0	3.0	—
	Грубогумусно-торфяные мощные	1.5	1.5	—	—	—	1.5	1.5	—	2.0	2.0	—
Тпб. Болотные земли переходного типа	Торфяно-перегнойные глеевые	2.4	0.9	0.1	1.4	—	2.4	—	2.4	—	—	—
Тпбо. То же, осушенные	Перегнойно-торфяные глеевые	0.8	—	0.4	0.4	—	0.8	—	0.8	3.2	—	3.2
Тпб. Болотные земли низинного типа	Перегнойно-торфяные глеевые разной мощности	3.0	—	0.5	1.5	1.0	3.0	—	3.0	—	—	—
Тпбо. То же, осушенные	Перегнойно-торфяные глеевые	—	—	—	—	—	—	—	—	3.0	—	3.0

Табл. 48 дает представление об изменении почвенного покрова и состава древостоев в случае осуществления обоих вариантов и может быть нормативной базой при разработке мероприятий по оптимизации. Анализ ее показывает, что при «оптимизации I» почвенный покров меняется незначительно, главным образом за счет трансформации гумусового состояния почв сильнодренированных земель. При «оптимизации II» наблюдаются следующие изменения: из 35.5% площади, занимаемой дренированными землями, 28.9% трансформируется из грубогумусных в модергумусные и модермуллевые, из 16.1% недостаточно дренированных земель осушается 15.6%, из 9.9% слабодренированных земель осушается 7.1%, а из 15.2% болотных — 8.3%. В совокупности это составляет 60% общей площади: 31% земель изменяется за счет осушения, 29% — за счет мер по трансформации гумусового состояния.

Табл. 49 указывает на изменение общей производительности лесов с использованием данных типологической оценки. При «оптимизации I», отвечающей представлениям об экстенсивном ведении лесного хозяйства, повышение производительности наблюдается только за счет сосновых древостоев сильнодренированных песчаных земель и выражается в среднем по области величиной 15% — это почти один класс бонитета. При «оптимизации II», отвечающей представлениям об интенсивном лесном хозяйстве, производительность сосновых древостоев увеличивается дополнительно на 10% — эту прибавку можно отнести за счет влияния осушения. При этой оптимизации на 23% увеличивается и производительность еловых древостоев — на полтора класса бонитета, если судить по высоте, и это является результатом совместного влияния трансформации гумусового состояния и в меньшей мере осушения.

Возвращаясь к общей стратегии оптимизации и принимая во внимание приведенные данные, можно сделать следующий вывод: при сохранении существующей интенсивности лесного хозяйства, когда основными мерами увеличения производительности служат выбор пород при лесовосстановлении, регулирование состава в период выращивания, лесоосушение и общие охранительные мероприятия (главным образом охрана от пожаров), главный резерв повышения производительности лесов расположен на краях экологического ряда — на сильнодренированных сухих и слабодренированных и болотных переувлажненных землях, ведению хозяйства в которых до сих пор уделялось меньше всего внимания. При этом повышается производительность преимущественно сосновых древостоев. Только при существенном повышении общей интенсивности лесного хозяйства можно ожидать значительного увеличения производительности и еловых древостоев.

Говоря о реальных возможностях трансформации гумусового состояния лесных почв — грубогумусных в модергумусные и муллевые, отметим, что примером технического решения этой задачи может служить хорошо известная в немецком лесоводстве «мелно-

Ожидаемое распределение площади древостоев разной продуктивности в Ленинградской обл., %, при существующей и оптимизированной структуре лесных земель

Продуктивность по средней высоте 80-летних древостоев, м	Существующая структура *		Оптимизированная структура I		Оптимизированная структура II	
	сосна	ель	сосна	ель	сосна	ель
6	4.5	—	4.5	—	4.0	—
11	2.4	—	2.4	—	—	—
12	0.2	—	—	—	—	—
13	0.9	—	—	—	—	—
14	—	0.6	—	—	—	—
15	2.7	0.1	2.7	2.4	2.2	—
16	7.0	1.0	2.0	2.0	—	—
17	3.7	1.0	5.8	5.0	0.2	—
18	13.2	4.5	1.0	2.0	—	—
19	0.5	0.9	1.0	3.3	—	0.5
20	3.6	7.7	6.2	13.1	8.0	2.0
21	2.5	6.0	26.4	9.2	25.3	2.6
22	0.5	—	2.7	—	8.1	—
23	—	0.5	—	0.5	—	6.1
24	—	1.8	—	5.1	—	19.0
25	—	0.4	—	1.0	5.5	4.0
26	—	0.2	—	0.2	—	2.0
28	—	0.4	—	0.8	—	10.3
30	—	0.1	—	0.2	—	0.2
Общая площадь, занимаемая различными древостоями, %	41.7	25.2	55.3	44.7	53.3	46.7
Средневзвешенная высота древостоев, м	15.9	20.0	18.3	20.2	20.0	24.6

* 3%, 1% занято лиственными породами.

рация гумуса» (Laatsch, 1963; Wittich, 1964; Fiedler e. a., 1973; Nebe, Fiedler, 1976), при которой проводится вспашка, известкование, удобрение, затем промежуточное сельскохозяйственное использование, посев люпина или введение ольхи и только после этого создание лесных культур. Такая сложная и чрезвычайно дорогостоящая мелиорация может служить лишь прототипом для трансформации почв на бедных лесных землях (П2—Д2), так как в наших условиях это потребует очень серьезных исследований и экспериментальной проверки. При создании гумусового горизонта мощностью 10 см можно ожидать повышения производительности на один класс бонитета, при создании А₁ мощностью 15 см — на два класса.

На более богатых дренированных суглинистых землях (Гм2, Гп2), где формирование грубого гумуса связано с некоторыми

затруднениями в дренаже, трансформация гумусового состояния будет возможна гораздо более легким путем: либо при осушении смежных недостаточно и слабодренированных земель, либо при частичной подготовке почвы под лесные культуры нарезкой пластов с одновременным формированием борозд, дренирующих территорию.

Большую гарантию на успех может дать введение в состав и подлесок элементов широколиственных лесов, способных осваивать значительную толщу почв и формировать A_1 , и, кроме того, ольхи, на мелиорирующую роль которой обращают внимание не только немецкие лесоводы, но и наши исследователи (Шумаков, 1966; Мильто, 1970, и мн. др.), а также американские почвоведы, подсчитавшие, что подлесок ольхи красной в пихтовом древостое в штате Орегон за 16 лет увеличил запасы азота в 15-сантиметровом слое почвы на 860 кг/га (Berg, Doerksen, 1975).

Оценивая возможности применения минеральных удобрений с целью трансформации гумусового состояния почв, подчеркнем, что разовое их применение даже в больших дозах вряд ли приведет к существенному изменению типа аккумуляции, хотя состав гумуса при этом улучшается (Костылева, 1974). Видимо, только при использовании системы удобрений с параллельным изменением древостоев от чистых хвойных к смешанному произойдет трансформация грубого гумуса в модер или мулль. Следует подчеркнуть, что при всех способах трансформации почв стабилизация гумусового состояния будет возможна только при соответствующем преобразовании лесной растительности и создании хвойно-лиственных или хвойно-широколиственных древостоев, что совпадает с рекомендациями ряда лесоводов (Лосицкий, Чуенков, 1973).

Все сказанное о роли эутрофикации аккумулятивной части профиля в оптимизации использования земель лесной зоны указывает на необходимость заботы о гумусовом состоянии почв. Приведенные расчеты показывают возможности экологии лесных земель для общей оценки различных по интенсивности систем ведения лесного хозяйства и комплексной оценки и прогнозирования эффективности всех мелиоративных мероприятий как основы для оптимизации использования земель в лесоводстве.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе мы рассмотрели основы классификации лесных земель, их почвенно-экологическую и в меньшей мере лесотипологическую структуру, дали оценку производительности древостоев по типам земель, выявили основные закономерности динамики почв и возможности оптимизации существующей структуры. Совокупность этих материалов в полной мере отвечает экологии земель (экотопологии) в понимании Л. Г. Раменского: типологические построения рассматриваются в пределах биоклиматических провинций; рельеф и почвы отражены в классификации лесных земель и их характеристике; растительный покров увязывается с типами земель классификационно и с применением количественных методов; об экологическом влиянии культурных режимов можно судить по данным о динамике почв и растительности под влиянием различных антропогенных воздействий (рубки, пожары, осушение, рекреация, история хозяйственного освоения). Отсюда следует, что экология земель имеет выраженный прикладной характер, что отмечается и рядом авторов (Соболев, 1978; Сочава, 1978). Однако это обстоятельство — отнюдь не причина становления этой отрасли науки, а всего лишь следствие ее экологичности.

Освещенная в книге методика в течение ряда лет использовалась при проведении лесоустроительных работ. Для лесоводственных целей нами составлялись не просто почвенно-генетические карты, а карты типов лесных земель (типов местообитаний) и почв, на которых основным был контур типов земель, разделявшийся далее на более мелкие выделы по различиям почв — типам гумуса и генетическим особенностям. Необходимость практического использования результатов наших исследований привела к выработке методики картирования и созданию построенных по дихотомическому принципу определителей для типов земель, типов гумуса, родовой принадлежности почв по морфологии иллювиальных горизонтов и для установления подзолистости почв (Чертов, 1974; Чертов, Филиппов, Мельницкая, 1978).

Описывая лесные земли класса западной провинции подзоны южной тайги, мы указывали на корреспондирующие типы леса на этих землях в других регионах тайги. Безусловно, в иных климатических условиях рассмотренные типы земель характеризуются другими почвами и лесной растительностью. Но все же экологиче-

ские группы лесных земель по дренированности ясно прослеживаются и в иной биоклиматической обстановке — даже во влажной тропической и экваториальной зоне, где можно выделить группы сильнодренированных земель на легких и скелетных почвах, дренированных земель на мощных корах выветривания с зональными почвами и растительностью и группы слабодренированных и болотных земель (Champion, Griffith, 1948; Ричардс, 1961; Кабанов, 1971; Ashton, Brüning, 1975; Чертов, 1978). При этом на краях экологического ряда прослеживается некоторая общность в растительности и почвообразовании: на маломощных скелетных почвах в лесах нередко доминируют тропические виды сосен, на песках формируются тропические подзолы с «вересковыми» лесами, а при избыточном увлажнении образуются выпуклые олиготрофные торфяники. В то же время на дренированных землях конвергенция исходных условий под климаксовым дождевым тропическим лесом заходит столь далеко, что один из первых исследователей влажных тропиков Шимпер (цит. по: Ричардс, 1961) отрицал связь тропической лесной растительности с почвами. Эта общность экологической структуры лесных земель различных природных зон указывает на универсальность принципов экологии лесных земель.

При изучении динамики почв лесных земель основное внимание уделялось изменению гумусового состояния и типов гумуса под влиянием различных хозяйственных воздействий, и мы можем заключить, что гумусовое состояние лесных почв наиболее полно отражает влияние всех экологических и антропогенных факторов, определяя актуальное плодородие лесных земель, и интегрирующим понятием здесь служит «тип гумуса». В этом отношении мы можем присоединиться к высказыванию классиков индийского лесоводства Чемпиона и Гриффита: «Влияние содержания гумуса, воздействующего на физические, химические и биологические свойства почв, является столь далеко идущим, что сохранение гумуса должно быть руководящим принципом в лесоводственной практике» (Champion, Griffith, 1948, p. 41).

Оценивая приведенные материалы с позиции охраны окружающей среды, можно резюмировать, что совокупность всех данных по экологии лесных земель, особенно по их динамике и степени ущерба, наносимого почвам и растительности в результате деятельности человека, должны служить руководством для разработки мероприятий, сохраняющих и повышающих экологический потенциал лесных земель, с учетом тех ошибок, а также удачных решений, которые сделаны прежде и нашли отражение в современном состоянии земельных ресурсов. Материалы по оптимизации использования изученных нами лесных земель показывают возможности применения почвенно-экологической информации в этих целях.

Экология лесных земель в принципе позволяет подойти к решению проблемы классификации лесных экосистем таежной зоны: на основе отражения в низшей единице классификации (типе биогеоценоза, типе лесной экосистемы) как признаков биоценоза —

типа леса, так и признаков экотопа — типа земель (Чертов, Дыренков, 1973). Сходный подход начинает разрабатываться в Канаде (Burger, 1976) и в тропиках (Richmond, Mueller-Dombois, 1972), хотя все эти предложения не могут считаться бесспорными и проблема еще ждет своего решения. С позиций лесоведения мы все же можем сделать вывод, что основная единица экологии лесных земель — тип земель (тип местообитания, тип лесорастительных условий) в полной мере может и должна быть использована в современной лесной типологии. Принципиально такой вывод был сделан на II Всесоюзном совещании по лесной типологии (Резолюция. . ., 1973), и он логически вытекает из лесотипологических воззрений Б. П. Колесникова (1967). Развиваемый в этой работе подход, хотя и не в полном объеме, был использован при создании комбинированного перекрестного метода выделения и распознавания типов леса (Федорчук, Дыренков, 1975).

Оценивая перспективы развития экологии лесных земель, мы можем наметить следующие этапы. 1. Обобщение материалов и сбор данных для почвенно-экологической характеристики, лесоводственной оценки и инвентаризации всех классов лесных земель как тайги, так и других лесных областей мира. 2. Верификация классификаций лесных земель по математическим критериям; если по этому пути пойдут не только экологи, но и ландшафтоведы и почвоведы, вполне вероятно, что в итоге таксоны различных классификаций будут хорошо коррелировать друг с другом, что имеет большое значение для практического использования научных данных. 3. Построение математических моделей развития экосистем для каждого типа земель отдельно как по элементам, наподобие модели азота, представленной в главе IV, так и для основных элементов-органогенов — углерода, азота, фосфора, калия, серы, оснований и т. д. в их взаимной связи. 4. Использование полученных моделей для количественного прогнозирования различных антропогенных воздействий в разных типах земель — лесохозяйственной практики, рекреации и промышленного загрязнения. Осуществление этой программы позволит подойти к всестороннему решению проблемы оптимизации природной среды в лесных областях не только с утилитарно-лесоводственной стороны, но и с общих позиций максимизации всех биосферных функций леса.

- Абатуров А. М.* Полесья Русской равнины. М., 1968. 246 с.
- Агрохимические методы исследования почв.* М., 1975. 656 с.
- Айер Дж. Г., Уайльд С. А.* Рубки ухода и их влияние на почву и древесной. — Лесоведение, 1975, № 4, с. 37—43.
- Александрова Л. Н.* Процессы гумусообразования в почве. — Зап. Ленингр. с.-х. ин-та, 1970, т. 142, с. 26—82.
- Ананова Е. Н.* Растительность северо-западной части Карельского перешейка. Автореф. канд. дис. Л., 1950. 23 с.
- Андреев В. В.* Изменение водно-физических свойств почв осиново-еловых древостоев под влиянием рубок ухода за лесом. Канд. дис. ЛТА, 1971. 220 с.
- Антонов И. С.* Влияние водного режима на рост культур сосны. Канд. дис. ЛТА, 1964. 202 с.
- Апалькова Л. А., Петропавловский Б. С.* К вопросу о закономерностях формирования древесного яруса в поясе широколиственных лесов среднего Сихотэ-Алиня. — В кн.: Статистические методы исследования геосистем. Владивосток, 1976, с. 100—111.
- Апарин Б. Ф., Рубилин Е. В.* Особенности почвообразования на двучленных породах Северо-Запада Русской равнины. Л., 1975. 196 с.
- Арефьева З. Н.* Динамика аммиачного и питратного азота в лесных почвах Зауралья. — Почвоведение, 1964, № 3, с. 30—35.
- Ариунушкина Е. В.* Руководство по химическому анализу почв. М., 1970. 488 с.
- Арманд Д. Л.* Наука о ландшафте. М., 1975. 288 с.
- Архипов В. К., Ткаченко Б. А., Смирнова А. А.* и др. Программы обработки материалов лесоустройства на ЭВМ «Минск-22». Л., 1973. 100 с.
- Атлас Ленинградской области.* М., 1967. 82 с.
- Бабинов Б. В.* Режим грунтовых вод на осушенных болотах. — В кн.: Теория и практика лесного болотоведения и лесогидромелиорации. Красноярск, 1976, с. 152—153.
- Бельская М. А.* Изменение физических свойств торфяно-болотных лесных почв при лесосушительной мелиорации. — В кн.: Сборник работ по лесному хозяйству. Л., 1961, вып. 4, с. 170—179.
- Биркенгоф А. Л., Даринский А. В., Кобяков Г. С.* и др. Ленинградская область (природа и хозяйство). Л., 1958. 344 с.
- Бирюков В. Н.* Типы леса и лесорастительное районирование Северного и Центрального Казахстана. — В кн.: Лесная наука — производству. Алма-Ата, 1972, с. 29—34.
- Бирюков В. Н., Бобровник В. П.* Типы леса Казахского мелкосопочника и их хозяйственное значение. — В кн.: Леса и древесные породы Северного Казахстана. Л., 1974, с. 26—35.
- Благовидов Н. Л.* Условия почвообразования, почвообразующие породы, классификация и география почв. — В кн.: Почвы Ленинградской области. Л., 1937, вып. 1, с. 1—196.
- Благовидов Н. Л.* Почвы Северо-Запада европейской части СССР. — В кн.: Почвы СССР. М.; Л., 1939, т. 2, европейская часть СССР, с. 137—178.
- Благовидов Н. Л.* Почвы Ленинградской области. Л., 1946. 144 с.

- Благовидов П. Л.* Некоторые закономерности почвообразования в лесах тасжской зоны. — Тр. ЛТА, 1956, вып. 73, с. 199—216.
- Благовидов П. Л., Бурков Г. Л.* Методические указания к производству почвенных исследований и характеристике условий местообитания леса. Л., 1959. 30 с.
- Блинцов И. К.* Некоторые особенности физических свойств почв сосняка брусничника в зависимости от возраста насаждений. — В кн.: Лесоведение и лесное хозяйство. Минск, 1975, вып. 10, с. 8—14.
- Бобровник В. П.* Лесные почвы Казахского мелкосопочника. Тез. докл. науч. конф. по лесн. почвовед. Красноярск, 1965, с. 101—103.
- Богашова Л. Г.* О почвоулучшающей роли смешанных хвойно-лиственных насаждений. — Научн. докл. высш. школы. Биолог. науки, 1958, № 1, с. 179—185.
- Боч М. С.* Достижения современного болотоведения. — В кн.: Современное болотоведение и тундроведение. М., 1978, с. 5—65.
- Будрюнас Р.* Леса Куршо-Нярия. — В кн.: Фитогеографическая, флористическая и геоботаническая характеристика приморской растительности. Вильнюс, 1976, с. 41—45.
- Бутузова О. В.* К характеристике некоторых почв Псковской области. — Почвоведение, 1960, № 7, с. 87—95.
- Бутузова О. В.* Почвы восточных районов Ленинградской области. — В кн.: Почвы Ленинградской области. Л., 1973, с. 255—281.
- Бухман В. А.* К познанию группового и фракционного состава органического вещества торфяных почв Карелии. — В кн.: Вопросы комплексного изучения болот. Петрозаводск, 1973, с. 108—114.
- Буш К. К.* Взаимосвязь между продуктивностью древостоев и интенсивностью осушения. — В кн.: Вопросы гидромелиорации. Рига, 1968, с. 5—50.
- Буш М. К.* Влияние продолжительности произрастания леса на морфологию почв приморских дюн Латвийской ССР. — В кн.: Лес и почва. Красноярск, 1968, с. 163—166.
- Быковская Т. К.* Состав органического вещества почв под разными типами леса в условиях дерново-подзолистой зоны. — Вестн. МГУ. Биол., почв., 1972, № 4, с. 116—117.
- Вайчис М. В.* Опыт картирования и бонитировки лесных почв. Каунас, 1965. 15 с.
- (*Вайчис М.*) *Vaičys M.* Eglinų dirvožemių formavimasis dubravos limnoglacialinėse nuogulose. — Liet. miškų ūkio moksl. tyrimo inst. darbai, 1967, vol. 10, S. 71—122.
- Вайчис М. В.* Генезис и свойства лесных почв южной Прибалтики. Вильнюс, 1975. 411 с.
- Вайчис М. В.* Принципы бонитировки лесных почв. Вильнюс, 1976. 44 с.
- Вайчис М., Лабанаускас Б.* Классификация условий местообитаний лесов Литовской ССР. Каунас, 1972. 55 с.
- Ватковский О. С., Головенко С. В., Гришина Л. А. и др.* Экология и продуктивность геохимически автономных ельников Валдая. — В кн.: Почвы и продуктивность растительных сообществ. М., 1974, вып. 2, с. 89—141.
- Вейнерт А. А.* Лесоосушение в Ленинградской области. — В кн.: Осушение и восстановление леса на заболоченных землях Северо-Запада. Л., 1973, с. 3—8.
- Верхоланцева Л. А.* Почвы концентрированных вырубков сосняков лишайниковых и пути улучшения их лесорастительных свойств. — В кн.: Материалы по почвам Коми АССР и сопредельных территорий. М., 1962, с. 102—131.
- Верхоланцева Л. А.* Водно-физические свойства почв сосняков зеленомошников. — Тр. Коми фил. АН СССР, 1972, № 24, с. 42—51.
- Вильямс В. Р.* Собр. соч., т. 6. Почвоведение с основами земледелия. М., 1951. 576 с.

- Вомперский С. Э.* Биологические основы эффективности лесосошения. М., 1968. 319 с.
- Гаврилов К. А.* Некоторые вопросы взаимосвязи биоценозов с почвами. Тез. докл. совещ. по лесн. почвовед. при Ин-те леса АН УССР. Киев, 1956, с. 34—36.
- Гагарина Э. И., Козырева О. П.* Бурные лесные почвы западной части Ленинградской области. — Вестн. ЛГУ. Биол., 1976, № 9, с. 119—127.
- Гаель А. Г., Маланьин А. П.* Об особенностях почвообразования на песках и о дерновых неоподзоленных почвах. — Почвоведение, 1977, № 4, с. 23—34.
- Генеральная схема развития лесного хозяйства Ленинградской области.* Л., 1959, т. 1, кн. 2. 200 с.
- Говоренков Б. Ф.* Круговорот элементов между растительностью и почвой в сосняке и лиственничнике на Карельском перешейке. — В кн.: Сборник трудов Центрального музея почвоведения им. В. В. Докучаева. Л., 1972, вып. 5, с. 103—130.
- Горбачев В. П.* Почвы нижнего Приангарья и Енисейского края. М., 1967. 140 с.
- Гордиенко М. И.* Состав насаждений и плодородие почвы. — Науч. тр. УСХА, 1973, т. 2, вып. 94, с. 16—19.
- Градусов Б. П.* Влияние лесных подстилок на химические свойства почв в подзоне южной тайги. — Почвоведение, 1958, № 8, с. 111—116.
- Градусов Б. П.* К химико-минералогической характеристике почв средней части Карельского перешейка. — Почвоведение, 1960, № 7, с. 53—62.
- Градусов Б. П., Урусевская И. С., Шоба С. А.* Микростроение и минеральный состав почв Ижорской возвышенности. — Вестн. МГУ. Биол., почв., 1976, № 3, с. 92—105.
- Гришин И. А.* Почвы дубовых лесов среднего Приамурья. Автореф. канд. дис. Новосибирск, 1978. 20 с.
- Гуторович И. И.* К вопросу о бонитировке лесных почв и произрастающих на них насаждений. — Лесной журн., 1909, № 2—3, с. 358—363.
- Давыдов П. И.* Влияние глубины грунтовых вод на рост сосновых и еловых насаждений. Канд. дис. ЛТА, 1955. 228 с.
- Димитров Е. Т.* Зависимость от кулминацията на текуция и средния прираст по височина от дълбочината на почвата при смърча. — Горскостопанска наука, 1975, т. 12, № 4, с. 56—61.
- Дмитриева Е. В.* Сосновые леса северо-запада Карельского перешейка. — Ботан. журн., 1973а, т. 58, № 8, с. 1093—1106.
- Дмитриева Е. В.* Ельники северо-западной части Карельского перешейка. — Лесоведение, 1973б, № 2, с. 51—64.
- Дмитриева Е. В.* Лишайниковые сосняки северо-запада Карельского перешейка. — Вестн. ЛГУ. Геогр., 1979, № 18, с. 59—71.
- Докучаев В. В.* Избр. соч., т. 1. Русский чернозем. М., 1948. 480 с.
- Докучаев В. В.* Соч., т. 4. Нижегородские работы. 1882—1887. Материалы к оценке земель Нижегородской губернии. М.; Л., 1950. 547 с.
- Долотов В. А.* Почвы Мгинско-Тосненской равнины. — В кн.: Почвы Ленинградской области. Л., 1973, с. 201—228.
- Дольский Л. В., Штейнбок А. Г.* Почвенно-типологическое исследование гослесфонда БССР и лесоустроительное проектирование. — Лесн. хоз-во, 1975, № 9, с. 55—59.
- Донских И. П.* Формы аккумуляции азота, фосфора и калия в торфяных почвах Северо-Запада (на примере Ленинградской области). Автореф. канд. дис. Ленинград—Пушкин, 1966. 22 с.
- Дубах А. Д.* Очерки по гидрологии болот. Л., 1936. 119 с.
- Дуда В. В.* Типологический потенциал лесов Харьковской области. — Лесн. хоз-во, 1976, № 8, с. 16—19.
- Дукарский О. М., Закурдаев А. Г.* Статистический анализ и обработка наблюдений на ЭВМ «Минск-22». М., 1971. 243 с.

- Духовников Ю.* Комплексни показатели на релефа, почвата и месторастенето и точност при определяне на типа месторастене. — Горско стопанство, 1975, т. 31, № 9, с. 4—9.
- Дыренок С. А.* Практические рекомендации по лесорастительному районированию с применением математических методов (на примере Ленинградской области). Л., 1974. 74 с.
- Дыренок С. А., Чертов О. Г., Шергольд О. Э., Канисев Г. Н.* Типы еловых лесов на территории урочищ Колчимского Камня (Влперское Предуралье). — В кн.: Сборник научно-исследовательских работ по лесному хозяйству. Псковское отд-ние Лениздата, 1972, вып. 14, с. 179—207.
- Дюшофур Ф.* Основы почвоведения. Эволюция почв. М., 1970. 591 с.
- Евдокимова П. В., Мостовой М. Н., Малый Е. И.* Об осадке п биохимической сработке торфа в Полесье УССР. — Почвоведение, 1976, № 6, с. 126—128.
- Елпатьевский М. М., Елпатьевский М. П., Константинов В. К.* Осушение и освоение заболоченных лесных земель. М., 1970. 230 с.
- Елпатьевский М. М., Константинов В. К., Тихомиров И. В., Кирюшкин В. Н.* Использование лесохозяйственной классификации болот при проектно-пыскательских работах. Л., 1975. 38 с.
- Ефремова Т. Т.* Формирование почв при естественном облесении осушенных болот. Новосибирск, 1975. 127 с.
- Жирова О. Н.* Подзолистые песчаные и супесчаные почвы на двучленных отложениях Вологодской области. — Почвоведение, 1976, № 8, с. 6—19.
- Забелло К. Л.* Почвенно-грунтовые условия и продуктивность некоторых типов сосновых и еловых насаждений Борисовского лесхоза Минской области. — В кн.: Лесоведение и лесное хозяйство. Минск, 1975, вып. 9, с. 48—54.
- Забелло К. Л., Апрощенко О. А.* Почвенно-грунтовые условия произрастания некоторых типов березовых лесов Белоруссии. — В кн.: Лесоведение и лесное хозяйство. Минск, 1974, вып. 8, с. 19—23.
- Завалишин А. А.* Почвенные провинции Северо-Западной зоны. — Вестн. ЛГУ. Биол., 1961, вып. 3, с. 126—137.
- Завалишин А. А., Яцук П. А.* К характеристике почв Приозерского района Ленинградской области. — Учен. зап. ЛГУ, № 221. Сер. биол., 1956, вып. 42, с. 3—31.
- Зайдельман Ф. Р.* Диагностика, общность и различия подзолистых и лессивированных почв, оглеенных подзолов, псевдоподзолов и псевдоглеев. — Почвоведение, 1970, № 12, с. 169—183.
- Зареба Р. Я.* Развитие лесной типологии в Польше. — Тр. Харьк. СХИ, 1970, № 142, с. 166—179.
- Зеликов В. Д.* Почвы и бонитет насаждений. М., 1971. 119 с.
- Зеликов В. Д.* Бонитировочная шкала по физико-химическим свойствам дерново-подзолистых суглинистых почв, занятых еловыми и березовыми насаждениями. — Науч. тр. МЛТИ, 1972а, вып. 40, с. 50—56.
- Зеликов В. Д.* Влияние физико-химических свойств дерново-подзолистых суглинистых почв Московской области на высоту еловых и березовых насаждений. — Науч. тр. МЛТИ, 1972б, вып. 40, с. 71—76.
- Зеликов В. Д.* Методика расчета почвенно-бонитировочных таблиц. — Науч. тр. МЛТИ, 1972в, вып. 40, с. 150—165.
- Зеликов В. Д.* Проектирование перспективных насаждений с учетом результатов почвенного обследования. М., 1975. 47 с.
- Зеликов В. Д., Лукьянов В. М.* Бонитировка лесных почв по методике МЛТИ в Солнечногорском опытно-показательном мехлесхозе. — В кн.: Сборник статей по итогам договорных научно-исследовательских работ за 1969—1970 гг. М., 1973, с. 88—92.
- Зонн С. В.* Влияние леса на почву. М., 1954. 160 с.
- Зонн С. В.* Эволюция почв в лесных биогеоценозах. — Почвоведение, 1963, № 10, с. 1—13.

- Зонн С. В.* Буроземообразование, псевдоподзоливание и подзолообразование. — Почвоведение, 1966, № 7, с. 5—14.
- Зонн С. В.* Принципы и методы изучения почв при лесотипологических исследованиях. — Экология, 1974, № 3, с. 35—42.
- Зонн С. В., Урушадзе Т. Ф.* Научные основы и методические указания к биогеоценотическому изучению почв горных лесов. Тбилиси, 1974. 116 с.
- Иванов Б. Н.* Изменение химических свойств почвы на вырубках в еловых типах леса. Тез. докл. V Делегат. съезда ВОП. Минск, 1977, т. 5, с. 38—39.
- Иванова К. М.* Типы условий местообитания Невского парклесхоза. — Тр. ЛТА, 1963, вып. 103, с. 45—56.
- Ильинский В. В.* Изменение свойств почв на вырубках. — Науч. тр. МЛТИ, 1972, вып. 40, с. 124—133.
- Интриллигатор М.* Математические методы оптимизации и экономическая теория. М., 1975. 606 с.
- Ипатьев В. А., Бородин С. Н.* Влияние лесосушения на ферментативную активность торфяно-болотных почв. — В кн.: Исследования в области лесного хозяйства, лесной и деревообрабатывающей промышленности. М., 1971, ч. I, с. 53—58.
- Исаченко А. Г.* Развитие географических идей. М., 1971. 416 с.
- Исаченко А. Г., Дашкевич З. В., Карнаухова Е. В.* Физико-географическое районирование Северо-Запада СССР. Л., 1965. 248 с.
- Кабанов П. Е.* Тропическая лесная растительность провинции Юньнань (КНР). М., 1971. 183 с.
- Кабашникова Г. И.* Влияние чистых и смешанных насаждений сосны и березы на лесорастительные свойства почвы. — В кн.: Растение и среда. Минск, 1976. с. 118—123.
- Казанская П. С.* Современное состояние некоторых типов леса подмосковных лесопарков в связи с рекреационным использованием, пути их улучшения и преобразования. — В кн.: География Москвы и Подмосковья. М., 1973, с. 113—123.
- Казимиров Н. И., Волков А. Д., Зябченко С. С. и др.* Обмен веществ и энергии в сосновых лесах европейского Севера. Л., 1977. 304 с.
- Казимиров Н. И., Морозова Р. М.* Биологический круговорот веществ в ельниках Карелии. Л., 1973. 176 с.
- Капост В. Я., Яншевская З. Я.* Влияние осушения на изменение некоторых химических свойств торфяных лесных почв. — В кн.: Лес и среда. Рига, 1967, с. 7—15.
- Каппер О. Г.* Хвойные породы. М.; Л., 1954. 304 с.
- Карпачевский Л. О.* Пестрота почвенного покрова в лесном биогеоценозе. М., 1977. 312 с.
- Кауричев И. С., Фролова Л. Н.* К характеристике почвообразования в лесу и на вырубках в подзоне средней тайги. — Изв. ТСХА, 1965, вып. 2, с. 142—157.
- Кашанский А. Д.* О генезисе двучленных отложений в районах Европейского Севера. — Докл. ТСХА, 1975, вып. 208, с. 93—97.
- Кенставичус И. И.* Устройство лесов на почвенно-типологической основе. — В кн.: Наука — производству. Каунас, 1973, вып. 1, с. 21—23.
- Киреев Д.* Методы изучения лесов по аэроснимкам. Новосибирск, 1977. 216 с.
- Киселева К. М., Разумовский С. М.* Динамика растительного покрова и возможности классификации сообществ. — В кн.: Совещание по классификации растительности. Л., 1971, с. 45—49.
- Классификация и диагностика почв СССР/Сост. В. В. Егоров, В. М. Фридланд, Е. Н. Иванова и др. М., 1977. 233 с.*
- Климачева Т. В.* Режим влажности почв под ельниками разного бонитета. — Науч. тр. МЛТИ, 1976, вып. 88, с. 206—214.
- Колесников Б. П.* Генетическая классификация типов леса и ее задачи на Урале. — Тр. Ин-та биол. Уральск. фил. АН СССР, 1961, вып. 27, с. 47—59.

- Колесников Б. П.* Некоторые вопросы развития лесной типологии. — Тр. Ин-та экол. раст. и животн. Уральск. фил. АН СССР, 1967, вып. 53, с. 3—11.
- Колесников Б. П.* К вопросу о классификации форм динамики лесного покрова. — В кн.: Материалы по динамике растительного покрова. Владимир, 1968, с. 33—36.
- Колесников Б. П., Трусов П. Ф., Фильрозе Е. М.* Опыт применения генетической классификации типов леса при устройстве лесов Ильменского заповедника. — Тр. Ин-та биол. Уральск. фил. АН СССР, 1964, вып. 26, с. 45—71.
- Колесников Б. П., Зубарева Р. С., Смолоногов Е. П.* Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области. Практическое руководство. Свердловск, 1974. 176 с.
- Кондратьева Е. В.* Некоторые данные о двучленности моренных отложений Валдайской возвышенности. — В кн.: Сборник трудов Центрального музея почвоведения им. В. В. Докучаева. Л., 1972, вып. 5, с. 74—91.
- Кондратьева Е. В.* Почвы Ордовикского плато. — В кн.: Почвы Ленинградской области. Л., 1973, с. 106—150.
- Коновалов Н. А., Шебалов А. М.* Типы лесорастительных условий — основа производства лесных культур. — В кн.: Леса Урала и хозяйство в них. Свердловск, 1975, вып. 8, с. 108—116.
- Кононова М. М.* Органическое вещество почвы, его природа, свойства и методы изучения. М., 1963. 312 с.
- Копсов Г. Ф.* Особенности генезиса подзолисто-болотных почв, формирующихся на озерно-ледниковых глинах под сосновыми лесами Ленинградской области. Канд. дис. ЛТА, 1969. 195 с.
- Копылова П. В.* Изменение свойств лесных подзолистых почв на моренных суглинках в зависимости от возраста, состава и полноты сосняков южной тайги. Автореф. канд. дис. МГУ, 1978. 26 с.
- Корнев В. П.* Роль почвоулучшающих пород в повышении производительности сосновых насаждений. — В кн.: Повышение продуктивности лесов западных и центральных районов СССР. Минск, 1962, с. 95—100.
- Корнев В. П.* Продуктивность лесных насаждений в связи с качественной оценкой почв. — В кн.: Лесная геоботаника и биология древесных растений. Брянск, 1974, вып. 2, с. 49—57.
- Корчагин А. А.* Влияние пожаров на лесную растительность и восстановление ее после пожара на Европейском Севере. — Тр. Ботан. ин-та им. В. Л. Комарова. Сер. III, 1954, вып. 9, с. 75—149.
- Костенко А. Г., Меркуль Г. В., Киселев В. В.* Группировка почв в хозяйственные группы на основании продуктивности древесных пород в различных условиях произрастания. — В кн.: Лесоведение и лесное хозяйство. Минск, 1975, вып. 10, с. 15—20.
- Костылева Е. В.* Изменение органического вещества лесных почв под влиянием удобрений в культурах и естественных насаждениях сосны. — В кн.: Сборник научных трудов Ленинградского научно-исследовательского института лесного хозяйства. Л., 1974, с. 52—59.
- Коцеев А. Л.* Заблачивание вырубок и меры борьбы с ним. М., 1955. 165 с.
- Крауцлис А. А.* Структурно-динамический фацциальный анализ южнотаежного ландшафта Нижнего Приангарья. — В кн.: Южная тайга Приангарья. Л., 1969, с. 32—119.
- Крым И. Я.* Изменение почвенного покрова района Колтуши—Ириновка под влиянием осушения болот. Тез. докл. V Делегат. съезда ВОП. Минск, 1977, т. 7, с. 205—206.
- Крюденер А. А.* Основы классификации типов насаждений. Материалы по изучению русского леса. Пг., 1916. 190 с.
- Кулаковская Т. Н.* Значение оптимизации свойств почв и проблемы их регулирования. Тез. докл. V Делегат. съезда ВОП. Минск, 1977, т. 8, с. 5—20.

- Лазарева И. П.* Особенности почвообразования на ленточных глинах и отражение биогеоценотических взаимоотношений в почвах ельников Карелии. Автореф. канд. дис. Л., 1973. 28 с.
- Лапина Н. И.* Динамика влажности, азота и зольных элементов в почвах некоторых типов сосняков и ельников Ленинградской области на ленточных глинах. Канд. дис. ЛТА, 1967. 152 с.
- Лопатин В. Д.* Типы режимов влажности почв в оценке их растительностью. — В кн.: Почвы Карелии и пути повышения их плодородия. Петрозаводск, 1971, с. 80—92.
- Лосицкий К. Б., Чуенков В. С.* Эталонные леса. М., 1973. 160 с.
- Лысенко В. Ф.* Лесотипологические закономерности в Кабардино-Балкарии. — В кн.: Вопросы ботаники. Нальчик, 1974, вып. 1, с. 11—12.
- Львов П. Н., Ипатов Л. Ф.* Лесная типология на географической основе. Архангельск, 1976. 196 с.
- Мажейка Ю. Ф.* Принципы оптимальности в управлении лесными ресурсами. — В кн.: Многоцелевое лесопользование. Каунас, 1976, с. 114—116.
- Майоров М. Е.* Лесотипологические основы качественной оценки почв гослесфонда БССР. — Тр. Харьк. СХИ, 1973, т. 190, с. 114—117.
- Медведев А. Н.* Экологические основы лесовосстановления и лесоразведения в подпоисе еловых лесов Северного Тянь-Шаня. Автореф. докт. дис. Алма-Ата, КСХИ, 1975. 54 с.
- Мельнищева Н. В.* Изменение воздухоемкости торфяных почв под влиянием осушения и естественного облесения болот. — В кн.: Агрофизические исследования почв средней Сибири. Красноярск, 1975, с. 206—211.
- Меркуль Г. В., Киселев В. В., Штейнбок А. Г.* К вопросу образования почвенно-типологических групп и оценки их почвенного плодородия. — В кн.: Лесоведение и лесное хозяйство. Минск, 1976, вып. 11, с. 227—235.
- Мильто П. И.* Влияние ольхи серой на водный режим почв под сероольхово-сосновыми молодняками. — В кн.: Ботаника. Исследования. Минск, 1970, вып. 12, с. 242—245.
- Миркин Б. М., Розенберг Г. С.* Фитоценология. Принципы и методы. М., 1978. 212 с.
- Мишев К., Тишков Х., Зялков Л., Данева М.* Географические аспекты оптимизации природной среды в Народной Республике Болгарии. — В кн.: Международная география 76. М., 1976, т. 5, Общая физическая география, с. 43—46.
- Молчанов А. М.* Математические модели в экологии. Роль критических режимов. — В кн.: Математическое моделирование в биологии. М., 1975, с. 133—141.
- Морозов Г. Ф.* Учение о типах насаждений. М., 1931. 421 с.
- Морозова Р. М., Егорова Н. В., Куликова В. К.* Особенности почвообразования под березовыми и словыми лесами средней тайги. — В кн.: Почвы Карелии и пути повышения их плодородия. Петрозаводск, 1971, с. 5—16.
- Морозова Р. М., Казимиров Н. И., Егорова Н. В., Куликова В. К.* Влияние плодородия почв на продуктивность еловых насаждений в южной Карелии. — В кн.: Химия, генезис и картография почв. М., 1968, с. 115—118.
- Морозова Р. М., Пятецкий Г. Е.* Изменение состава торфяных почв переходных болот при осушении. — В кн.: Лес и почва. Красноярск, 1968, с. 348—356.
- Мушина Л. И.* Об использовании ландшафтных карт и схем природного районирования в прикладных целях. — В кн.: Современные проблемы природного районирования. М., 1975, с. 135—146.
- Назимова Д. И.* Горные темнохвойные леса Западного Саяна. (Опыт эколого-фитоценотической классификации). Л., 1975. 120 с.
- Наркевич Е. М.* Свойства почв и их влияние на продуктивность чистых сосновых насаждений. — В кн.: Лесоведение и лесное хозяйство. Минск, 1974, вып. 8, с. 32—36.

- Никонов М. П., Перлин С. П.* О характере изменения состава органического вещества торфов в зависимости от степени их разложения и типа. — Почвоведение, 1963, № 3, с. 77—82.
- Ниценко А. А.* Очерки растительности Ленинградской области. Л., 1959. 141 с.
- Ниценко А. А.* Изменение естественной растительности Ленинградской области под воздействием человека. Л., 1961. 50 с.
- Ниценко А. А.* Типология мелколиственных лесов европейской части СССР. Л., 1972. 139 с.
- Обыденников В. И.* Влияние пожаров на лесорастительные условия вырубок западных склонов Буренинского хребта. — Изв. Высш. учебн. завед. Лесной журн., 1972, № 4, с. 35—38.
- Одум Ю.* Основы экологии. М., 1975. 742 с.
- Орлов А. Я., Кошельков С. П.* Почвенная экология сосны. М., 1971. 323 с.
- Орлов А. Я., Кошельков С. П., Осипов В. В., Соколов А. А.* Типы лесных биогеоценозов южной тайги. М., 1974. 231 с.
- Орлов Д. С.* Гумусовые кислоты почв. М., 1974. 333 с.
- Орфанитский Ю. А.* Рациональное использование лесных почв. М., 1963. 183 с.
- Орфанитский Ю. А.* Тип условий местообитания — основа характеристики лесорастительных условий территории. Тез. докл. научн. конф. по лесному почвоведению. Красноярск, 1965, с. 64—65.
- Орфанитский Ю. А., Орфанитская В. Г.* Почвенные условия таежных вырубок. М., 1971. 97 с.
- Осипов В. В., Соколов А. А., Шахова О. В.* Территориальное размещение типов леса в связи с рельефом и гидрографической сетью. — В кн.: Лесоводственные исследования в подзоне южной тайги. М., 1977, с. 86—92.
- Основные типы биогеоценозов северной тайги.* М., 1977. 282 с.
- Основы лесной биогеоценологии/* Под ред. В. Н. Сукачева и Н. В. Дылса. М., 1964. 574 с.
- Панкратов Ю. А.* Некоторые закономерности размещения типов леса в казовом ландшафте Карельского перешейка. — Изв. Высш. учебн. завед. Лесной журн., 1958, № 6, с. 5—12.
- Паршевников А. Л., Бахвалов Ю. М., Серый В. С., Трубин Б. В.* Бонитировочная таблица для оценки лесных почв северной и средней подзон тайги. Тез. докл. V Делегат. съезда ВОП. Минск, 1977. т. 5, с. 143—144.
- Писарьков Х. А., Давыдов П. И.* Расстояния между участками леса разных классов бонитета вдоль склона. — В кн.: Лесоводство, лесные культуры и почвоведение. Л., 1973, вып. 2, с. 55—60.
- Письмеров А. В.* Влияние биогруппы сосны на свойства гумусового горизонта почвы. — Почвоведение, 1962, № 6, с. 96—99.
- Письмеров А. В.* Почвенные условия темнохвойно-широколиственных лесов южной части Уфимского плато. — В кн.: Сборник трудов по лесному хозяйству Башкирской ЛОС. Уфа, 1973, вып. 9, с. 20—36.
- Плашкин Ф. И.* Лесорастительные свойства почв ленточных боров Минусинской котловины и их относительная оценка. Автореф. канд. дис. Красноярск, 1975. 26 с.
- Погосов Г. П., Горбачев В. Н.* Ход роста сосны Приленского плато в зависимости от производительности почв. — В кн.: Флора, растительность и растительные ресурсы Забайкалья и сопредельных областей. Чита, 1972, вып. 3, с. 114—115.
- Погребняк П. С.* Основы лесной типологии. Киев, 1955. 452 с.
- Пономарева В. В.* Теория подзолообразовательного процесса (биохимические аспекты). М.; Л., 1964. 380 с.
- Пономарева В. В., Мясникова А. М.* Материалы к изучению почв центральной части Карельского перешейка. — В кн.: Сборник трудов Центрального музея почвоведения им. В. В. Докучаева. М.; Л., 1957, вып. 2, с. 113—144.

- Пономарева В. В., Николаева Т. А.* К методике изучения органического вещества в торфяно-болотных почвах. — В кн.: Современные почвенные процессы в лесной зоне европейской части СССР. М., 1959, с. 170—203.
- Пономарева В. В., Николаева Т. А.* Методы изучения органического вещества в торфяно-болотных почвах. — Почвоведение, 1961, № 5, с. 88—95.
- Почвенные факторы продуктивности сосняков (на примере Минусинских ленточных боров Красноярского края)/* Отв. ред. Н. В. Орловский. Новосибирск, 1976. 238 с.
- Почвы Ленинградской области.* Л., 1973. 344 с.
- Протопопов В. В.* Средообразующая роль темнохвойного леса. Новосибирск, 1975. 328 с.
- Пфальц В.* Лесоводственные исследования типа леса ельник черничник. Канд. дис. ЛТА, 1965. 188 с.
- Пьявченко Н. И.* Лесное болотоведение. М., 1963. 192 с.
- Пятецкий Г. Е., Морозова Р. М.* Влияние осушения на плодородие почв верховых болот и продуктивность леса. — В кн.: Лес и почва. Красноярск, 1968, с. 339—347.
- Рагуотис А., Юрjялiс Ю.* Изменение микрофлоры и биологической активности почвы ельников под влиянием сплошной рубки. — Лесоведение, 1976, № 4, с. 31—37.
- Рагавой П. П., Мильто Н. I.* Уплў шерай вольхi на глебу i рост сасновых маладнякоў. — Весцi АН БССР. Сер. бiял., 1964, № 3, с. 21—25.
- Разумовский С. М.* О границах ареалов и флористических линиях. — Бюл. Гл. ботан. сада АН СССР, 1969, вып. 72, с. 20—27.
- Разумовский С. М., Галицкий В. В.* Основные положения сукцессионной динамики фитоценозов. Препринт ОНТИ НЦБИ, Пущино, 1979. 26 с.
- Раменский Л. Г.* Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель. М.; Л., 1938. 620 с.
- Раменская М. Л.* Особенности лесного покрова основных ландшафтов Карелии. — В кн.: Проблемы современной ботаники. М.; Л., 1965, т. 1, с. 282—285.
- Раменская М. Л.* Физико-географические особенности и лесные ландшафты. — В кн.: Лесовосстановление в Карельской АССР и Мурманской области. Петрозаводск, 1975, с. 4—35.
- Расторгуев Л. И.* Влияние различных видов клена на почвенную среду и фитоклимат. — Изв. Высш. учебн. завед. Лесной журн., 1962, № 2, с. 168—170.
- Революция II* Всесоюзного совещания по лесной типологии (г. Красноярск, 11—13 сентября 1973 г.). Красноярск, 1973. 8 с.
- Рейнтам Л. Ю.* Автоморфное почвообразование на моренах и двучленных породах Эстонии. Автореф. докт. дис. Новосибирск, 1973. 54 с.
- Ремезов Н. П.* Влияние рубок ухода на лесорастительные свойства почвы. — Почвоведение, 1953, № 2, с. 32—42.
- Ремезов Н. П.* Зависимость между почвенными условиями местопроизрастания и типами леса на примере Молого-Шекснинского Полесья. — Почвоведение, 1955, № 8, с. 26—37.
- Ржанникова Г. К.* Влияние почвенных условий на продуктивность сосновых лесов Среднего Урала. Тез. докл. V Делегат. съезда ВОП. Минск, 1977, т. 5, с. 69—70.
- Рийспере А.* О минеральном питании сосны обыкновенной па малоомощных перегнойно-карбонатных (альварных) почвах. — Изв. АН ЭССР. Биол., 1967, т. 16, № 3, с. 247—274.
- Ринькис Г. Я., Поллендорф В. Ф.* Оптимизация минерального питания полевых и тепличных культур. Рига, 1977. 171 с.
- Ричардс П.* Тропический дождевой лес. М., 1961. 448 с.
- Роде А. А.* Подзолообразовательный процесс. М.; Л., 1937. 454 с.
- Роде А. А.* Образование подзолистых почв. — В кн.: Почвы СССР. М.; Л., 1939, т. 1, с. 157—186.
- Роде А. А.* Почвообразовательный процесс и эволюция почв. М., 1947. 142 с.

- Роде А. А.* Система методов исследования в почвоведении. Новосибирск, 1971. 92 с.
- Роде А. А., Смирнов В. П.* Почвоведение. М., 1972. 480 с.
- Родин А. П., Мерзленко М. Д.* Рост культур сосны и ели на суглинистых почвах. — Лесн. хоз-во, 1974, № 12, с. 31—33.
- Родин Л. Е., Базилевич П. И.* Динамика органического вещества и биологический круговорот зольных элементов и азота в основных типах растительности земного шара. М.; Л., 1965. 253 с.
- Рожков В. А.* Алгоритмы и программы объективной классификации почв на ЭВМ «Мир-2». М., 1976. 172 с.
- Рожнова Т. А.* Почвенный покров Карельского перешейка. М., 1963. 185 с.
- Рожнова Т. А.* Почвы Карельского перешейка. — В кн.: Почвы Ленинградской области. Л., 1973, с. 35—82.
- Рубцов М. В.* Водоудерживающие свойства насаждений некоторых типов леса Ленинградской области. — Изв. Высш. учебн. завед. Лесной журн., 1968, № 5, с. 15—18.
- Руднева Е. П., Гонконогов В. Д.* Географические аспекты подзолообразования на песках. — В кн.: Международная география 76. М., 1976, т. 12, с. 138—141.
- Руткаускас А. Ю.* Особенности производительности сосновых и еловых насаждений в разных почвенно-типологических условиях Литовской ССР. Автореф. канд. дис. Минск, 1972. 23 с.
- Сабуров Д. Н.* Леса Пинеги. Л., 1972. 173 с.
- Санников С. П.* О принципах построения рядов климатически замещающих типов леса. — Экология, 1974, № 1, с. 5—12.
- Свалов Н. Н.* Статистический метод составления динамической бонитетной шкалы. — Науч. тр. МЛТИ, 1975, вып. 68, с. 89—95.
- Свиридова И. К.* Роль рубок ухода в повышении плодородия лесных почв. — Почвоведение, 1960, № 4, с. 68—73.
- Северский Э. В.* Типы лесорастительных условий и лесорастительное районирование темнохвойных лесов Рудного Алтая. Автореф. канд. дис. Алма-Ата, 1972. 20 с.
- Северо-Запад РСФСР.* Физико-географическое описание. М.; Л., 1949. 226 с.
- Семенова В. Г.* Влияние рубок главного пользования на почвы и круговорот веществ в лесу. М., 1975. 183 с.
- Сеннов С. П.* Рубки ухода за лесом. М., 1977. 160 с.
- Сепп Р. А.* Изучение взаимоотношений между лесной растительностью и почвой в альварном лесу. — В кн.: Сборник научных трудов ЭСХА. Тарту, 1962, вып. 24, с. 186—190. (Тр. по почвовед. и агрохим.).
- Скляр Г. А., Шарова А. С.* О песчаных подзолах Архангельской области и продуктивности растущих на них хвойных лесов. — В кн.: Природа и хозяйство Севера. Апатиты, 1970, вып. 24.1, с. 145—153.
- Скряникова И. П.* Классификация целинных болотных и мелиорированных почв СССР. — Почвоведение, 1964, № 5, с. 14—26.
- Скряникова И. П.* Использование торфяных болот нечерноземной зоны РСФСР. — Почвоведение, 1976, № 1, с. 10—18.
- Смагин В. П.* Леса бассейна реки Усури. М., 1965. 271 с.
- Смирнов В. Н.* К вопросу о связи между продуцированием почвенной углекислоты и производительностью лесных почв. — Почвоведение, 1955, № 6, с. 21—31.
- Соболев Л. П.* Охрана природной среды и экологическая типология земель. — В кн.: Человек в окружающей среде. Вопросы рационального природопользования. М., 1978, с. 22—26.
- Соболев С. С.* О бонитировке почв. — Науч. тр. МЛТИ, 1972, вып. 40, с. 4—35.
- Соколов Н. Н.* Рост и продуктивность сосновых древостоев по старым пашням. — Изв. Высш. учебн. завед. Лесной журн., 1978, № 4, с. 22—25.
- Сочава В. Б.* Учение о геосистемах. Новосибирск, 1975. 40 с.
- Сочава В. Б.* Введение в учение о геосистемах. Новосибирск, 1978. 320 с.
- Стебаев И. В.* Об иерархическом строении систем биоценозов суши. — В кн.: Математическое моделирование в экологии. М., 1978, с. 52—64.

- Строганова М. П., Урусевская И. С.* О структуре почвенного покрова на моренных отложениях с близким залеганием карбонатных пород. — Почвоведение, 1975, № 8, с. 20—31.
- Судачков Е. Я.* Бонитировка лесных местообитаний. — В кн.: Лес и почва. Красноярск, 1968, с. 384—389.
- Судницын И. И.* Новые методы оценки водно-физических свойств почв и влагообеспечения леса. М., 1966. 94 с.
- Сукачев В. Н.* Болота, их образование, развитие и свойства. Пг., 1923. 127 с.
- Сукачев В. Н.* Динамика лесных биогеоценозов. — В кн.: Основы лесной биогеоценологии. М., 1964, с. 458—486.
- Сукачев В. Н., Зонн С. В., Мотовилов Г. П.* Методические указания к изучению типов лесов. М., 1957. 116 с.
- Сушков С. Ф.* Динамика почвенно-растительного покрова на залежных землях (на примере юго-западных районов Ленинградской области). Автореф. канд. дис. Л., 1974. 50 с.
- Таран И. В., Спиридонов В. Н.* Устойчивость рекреационных лесов. Новосибирск, 1977. 179 с.
- Таргульян В. О.* Почвообразование и выветривание в холодных гумидных областях. М., 1971. 268 с.
- Таргульян В. О., Александровский А. Л.* Эволюция почв в голоцене (проблемы, факты, гипотезы). — В кн.: История биогеоценозов СССР в голоцене. М., 1976, с. 57—78.
- Таргульян В. О., Роде А. А., Дмитриев Е. А., Арманд А. Д.* Почва как компонент природных экосистем: изучение ее истории, современной динамики и антропогенных изменений. — В кн.: Материалы советско-американского симпозиума по биосферным заповедникам, 1976. Доклады советских участников. М., 1976, ч. 2, с. 294—304.
- Терентьев В. И.* К методике маршрутного изучения водной эрозии почв на вырубках. — В кн.: Лес и почва. Красноярск, 1968, с. 331—338.
- Тимофеев А. Ф.* Зависимость продуктивности древостоев от глубины грунтовых вод в Кировской области. — Лесоведение, 1969, № 4, с. 9—17.
- Тихеева Л. В.* К вопросу о генезисе и эволюции лесных почв в Ленинградской области. — Тр. Почв. ин-та им. В. В. Докучаева, 1936, т. 13, с. 267—314.
- Туркевич И. В.* Кадастровая оценка лесов. М., 1977. 167 с.
- Тюрин И. В.* Органическое вещество почв и его роль в почвообразовании и плодородии. М.; Л., 1937. 288 с.
- Тюрин И. В., Пономарева В. В.* Материалы по изучению гумуса лесных почв. — Тр. ЛТА, 1940, вып. 56, с. 3—49.
- Урусевская И. С., Кобзаренко В. И., Строганова М. И.* Генезис и свойства основных компонентов почвенных сочетаний Ижорской возвышенности. — Вестн. МГУ. Биол., почв., 1975, № 5, с. 79—89.
- Утенкова А. П.* Производительность почв и взаимосвязь почвенных условий с геоботанической структурой лесных фитоценозов Беловежской Пущи. — В кн.: Ботаника. Исследования. Минск, 1968, вып. 10, с. 95—106.
- Федорин Ю. В., Фриес Т. А.* О состоянии и перспективах обследования почв и составления крупномасштабных почвенных карт. Тез. докл. 3-го Межвед. совещ. по вопр. прогнозир. гидрогеол., инж.-геол. и почв.-мелнор. условий, 1976. М., 1976, вып. 1, с. 105—114.
- Федорчук В. П.* Совместное использование методов Браун-Бланке и Раменского для выделения экологически однородных групп лесных сообществ. — Ботан. журн., 1976, т. 61, № 6, с. 859—868.
- Федорчук В. И.* Разработка типологической классификации и анализ динамики лесов северной части Валдайско-Онежской гряды. Автореф. канд. дис. Л., 1978. 22 с.
- Федорчук В. И., Дыренков С. А.* Выделение и распознавание типов леса. Методические указания. Л., 1975. 56 с.
- Федорчук В. И., Дыренков С. А., Мельницкая Г. Б., Чертов О. Г., Зотикова Р. Г.* Определитель и схема типов леса Ленинградской области. Методические указания. Л., 1978. 52 с.

- Федорчук В. Н., Дыренков С. А., Чертов О. Г., Мельницкая Г. Б., Рябинин Б. И. Опыт применения комбинированного метода выделения лесотипологических единиц в северной части Карельского перешейка. — Экология, 1974, № 6, с. 49—56.
- Фирсова В. Н. Лесные почвы Свердловской области и их изменения под влиянием хозяйственных мероприятий. Свердловск, 1969. 151 с.
- Фридланд В. М. Структура почвенного покрова. М., 1972. 423 с.
- Фридланд В. М. Уровни организации почвенного покрова и закономерности географии почв. — В кн.: Международная география 76. М., 1976, т. 4, Биogeография и география почв, с. 155—158.
- Хантулев А. А., Гагарина Э. И., Матинян Н. Н., Счастлиная Л. С. К вопросу о почвообразовании в автоморфных условиях Северо-Запада РСФСР. — Вестн. ЛГУ. Биол., 1976, № 15, с. 128—137.
- Хантулев А. А., Гагарина Э. И., Матинян Н. Н., Счастлиная Л. С. Особенности почвообразования на глинах в лесной зоне Советского Союза. — Вестн. ЛГУ, 1977, № 3, с. 125—130.
- Частушкин В. Я., Николаевская М. А. Биологический распад и ресинтез органических веществ в природе. Эколого-систематические и физиологические исследования. Л., 1969. 326 с.
- Чекалова М. И. Почвы юго-запада Ленинградской области. — В кн.: Почвы Ленинградской области. Л., 1973, с. 150—200.
- Чертов О. Г. Опыт характеристики и оценки лесорастительных условий на основе мелкомасштабных почвенных исследований. — Изв. Высш. учебн. завед. Лесной журн., 1964, № 2, с. 42—45.
- Чертов О. Г. К характеристике типов гумусового профиля подзолистых почв Ленинградской области. — Почвоведение, 1966, № 3, с. 26—37.
- Чертов О. Г. Почвенные исследования. — В кн.: Байтин А. А., Логвинов И. В., Столяров Д. П. и др. Участковый метод лесоустройства. М., 1967, с. 45—61.
- Чертов О. Г. О классификации типов местообитаний Ленинградской области. — В кн.: Лес и почва. Красноярск, 1968а, с. 390—395.
- Чертов О. Г. Связь производительности лесов с почвенными условиями в Лисинском лесхозе Ленинградской области. — В кн.: Химия, генезис и картография почв. М., 1968б, с. 131—135.
- Чертов О. Г. К характеристике органического вещества осушенных торфяно-болотных лесных почв Ленинградской области. — Почвоведение, 1969а, № 3, с. 44—49.
- Чертов О. Г. Изменение химических свойств и гумусового состояния лесных почв при их деградации. — В кн.: Сборник научно-исследовательских работ по лесному хозяйству. Л., 1969б, вып. 12, с. 342—346.
- Чертов О. Г. Характеристика типов гумусового профиля лесных полугидроморфных почв Ленинградской области. — Докл. Геогр. о-ва СССР, 1970, вып. 13, с. 115—123.
- Чертов О. Г. О гумусе поверхностно-подзолистых лесных почв Карельского перешейка. — Почвоведение, 1973, № 1, с. 35—42.
- Чертов О. Г. Изучение типов местообитаний леса на Северо-Западе СССР. Методические указания. Л., 1974. 72 с.
- Чертов О. Г. Определение типов гумуса лесных почв. Методические указания. Л., 1974. 16 с.
- Чертов О. Г. О классификации лесных земель влажного тропического пояса Вьетнама. — Лесоведение, 1978, № 3, с. 3—10.
- Чертов О. Г., Дыренков С. А. Типы местообитаний и серии лесных биогеоценозов центральной части Карельского перешейка. — В кн.: Исследования по лесному хозяйству. Псковское отделение Лениздата, 1971, с. 56—76.
- Чертов О. Г., Дыренков С. А. Построение классификации лесных биогеоценозов на примере лесов Карельского перешейка. — Тр. Петрозавод. ЛОС, 1973, вып. 2, с. 74—80.
- Чертов О. Г., Прохоров В. М., Кветная О. М. О моделировании почвенных процессов. — Почвоведение, 1978, № 11, с. 138—146.

- Чертов О. Г., Разумовский С. М.* Об экологической направленности процессов развития почв. — Журн. общ. биол., 1980, т. 41, № 3, с. 386—396.
- Чертов О. Г., Филиппов Г. В., Мельницкая Г. Б.* Крупномасштабное картирование почв при лесоустройстве. Методические рекомендации. Л., 1978. 52 с.
- Штейнбок А. Г., Киселев В. В., Тарасевич Ф. В.* Опыт лесоустройства на почвенно-типологической основе. Матер. семинара «Совершенствование методов лесоустройства и ведения лесного хозяйства». Л., 1977, с. 55—58.
- Шумаков В. С.* Проблемы биологической мелнорации лесных почв и повышение продуктивности лесов. — В кн.: Лесное хозяйство и промышленное потребление древесины в СССР. М., 1966, с. 522—531.
- Шумаков В. С., Кураев В. Н.* Современные способы подготовки почв под лесные культуры. М., 1973. 160 с.
- Шумаков В. С., Попова М. П.* О методах бонитировки лесных почв. Тез. докл. V Делегат. съезда ВОП. Минск, 1977, т. 5, с. 80—81.
- Щепаченко Г. Л.* Почвенно-агрохимическая служба леса. — Лесн. хоз-во, 1976, № 6, с. 83—85.
- Южная тайга Приангарья.* Структура и природные режимы южнотаежного ландшафта. Л., 1969. 268 с.
- Южная тайга Прииртышья.* Опыт стационарных исследований южнотаежных топогеосистем. Новосибирск, 1975. 248 с.
- Ямщиков Г. М., Бочкова Т. И.* Рост словых, сосновых и березовых посадений в зависимости от глубины залегания грунтовых вод. — Докл. ТСХА, 1975, вып. 208, с. 225—229.
- Яковлев С. А.* Наносы и рельеф г. Ленинграда и его окрестностей. Л., 1925, ч. 1. 186 с.
- Яковлев С. А.* Наносы и рельеф г. Ленинграда и его окрестностей. Л., 1926, ч. 2. 264 с.
- Яковлев Ф. С.* Естественное возобновление в лесах сельгового комплекса. — Тр. заповед. Кивач, 1969, вып. 1, с. 65—81.

- Aaltonen V. T.* Forest soil research in Finland. — *Unasylva*, 1950, vol. 4, N 3, p. 116—121.
- Alban D. H.* Red pine site index in Minnesota as related to soil and foliar nutrients. — *Forest Sci.*, 1974, vol. 20, N 3, p. 261—269.
- Alexandrowicz B. W.* Typologiczna analiza lasu z atlasem raslin wskaznikowych. Warszawa, 1972. 285 p.
- Ambros Z.* An attempt to assess the productive capacity of Norway spruce from analytical values of some properties of the soil environment. — *Lesn. Čas.*, 1974, vol. 20, N 2, p. 111—125.
- Ammer U.* Landschaftsökologie und Landschaftsplanung. — *Forstwiss. Chl.*, 1977, Bd 96, N 1, p. 36—42.
- Armson K. A.* Forest soils: properties and processes. Toronto; Buffalo, 1977. 390 p.
- Ashton P. S., Brunig E. F.* The variation of tropical moist forest in relation to environment factors and its relevance to land use planning. — *Mitt. Bundesforschungsanst. Forts- und Holzwirt. Reinbek bei Hamburg*, 1975, N 109, S. 59—86.
- Base S. R., Fosberg M. A.* Soil-woodland correlation in northern Idaho. — *Northwest Sci.*, 1971, vol. 45, N 1, p. 1—6.
- Berg A., Doerksen A.* Natural fertilization of a heavily thinned Douglas-fir stand by understory Red alder. Research Note, School of Forestry, Oregon State University, 1975, N 56. 3 p.
- Bowersox T. W., Ward W. W.* Prediction of oak site index in the ridge and valley region of Pennsylvania. — *Forest Sci.*, 1972, vol. 18, N 2, p. 192—195.
- Burger D.* Forest site classification in Canada. — *Mitt. Vereins Forst. Standortserkunde und Forstpflanzenz.*, Stuttgart, 1972, N 21, S. 20—35.

- Burger D.* The concept of ecosystem region in forest site classification. Proc. 16th IUFRO World Congress, Div. 1. Norway, 1976, p. 213—218.
- Carbales T., Andreux F., Jacquin F.* Repartition des principaux constituants d'un végétal marqué au ^{14}C dans les composés humiques d'un sol à mull. — Bull. Assoc. franc. étude sol, 1971, N 3, p. 29—38.
- Chambless L. F., Nixon E. S.* Woody vegetation—soil relations in a bottomland forest of east Texas. — Texas J. Sci., 1975, vol. 26, N 3—4, p. 407—416.
- Champion H. G., Griffith A. L.* Manual of general silviculture for India. London; Cumberlege, 1948. 330 p.
- Chiriță C. D., Andrei S., Papacostea P., Hondru N.* Ecopedologie cu base de pedologie generală. București, 1974. 590 p.
- Czerney P., Fiedler H.-J.* Rahmenwerte für die chemischen Eigenschaften von Fichtenhumus. — Wiss. Z. Techn. Univ. Dresden. 1968, Bd 17, N 1, S. 223—226.
- De Bell D. S., Ralston C. W.* Release of nitrogen by burning light forest fuels. — Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 1970, vol. 34, N 6, p. 936—938.
- Delecour F., Prince-Agboadjan W.* Étude de la matière organique dans une biotoposéquence de sols forestiers ardennais. I. Distribution du carbone et de l'azote dans les fractions humiques. — Bull. rech. agron. Gembloux, 1975, t. 10, N 2, p. 135—150.
- Duchaufour Ph.* Cartografia del suoli e delle stazioni forestali. — Monti e boschi, 1972, vol. 23, N 1, p. 3—9.
- Duchaufour Ph., Jacquin F.* Comparaison des processus d'humification dans les principaux types d'humus forestiers. — Bull. Assoc. franç. étude sol, 1975, N 1, p. 29—36.
- Duffy P. J.* Forest land classification in Alberta, Canada. Trans. 8th Int. Cong. Soil Sci. Bucharest, 1964, vol. 5, p. 1093—1101.
- Ehvald E.* Über einige Probleme der forstlichen Humusforschung insbesondere die Entstehung und die Einteilung der Waldhumusformen. — Dtsch. Akad. Landw. Sitz. Ber., 1956, Bd 4, N 12, S. 1—44.
- Evers F. H.* Assesment of nutritional status in site surveys in Baden-Württemberg. — Allg. Forst- und Jagdzeitung, 1972, Bd 143, N 1, S. 6—12.
- Fiedler H.-J., Nebe W., Hoffman F.* Forstliche Pflanzenernährung und Düngung. Iena, 1973. 481 S.
- Forsythe W. L., Loucks O. L.* A transformation for species response to habitat factors. — Ecology, 1972, vol. 53, N 6, p. 1112—1119.
- Fralish J. S., Loucks O. L.* Site quality evaluation models for aspen (*Populus tremuloides* Michx.) in Wisconsin. — Can. J. Forest Res., 1975, vol. 5, N 4, p. 523—528.
- Grebe C.* Forstliche Gebirgskunde, Bodenkunde und Klimalehre. Berlin, 1886. 316 S.
- Grier C. C.* Wildfire effects on nutrient distribution and leaching in a coniferous ecosystem. — Can. J. Forest Res., 1975, vol. 5, N 4, p. 599—607.
- Hartmann F.* Forstökologie. Zustandserfassung und standortsgemässe Gestaltung der Lebensgrundlagen des Waldes. Wien, 1952. 461 S.
- Hartshorn G. S.* Vegetation and soil relationships in Southern Beaufort County, North Carolina. — J. E. Mitchel Sci. Soc., 1972, vol. 88, N 4, p. 226—238.
- Helliwell D. R.* The growth of sycamore (*Acer pseudoplatanus*) and birch (*Betula verrucosa*) seedlings in 50 different soils. Merlewood Res. and Development Paper, 1974, N 58, p. 1—10.
- Hills G. A.* Comparison of forest ecosystems (vegetation and soil) in different climatic zones. — Silva fenn., 1960, vol. 105, p. 33—39.
- Hills G. A.* The ecological basis for land use planning. Ontario Dep. of Lands and Forests, Res. Rep., 1961, N 46, p. 1—204.
- Hofmann G.* Über Beziehungen zwischen Vegetationseinheit, Humusform, C/N Verhältnis, und pH-Wert des Oberbodens in Kiefernbeständen des nordostdeutschen Tiefland. — Arch. Forstw., 1968, Bd 17, N 8, S. 845—855.

- Hofmann G.* Modelle der ökofaktorenabhängigen Zuwachsleistung von Waldbeständen — ein prinzipiell neuer Weg zur Erfassung der forstlichen Standort-Ertragsbeziehungen und zur Aufdeckung natürlicher Produktionsressourcen des Standort. — Beitr. Forstwirts., 1976, Bd 10, N 1, S. 1—7.
- Jelem H.* Standorte und Waldgesellschaften im östlichen Wienerwald. Eine Grundlage für Forstwirtschaft und Raumplanung. — FBVA, Inst. Standort., 1969, Bd 1, N 24, S. 1—211.
- Jenny H.* Derivation of state factor equations of soils and ecosystems. — Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 1961, vol. 25, N 4, p. 385—388.
- Jorgensen J. R., Wells C. G.* Apparent nitrogen fixation in soil influenced by prescribed burning. — Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 1971, vol. 35, N 5, p. 806—809.
- Jurdant M., Gérardin V., Bélair J. L.* Ecological land survey, the bio-physical basis of land-use planning. The Saguenay-Lac-Saïng-Jean region, Quebec. Proc. 1st Int. Congress Écol., Hague, 1974. Wageningen, 1974, p. 140—143.
- Kopp D.* Fruchtbarkeitsziffern als Kennziffern für die Waldbodenfruchtbarkeit und ihre Veränderungen. — Arch. Bodenfruchtbarkeit und Pflanzenprod., 1971, Bd 15, N 4, S. 267—274.
- Kopp D., Schwanecke W.* Zur Methodenwahl für großmaßstabige forstliche Standortskartierungen. — Beitr. Forstwirts., 1972, Bd 6, N 2, S. 4—10.
- Kopp D. und Kollektiv.* Ergebnisse der forstlichen Standortserkundung in der Deutschen Demokratischen Republik. Potsdam, 1969, Bd I. Die Waldstandorte des Tieflandes, S. 1—141.
- Kubiens W. L.* The soils of Europe. Madrid; London, 1953. 318 p.
- Kuusela K., Salminen S.* The 5th national forest inventory in Finland. — Comm. Inst. Forest. Fenniae, Helsinki, 1969, 69. 4, p. 1—72.
- Laatsch W.* La economía del nitrógeno en los suelos forestales de coníferas del sud de Alemania. — An. edafol. y agrobiol., 1963, vol. 22, N 5—6, p. 223—252.
- Lacate D. S.* Forest land classification of the University of British Columbia Research Forest. Publ. Dep. Forest. Can., 1965, N 1107, p. 1—24.
- Lafond C. E., Mercier J. C., Jurdant M., Rinjert R.* The forest site type classification — a symposium. Woodl. Sect. Index Canad. Pulp Pap. Ass. 1964, N 2308, p. 1—14.
- Lapoix F.* Les inventaires écologiques régionaux et départementaux. Deux exemples: le bassin parisien et la Seine-et-Marne. — Rev. forest. franç., 1976, t. 28, N 1, p. 301—310.
- Layser E. F.* Vegetative classification. Its application to forestry in the northern Rocky mountains. — J. Forest., 1974, vol. 72, N 6, p. 354—357.
- Lehmann J.* Untersuchungen über die Zusammenhänge zwischen Standort und Bestockung auf Grund von Forsteinrichtungsunterlagen. — Arch. Forstw., 1961, Bd 10, N 2, S. 117—134.
- Lemmon P. E.* Grouping soils on the basis of woodland suitability. — In.: Tree growth and forest soils. Oregon State University Press, Corvallis, 1971, p. 23—28.
- Leser H.* Landschaftsökologie. Stuttgart, 1976. 432 S.
- LeTacon F., Miller C.* Influence of mineral nutrition on the growth of Norway spruce on the limestone plateaux of eastern France. — Ann. Sci. For., 1970, vol. 27, N 4, p. 335—355.
- LeTacon F., Oswald H., Tomassone R.* Relations between yield and mineral nutrition of spruce in high Ardèche. — Ann. Sci. For., 1970, vol. 27, N 4, p. 357—381.
- LeTacon F., Timbal J.* Valeurs indicatrices des principales espèces végétales des Hêtraies du nord-est de la France, vis-à-vis de types d'humus. — Rev. forest. franç., 1973, vol. 25, N 4, p. 269—282.
- LeTacon F., Timbal J.* La cartographie des stations. Application à l'aménagement des forêts. — Bull. Assoc. franç. étude sol, 1975, N 1, p. 51—64.

- Lowry G. L.* Black spruce site quality as related to soil and other site conditions. — Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 1975, vol. 39, N 1, p. 125—131.
- Lundmark J.-E.* Ståndortsegenkaperna som bonitetsindikatorer i bestånd med tall och gran. Rapp. och Uppsats. Inst. växtekol. och marklära. Skogshögsk., 1974, N 16, S. 1—298.
- Mader D. L.* Physical and chemical characteristics of the major types of forest humus found in U. S. and Canada. — Soil. Sci. Soc. Amer. Proc., 1953, vol. 17, N 2, p. 155—158.
- Mader D. L.* Certain microbiological characteristics of selected genetic types of forest humus. — Trans. Wisconsin Acad. Sci., Arts and Lett., 1954, vol. 43, p. 89—92.
- Mader D. L.* Soil-site productivity for natural stands of white pine in Massachusetts. — Soil Sci. Soc. Amer. J., 1976, vol. 40, N 1, p. 112—115.
- Mälkönen E.* Annual primary production and nutrient cycle in some scots pine stands. — Comm. Inst. Forest. Fenniae, Helsinki, 1974, 84.5, p. 1—82.
- McQuilkin R. A.* The necessity of independent testing of soil-site equations. — Soil Sci. Soc. Amer. J., 1976, vol. 40, N 5, p. 783—785.
- Milette J. A.* Subsidence of an organic soil in Southwestern Quebec. — Can. J. Soil Sci., 1976, vol. 56, N 4, p. 499—500.
- Moosmayer H.-U., Schöpfer W.* Beziehungen zwischen Standortsfaktoren und Wuchsleistung der Fichte. — Allg. Forst- und Jagdzeitung, 1972, Bd 143, N 10, S. 203—215.
- Mraz K.* Die Ursachen der differenzierten Bildung von Mull- und Mörhumusformen aus mikromorphologischer Sicht. Proc. 10th Int. Congress Soil Sci. Moscow, 1975, vol. 12, Moscow, p. 319—328.
- Müller P. E.* Studien über die natürlichen Humusformen und deren Einwirkung auf Vegetation und Boden. Berlin, 1887. 324 S.
- Nebe W.* Über die Düngebedürftigkeit von Fichtenbeständen im Mittelgebirge. — Arch. Forstw., 1966, Bd 9, S. 929—952.
- Nebe W., Fiedler H.-J.* Zur Bedeutung von Phosphor und Kalzium für die Humusmelioration in Fichtenbeständen. — Arch. Acker- und Pflanzenbau und Bodenk., 1976, Bd 20, N 5, S. 345—357.
- Nemeth J. C., Davey C. B.* Site factors and the net primary productivity of young loblolly pine and slash pine plantations. — Soil. Sci. Soc. Amer. Proc., 1974, vol. 38, N 6, p. 968—970.
- Page G.* Properties of some common Newfoundland forest soils and their relation to forest growth. — Can. J. Forest Res., 1971, vol. 1, N 3, p. 174—192.
- Page G.* Quantitative evaluation of site potential for spruce and fir in Newfoundland. — Forest Sci., 1976, vol. 22, N 2, p. 131—143.
- Păunescu C.* Soluri și stațiuni forestiere. Bucuresti, 1975, 1. Soluri forestiere. 374 p.
- Phu Truong Dihn.* Relations entre la croissance en hauteur du mélèze laricin et les teneurs en éléments minéraux du sol et des aiguilles. — Natur. Can., 1975, vol. 102, N 1, p. 99—108.
- Puchalski T., Prusinkiewicz Z.* Siedliskoznawstwo Leśne. Poznań, 1968, 265 s.
- Ralston C. W.* Evaluation of site productivity. Int. Rev. Forest. Res. New York; London, 1964, vol. 1, p. 171—201.
- Ramann E.* Forstliche Bodenkunde und Standortlehre. Berlin, 1893. 479 S.
- Richards B. N.* Fixation of atmospheric nitrogen in coniferous forests. — Austral. Forest., 1964, vol. 28, N 2, p. 68—74.
- Richmond T. de A., Mueller-Dombois D.* Coastline ecosystems on Oahu, Hawaii. — Vegetatio, 1972, vol. 25, N 5/6, p. 367—400.
- Sanesi G., Sulli M.* Relazioni tra indici di feracità dell'abete (*Abies alba* Mill.) in coltura coetanea e caratteri e stazionali nelle foreste di Vallombrosa (Firenze), Camaldoli, Campigna e Badia Pratiglia (Arezzo). — Ann. Accad. ital. sci. forest., 1974, vol. 23, p. 281—305.
- Shetron S. G.* Forest site productivity among soil taxonomic units in Northern Lower Michigan. — Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 1972, vol. 36, N 2, p. 358—363.

- Shields R. L.* New generalized soil maps guide land use planning in Maryland. — *J. Soil and Water Conserv.*, 1976, vol. 31, N 6, p. 276—280.
- Sjörs H.* Some chemical properties of the humus layer in Swedish natural soils. — *Skr. K. Skogshögsk.*, Stockholm, 1961, N 37, p. 1—51.
- Smith R. E., Erlich W. A., Jameson J. S., Cayford J. H.* Report of the soil survey of the south eastern map sheet area. Manitoba Dep. Agr. and Cons., Soil Rep., 1964, N 14, p. 1—108.
- Spurr S. H., Barnes B. V.* Forest ecology. New York, 1973. 571 p.
- Sundman V., Huhta V., Seppo N.* Biological changes in northern spruce forest after clear-cutting. — *Soil Biol. and Biochem.*, 1978, vol. 10, N 5, p. 393—397.
- Tamm O.* Principles of classification of forest sites in Sweden by examination of the soil. Trans. 4th Int. Congress Soil Sci. Amsterdam, 1950, vol. 1, p. 364—367.
- Teaci D., Burt M., Voiculescu N., Munteanu M.* Ecometry as a basis for farmland judging. Proc. 10th Int. Congress Soil Sci. Moscow, 1974, vol. 5, p. 40—45.
- Tomaszewski J.* Schemat systemayki gleb leśnych Polski. — *Rocz. glebozn.*, 1968, t. 18, N 2, s. 359—368.
- Toumey J. W., Korstian C. F.* Foundation of silviculture upon an ecological basis. New York, 1937. 367 p.
- Troedsson T.* Forest soils investigations made in Sweden in field work carried out in conjunction with the national forest survey. Proc. 8th Int. Congress Soil Sci. Bucharest, 1964, vol. 5, p. 1045—1050.
- Viro P. J.* Evaluation of site fertility. — *Unasylva*, 1961, vol. 15, N 2, p. 91—97.
- Viro P. J.* Forest site evaluation in Lapland. — *Metsäntutkimuslaitok. julk.*, 1962, t. 55, N 9, p. 1—14.
- Viro P. J.* Metsämaan viljavunden määrittämisestä. — *Metsäntutkimuslaitok. julk.*, 1966, t. 60, N 3, p. 1—22.
- Weetman G. F., Webber B.* The influence of wood harvesting on the nutrient status of two spruce stands. — *Can. J. Forest Res.*, 1972, vol. 2, N 2, S. 351—369.
- Weissen F., André P.* Investigation on a form of soil texture expression in relation to the productivity of beech forest. — *Pédologie*, 1970, vol. 20, N 2, p. 204—243.
- Westman W. E.* Edaphic climax pattern of the pygmy forest region of California. — *Ecol. Monogr.*, 1975, vol. 45, N 2, p. 109—135.
- Whittaker R. H., Woodwell G. M.* Evolution on neutral communities. — In: *Ecosystem: structure and function*. Proc. 33th Annual Biol. Colloq., 1970. Corvallis, Oregon, 1972, p. 137—160.
- Wilde S. A.* Forest soils. New York, 1958. 537 p.
- Wilde S. A.* Relation between the high growth, the 5-year intersept and site conditions of red pine plantations. — *J. Forest.*, 1964, vol. 62, N 4, p. 245—248.
- Wilde S. A.* Soils and forest growth: their relationship in term of regression analysis. — *BioScience*, 1970, vol. 15, N 1, p. 101—102.
- Wilde S. A.* Forest humus: its classification on a genetic basis. — *Soil Sci.*, 1971, vol. 111, N 1, p. 1—12.
- Wilde S. A.* Woodlands of Wisconsin. Madison, 1976. 150 p.
- Wilde S. A., Krause H. H.* Soil-forest types of the Yukon and Tanana valleys in subarctic Alaska. — *J. Soil Sci.*, 1960, vol. 11, N 2, p. 266—279.
- Wilde S. A., Iyer J. G., Tanzer C., Trautmann W. L., Watterston K. G.* Growth of Wisconsin coniferous plantations in relation to soils. Univ. of Wisconsin, Res. Bull. Madison, 1965, N 262, p. 1—81.
- Wittich W.* Die Bedeutung der Humusform für die Ernährung des Waldes und die Entwicklung seiner Böden. — *Allg. Forstzeitschrift*, 1964, Bd 19, N 3, S. 29—33.

О Г Л А В Л Е Н И Е

	Стр.
Предисловие	3
Введение	5
Глава I. Основные положения экологии лесных земель	9
Глава II. Почвенно-экологическая структура лесных земель подзоны южной тайги	27
Объект и методы исследований	27
Характеристика лесных земель	34
Глава III. Оценка лесных земель	127
Типологическая оценка лесных земель	127
Статистические модели продуктивности лесных земель	133
Глава IV. Динамика почв лесных земель в экологическом освещении	148
Глава V. Оптимизация использования лесных земель	160
Заключение	172
Литература	175

Олег Георгиевич Чертов

ЭКОЛОГИЯ ЛЕСНЫХ ЗЕМЕЛЬ

Почвенно-экологическое исследование
лесных местообитаний

Утверждено к печати

Ботаническим институтом им. В. Л. Комарова Академии наук СССР

Редактор издательства *Е. А. Чекулаева*

Художник *Г. В. Смирнов*

Технический редактор *Ф. А. Юлии*

Корректоры *Г. В. Семерикова* и *М. А. Стрелетова*

ИБ № 20098

Сдано в набор 23.03.81. Подписано к печати 19.08.81. М-19013. Формат 60×90^{1/8}.
Бумага типографская № 1. Гарнитура обыкновенная. Печать высокая. Печ. л.
12=12.0 усл. печ. л. Уч.-изд. л. 13.84. Тираж 1400 экз. Изд. № 7723. Тип. зак. 189.
Цена 2 р. 20 к.

Ленинградское отделение издательства «Наука»
199164, Ленинград, В-164, Менделеевская линия, 1

Ордена Трудового Красного Знамени
Первая типография издательства «Наука», 199034, Ленинград, В-34, 9 линия, 12