

ОПИСАНИЕ ФАЙЛА

Проскуряков М.А. Закономерности формирования пространственной структуры древостоев темнохвойных горных лесов Тянь-Шаня и Рудного Алтая.

Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук; 03.00.16 – экология. - Институт леса и древесины имени В.Н.Сукачева СО АН СССР. – Красноярск, 1982. - 44с.

Цель диссертации: разработать научную основу и методы количественного анализа пространственной структуры древостоев горных лесов.

Задачи исследований:

выяснить закономерно преобладающий тип распределения деревьев в лесах и обуславливающие его причины,

изучить роль и значение элементарных групп деревьев в лесу,

решить задачу количественного анализа размеров и численности биогеоценотических парцелл лесообразующих пород в горных лесах,

разработать и испытать методику моделирования и прогноза норм естественной заселенности площадей лесообразующими породами.

Объекты исследований: разновозрастные темнохвойные леса Восточного, Северного, Центрального Тянь-Шаня и Рудного Алтая; ксерофитные арчевые леса Западного Тянь-Шаня.

Научная новизна: Впервые решена задача количественного моделирования и прогноза норм естественной заселенности горных склонов лесообразующими породами, а также задача количественного анализа природной изменчивости численности и размеров биогеоценотических парцелл горных лесообразующих пород. Выделена новая единица пространственной структуры древостоев – элементарная группа деревьев и выяснено ее лесоводственное значение. Обосновано новое перспективное направление лесоведения – количественный анализ и моделирование пространственной структуры древостоев горных лесов.

Теоретическая и практическая значимость работы состоит в том, что совокупностью ее результатов представлена новая научно-методическая основа для дифференцированного решения исследовательских и прикладных задач с учетом природных закономерностей пространственной структуры горных древостоев. Использование этой основы позволяет учитывать природное разнообразие норм заселенности площадей лесообразующими породами при проектировании лесовосстановительных мероприятий, главного пользования, а также при научных исследованиях и интерполяции полученных данных. Позволяет учесть природное разнообразие дискретности древостоев на уровне биогеоценотических парцелл при разработке и использовании лесотипологических классификаций и в научных исследованиях. Дает возможность осуществлять принцип преемственности в исследованиях и практических мероприятиях на уровне элементарных групп деревьев.

Далее следуют материалы опубликованного файла статьи.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
Сибирское отделение
Институт леса и древесины имени В.Н.Сукачева

На правах рукописи

Проскуряков
Михаил Александрович

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ
ДРЕВОСТОЕВ ТЕМНОХВОЙНЫХ ГОРНЫХ ЛЕСОВ
ТЯНЬ-ШАНЯ И РУДНОГО АЛТАЯ

03.00.16 - экология

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
доктора биологических наук

Красноярск - 1982

Работа выполнена в Алма-Атинском Государственном заповеднике

Официальные оппоненты: доктор сельскохозяйственных наук,
профессор Э.Н.Балалеев

доктор биологических наук,
профессор П.А.Ган

доктор биологических наук
В.А.Алексеев

Ведущая организация - Институт ботаники АН Казахской ССР

Защита состоится " ____ " _____ 1982 года на заседании специализированного совета по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора наук (Д 002.70.01) при Институте леса и древесины им. В.Н.Сукачева Сибирского отделения АН СССР по адресу: 660036, Красноярск, Академгородок.

✓ диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института леса и древесины им. В.Н.Сукачева СО АН СССР.

Автореферат разослан " ____ " _____ 1982 г..

Ученый секретарь специализированного совета Д 002.70.01,
кандидат биол. наук

Э.В.Емелянова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. В "Основные направления экономического и социального развития СССР на 1981-1985 годы и на период до 1990 года" записано: "В лесном хозяйстве обеспечить постепенный переход к ведению его на принципах непрерывного и рационального лесопользования, улучшение качественного состава лесов." В свете этого особого внимания требуют горные леса. Они занимают более третью часть всей покрытой лесом территории страны; расположены, главным образом, в подлежащих интенсивному хозяйственному освоению восточных районах; выполняют защитно-охранные функции и служат крупным источником древесины.

Для создания рациональной системы хозяйства в горных лесах нужно знать их пространственную структуру. Об этом свидетельствует уже накопленный опыт изучения пространственной структуры равнинных лесов (био групп деревьев, лесных синузид, микрогруппировок, микрофитоценозов, биогеоценологических парцелл, ценоэтов и др.), который позволил углубить теоретическое представление о них; усовершенствовать экспериментальные и статистические методы исследования; повысить эффективность методов лесной таксации; методов учета и оценки естественного возобновления лесов; разработать теорию и методы рубок ухода по био группам и рубок главного пользования, поддерживающих биологическую устойчивость лесов; обосновать более эффективные, чем рядовые, гнездовые способы посадки лесных культур.

Спецификой формирования горных лесов определяется сложность насаждений столь же резко отличающихся своей пространственной структурой, как их равнинные аналоги, отстоящие на тысячи километров друг от друга. С учетом этого нужно дифференцировать решение исследовательских и прикладных задач, даже на уровне рядом стоящих насаждений. Однако, к началу наших исследований осуществить дифференцированный подход не удавалось. Так возникла проблема - разработать научную основу и методы количественного анализа пространственной структуры горных древостоев. Особую актуальность она приобрела в связи с интенсификацией хозяйства в горных лесах. Работа над данной проблемой выполнялась нами с 1964 по 1980 год согласно Совет-

ской национальной биологической программы и плана исследований Алма-Атинского заповедника.

Цель и задачи исследований. Цель диссертации - разработать научную основу и методы количественного анализа пространственной структуры горных древостоев. В связи с этим представлялось необходимым выполнить комплекс эколого-ценологических исследований, чтобы решить следующие задачи: 1) выяснить закономерно преобладающий тип распределения деревьев в лесах и обуславливающие его причины; 2) изучить роль и значение элементарных групп деревьев в лесу; 3) решить задачу

количественного анализа размеров и численности биогеоценологических парцели лесообразующих пород в горных лесах; 4) разработать и испытать методику моделирования и прогноза норм естественной заселенности площадей лесообразующими породами.

Районы и объекты исследований. Исследования выполнялись в разновозрастных темнохвойных лесах Восточного, Северного, Центрального Тянь-Шаня, ксерофитных арчевых лесах Западного Тянь-Шаня и темнохвойных лесах Рудного Алтая, которые располагаются на территории двух республик - Казахской и Киргизской ССР. Основными объектами исследований являлись ценопопуляции хвойных лесообразующих пород.

Объем работы. Для решения поставленных задач использовались наши материалы по 269 временным и постоянным пробным площадям; описания 25104 шт учетных площадок размером до 16 м², заложенных как на пробных площадях, так и на 28 горизонтальных ходах общей протяженностью 240 км; материалы детального описания и картирования около 200 групповых скоплений особей лесообразующих пород и 150 случаев срастания корней; результаты экспериментальных посевов 42 тысяч семян ели, выполненные в 14 вариантах условий обитания. Результаты экспериментальных посевов семян ели в верхнем подпоясе ельников, выполненные под руководством и по методике автора сотрудниками Алма-Атинского заповедника; а также материалы производственных испытаний разработанного в диссертации метода моделирования норм заселенности площадей лесообразующими породами, которые выполнялись по заданию Министерства лесного хозяйства Казахской ССР и Казахским лесоустроительным предприятием.

Научная новизна. В итоге выполненного комплекса эколого-ценологических исследований горных лесов разных широт, сформированных различными лесообразующими породами, в различных высотно-климатических подзонах и лесорастительных районах, впервые решена задача моделирования и прогноза норм естественной заселенности горных склонов лесообразующими породами, а также задача количественного анализа природной изменчивости численности и размеров биогеоценологических парцелл лесообразующих пород. Выделена новая единица пространственной структуры древостоев - элементарная группа деревьев и выяснено ее лесоводственное значение. Обосновано новое перспективное направление лесоведения - количественный анализ и моделирование пространственной структуры древостоев горных лесов.

Практическое значение диссертации состоит в том, что совокупность ее результатов представлена новая научно-методическая основа для дифференцированного решения исследовательских и прикладных задач с учетом природных закономерностей пространственной структуры горных древостоев.

Использование этой основы позволяет учесть природное разнообразие норм заселенности площадей лесообразующими породами при проектировании лесовосстановительных мероприятий, главного пользования, а также при научных исследованиях и интерполяции полученных данных. Позволяет учесть природное разнообразие дискретности древостоев на уровне биогеоценологических парцелл при разработке и использовании лесотипологических классификаций и научных исследованиях. Дает возможность осуществлять принцип преемственности в исследованиях и практических мероприятиях на уровне элементарных групп деревьев.

Главные теоретические положения диссертации внедрены в научно-методических руководствах Академии наук СССР (Полевая геоботаника, т. 5, 1976) и Академии наук Казахской ССР (Геоботаника, Быков, 1978), используются исследовательскими учреждениями и в лекционных курсах ВУЗов. Научно-методические результаты по моделированию норм заселенности лесных площадей приняты для использования при проектировании лесовосстановительных мероприятий в горных лесах Казахской ССР.

Методы исследований. Для решения задач применялись методы: ординации (Василевич, 1969), экспериментальной фитоценологии (Карпов, 1969), вариационной статистики (Шлохтинский, 1961, Шторм, 1970; Митропольский, 1971); теории информации (Пузаченко, 1971); изучения корневых систем, микроклимата леса и жизненного состояния напочвенного покрова, описания почв (Программа и методика биогеоценологических исследований, 1966, 1974; Полевая геоботаника, 1960, 1972). Кроме того, применялись специально разработанные автором методы: экспериментального изучения избирательного отношения лесообразующих пород к среде обитания; изучения связи численности особей лесообразующих пород с инсоляционной экспозицией склонов; оценки тесноты связи между элементарными группами деревьев; изучения дискретности древостоев на уровне биогеоценологических парцелл; оценки норм заселенности лесных площадей и др.

Апробация работы. Основные положения работы докладывались на Всесоюзных совещаниях по вопросам изучения и освоения флоры и растительности высокогорий (1971, 1974, 1977), Всесоюзном совещании "Биологические ресурсы суши Севера Дальнего Востока" (1971), XII Международном ботаническом конгрессе (1975), пяти совещаниях республиканского значения (см. публикации по теме), научном собрании Лаборатории биогеоценологии им. В.Н.Сугачева БИН АН СССР (1971), объединенном заседании кафедр лесохозяйственного факультета и заседании Ученого Совета Казахского сельскохозяйственного института (1973), техническом Совете Казахского лесостроительного предприятия (1975, 1978), сессии биологического отделения АН Казахской ССР (1978), заседании научно-технического Совета Министерства лесного хозяйства Казахской ССР (1979). Разработанная автором методика построения региональных моделей норм заселенности площади лесообразующими породами испытана по заданию Министерства лесного хозяйства Казахской ССР и Казахским лесостроительным предприятием в горных лесах Рудного Алтая и Тянь-Шаня. Материалы и выводы диссертации опубликованы в 31 работе.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, семи глав, заключения, списка литературы и приложения. Содержание изложено на 297 страницах машинописного текста,

который иллюстрируется 75 рисунками и 75 таблицами. Список цитируемой литературы включает 489 работ (в том числе 62 иностранных).

В двух первых главах дается анализ состояния проблемы и характеристика районов исследований. В третьей - обсуждаются характер и причины разнообразия распределения деревьев в горных лесах. Четвертая глава посвящена особенностям формирования элементарных групп деревьев, их роли в лесу. В пятой главе дан анализ изменчивости дискретности древостоев на уровне биогеоценологических парцелл. В шестой и седьмой главах рассмотрены основы моделирования и прогноза норм естественной заселенности площадей лесобразующими породами.

На защиту выносятся следующие основные положения.

1. В горных лесах закономерно преобладает неравномерное распределение особей лесобразующих пород, при котором основу древостоя насаждения составляет комплекс взаимодействующих элементарных групп деревьев. Элементарной группой является небольшая, густая, целостная группа деревьев, обособленная в пространстве, функционально и во времени на основе общего цикла тесных конкурентных и приспособительных взаимодействий.

2. Состояние дискретности древостоев на уровне биогеоценологических парцелл объективно отражается показателями: средним для насаждения количеством господствующих деревьев в парцелле, численностью (шт/га) парцеллы с одним господствующим деревом и группой господствующих деревьев. Эти показатели статистически значимо связаны со средним возрастом древостоев и лесорастительными условиями. Их оценку можно вытолнить по аэрофотоснимкам, для обширных территорий, с наименьшими затратами труда и времени, что позволяет получить материал для количественного анализа природной изменчивости численности и размеров парцелл в горных лесных биогеоценозах.

3. В горных районах нормы естественной заселенности площади насаждений лесобразующими породами варьируют в широких пределах. Задача дифференцированной оценки этих норм решается путем построения региональных эмпирических моделей встре-

чаемости лесообразующих пород в зависимости от инсоляционной экспозиции, абсолютной высоты склонов, степени каменистости их поверхности и состава подстилающих пород.

Г л а в а I СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

В данной главе выполнен анализ имеющейся весьма обширной литературы, на основе которого удалось выяснить следующее. В целом по проблеме пространственной структуры лесов к началу наших исследований еще оставался дискуссионным ряд альтернативно рассматриваемых гипотез. О том, что групповое сложение древостоев закономерно (Кравчинский, 1883; Эйтинген, 1950; Сляднев, 1952; Успенский, 1973; Макаренко, Смирнов, 1973; Мартынов, 1977 и др.), и наоборот, что в процессе формирования лесных сообществ в них распределение деревьев становится случайным (Раменский, 1938; *Dice*, 1952; *Blankmeister*, 1956; Гулисашвили, 1956; Поликарпов, 1962; Шенников, 1964; Плотников, 1979 и др.). О том, что имеющиеся в древостоях густые сомкнутые группы деревьев являются комплексными организмами в лесу (Сляднев, 1952; Нестеров, 1961) и наоборот, что они не являются таковыми, постоянно перестраиваются, перекомбинируются с соседними группами, во времени изменяют свои размеры и свое положение в лесу. Вторая точка зрения поддерживалась большинством исследователей (Эйтинген, 1934; Колпиков, 1949; Лесков, 1956; Ипатов, 1969; Макаренко, Смирнов, 1973; Плотников, 1979 и др.). Поэтому она была принята за основу при разработке рекомендаций по рубкам ухода за лесом, в которых предусматривалось, что при проведении каждого нового приема рубок группы деревьев должны выделяться заново (Тимофеев, 1957 и др.). На уровне выделенных единиц пространственной структуры лесов (биогрупп деревьев, микрогруппировок, биогеоценотических парцелл и др.) не удавалось осуществить принцип преемственности в исследованиях и практике лесного хозяйства.

Далее, все возрастающая интенсификация лесного хозяйства в горных лесах потребовала конкретно дифференцировать

лесообразовательные приемы в зависимости от характера пространственной структуры каждого насаждения. Для осуществления дифференцированного подхода к горным лесам нужны были методы количественного анализа природной изменчивости размеров и численности основных единиц пространственной структуры, а также методы оценки и прогноза норм заселенности площади лесообразующими породами.

Сделаны выводы о том, что состоянием проблемы диктуется первоочередная необходимость решения задач, перечисленных выше в разделе "Общая характеристика работы".

Г л а в а 2 ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследованиями было охвачено шесть крупных лесорастительных районов: Центрально-Завлиийский, Жаланаш-Чиликский, Иссык-Кульский, Таласский (на Тянь-Шане), Северо-восточный среднегорно-высокогорной темнохвойной тайги и Северный низкогорно-среднегорный район пихтовых лесов (на Алтае).

Районы расположенные на Тянь-Шане приурочены к зоне внутриматериковых пустынь, а на Алтае - к южной подзоне сухих типчаково-ковыльных степей и характеризуются горносибирскими ландшафтами. Выбранными районами представлена различная ландшафтная структура лесостепной зоны: от темнохвойной тайги Алтая, до туркестанских арчевников. По мере продвижения от Алтая к Тянь-Шаню все высотные зоны районов испытывают существенное поднятие и усложняются по характеру строения. Например, нижняя граница древесной растительности на Алтае (Северный район) лежит на высотах около 600 м, в Центрально-Завлиийском районе Тянь-Шаня - на 1200-1400 м, а в Иссык-Кульском - на 2000-2250 м над уровнем моря. Между районами имеют место существенные различия в количестве атмосферных осадков, температурном режиме, в составе основных лесообразующих пород и сопутствующих им видов.

По каждому району в диссертации дается подробная экологическая характеристика условий обитания исследованных хвойных лесов.

В в о д . Объектами исследований служили горные леса раз -

ных широт, сформированные различными лесообразующими породами, в разных климатических условиях и лесорастительных районах.

Г л а в а 5 ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕРЕВЬЕВ

Исследования вопроса о закономерном типе распределения деревьев в джунглях выполнены путем анализа основных причин, регулирующих распределение особей лесообразующих пород в горных лесах, и изучения характера их распределения на пробных площадях. Сочетание этих подходов позволило сделать выводы не только лишь на базе фиксации наблюдаемых типов распределения, но и с учетом формирующих их причин.

Выяснилось, что из числа регулирующих распределение растений факторов главного внимания заслуживают: неоднородность среды, избирательность лесообразующих видов к среде обитания, их фенотипическая разнокачественность. Роль фенотипической разнокачественности особей лесообразующих пород пока еще не была предметом широкого обсуждения при решении данной задачи. Оба других фактора ранее уже рассматривались как возможные причины перераспределения деревьев (Сорез, 1961; Попов, 1963; Дылис, 1969 и др.). Но причислить их к основным причинам представлялось возможным, т.к. в отношении многих лесообразующих пород укрепилось мнение о широком диапазоне их экологической приспособленности.

Именно в этой связи наши исследования роли избирательности лесообразующих пород выполнялись на примере ели Шренка, которая считалась теневыносливой и в то же время светолюбивой; влаголюбивой, но способной переносить засуху; приспособленной к существованию при низких температурах; нетребовательной к почвам (Андреевский, 1914; Попов, 1940; Смирнов, 1940; Серебряков, 1945; Глазовская, 1946; Быков, 1950; Ган, 1970 и др.). В итоге констатировалось, что эта порода по широте своей экологической приспособленности далеко превосходит другие виды елей нашей страны.

Избирательность ели Шренка к среде обитания и особенности варьирования среды в горах рассматривались на матери-

адам экспериментальными посевами ели в различных высотных-климатических подзонах Центрально-Восточного лесорастительного района (хребет Саязханит Алатан). В эксперименте создавалось широкое варьирование режима прямого солнечного освещения. Одновременно были предусмотрены варианты с сохранением и удалением травяного покрова, разной степени увлажнения.

Установлено, что обычные в пределах каждого склона различия в инсоляционной экспозиции отдельных участков ведут к глубоким изменениям основных прямодействующих на растения факторов. В качестве примера отметим, что для склонов северной ориентации на высоте 1650 м над уровнем моря изменение крутизны от 0° до 50° сопряжено с уменьшением поступления прямой солнечной радиации в 2 - 2,5 раза. Вследствие этого различия среднедекадной температура поверхности почвы в летние месяцы достигает 5-6 градусов; эвапорации влаги с поверхности почвы - в два раза; увлажнения корнеобитаемых слоев почвы в период активного роста растений - трехкратно.

Варьирование исходной среды определяет широкое разнообразие состояний конкурирующего с елью травяного покрова. Так, уже в рассмотренном выше диапазоне исходной среды высота травостоя варьировала от 25 см до 60 см. В свою очередь, живой напочвенный покров сам активно преобразовывал среду. Например, на горизонтальных участках на высоте 5 см от поверхности почвы под травостоем, имеющем стопроцентное проективное покрытие и высоту всего 35 см, освещенность снижалась в 162 раза. При тех же условиях, но метровой высоте травостоя, освещенность снижалась в 650 раз. Наряду с этим, наблюдались многократные отличия в температурном режиме и увлажнении почвы.

Эксперименты с посевами ели Шренка позволили выяснить, что на ивентильных этапах данная порода имеет узкий диапазон экологической приспособленности. Она не жаростойка, предпочитает среднеинсолируемые местоположения, влаголюбива, плохо выдерживает конкуренцию травяного покрова. В целом ель отличается высокой избирательностью к среде обитания и реагирует даже на небольшие ее изменения. Исходная среда влияет на обилие ели как непосредственно, так и опосредствованно - через конкурентные взаимодействия между растениями. Например, в

климатически неблагоприятных верхних высотных подпоясах, где низка температура воздуха, сохранность ели тем выше, чем выше радиационный нагрев поверхности склона (рис. 1). Здесь конкурентные взаимодействия ослаблены общей неблагоприятностью внешних условий и исходная среда непосредственно определяет сохранность лесобразующей породы на участках. Когда же исходная среда в целом благоприятна для растительности (например, в средней части лесного пояса), то это способствует обострению конкурентных взаимодействий. В итоге на участках с наиболее благоприятной исходной средой ель вытесняется травянистыми растениями (рис. 2).

Экспериментальные данные позволяют решительно отказаться от концепции о широком диапазоне экологической приспособленности лесобразующих пород. Они свидетельствуют, что избирательность пород к среде обитания является постоянно действующей причиной, регулирующей характер их распределения по площади. Вместе с тем, мы убеждаемся и в том, что в пределах каждого горного склона среда не может быть однородна. Даже небольшие изгибы и складки поверхности склонов неизменно вызывают целую цепь изменений, как жизненно важных для растений факторов, так и исхода их межвидовых взаимодействий. Следовательно, неоднородность среды тоже является причиной, постоянно формирующей неравномерное распределение подроста и деревьев в горных лесах.

Эти выводы подтвердились также результатами оценки тесноты связи численности подроста с инсолируемостью участков склонов и состоянием живого напочвенного покрова. Материалы для исследований были собраны нами в Исык-Кульском (хребет Терской Алатау) и Центрально-Зайлийском (хр. Зайлийский Алатау) лесорастительных районах Тянь-Шаня. Их обработка методами теории информации позволила выяснить, что, например, на вырубках знание состояния живого напочвенного покрова позволяет исключить более 80% неопределенности нашего представления о разнообразии численности подроста ели. В зависимости от ориентации участков склона численность подроста ели отличалась в несколько десятков раз.

Преобладание микроучастков той или иной экспозиции в

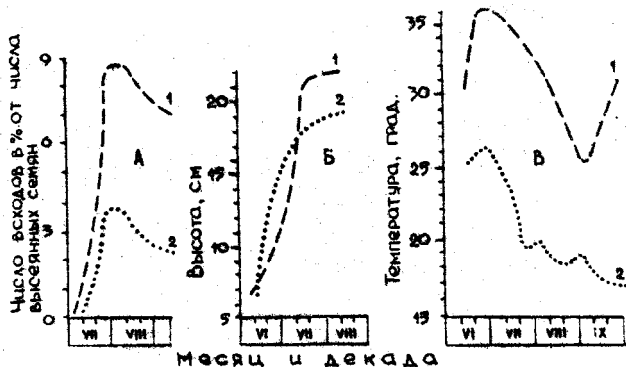


Рис. 1. Динамика количества выращенных под травостоем сеянцев ели (А), высоты травостоя (Б) и максимальной температуры поверхности почвы (В) в посевах на высоте 2500 м над уровнем моря. Состояния действующих на всходы ели факторов (в % от нормы открытых участков) по вариантам: 1 - 60% прямой солнечной радиации и осадков; 2 - 30% прямой солнечной радиации и атмосферных осадков.

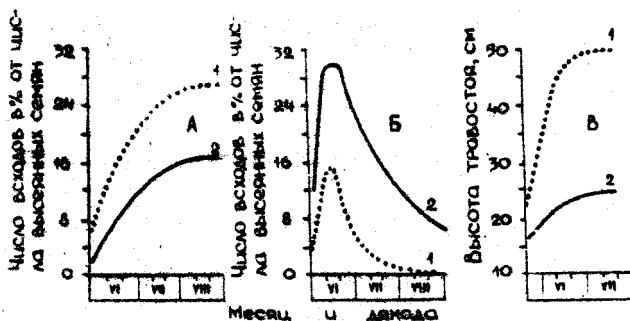


Рис. 2. Динамика количества всходов ели выращенных без травостоя (А), совместно с травостоем (Б) и высоты травостоя (В) в посевах на высоте 1640 м над уровнем моря. Состояния действующих на всходы факторов (в % от нормы открытых участков) по вариантам: 1 - 30% прямой солнечной радиации, 100% осадков; 2 - 0% прямой солнечной радиации, 100% осадков.

горах всегда определяется общей направленностью склона. В связи с этим в целом заселенность площади насаждений тесно связана со средней ориентацией поверхности склонов. Так, по данным, полученным в лесах Жаланаш-Чиликского лесорастительного района (хр. Кунгей Алатау), даже в пределах одной высоты над уровнем моря (например, 2700 м), на западных склонах крутизной 26° ель заселяет около 42% площади насаждений, а на северных - 13%. При этом одна и та же экспозиция склонов в разных высотно-климатических подпоясах по-разному корректирует лесорастительные условия. Например, для этого района уже на абсолютной высоте 2200 м имела место обратная картина: площадь насаждений на северных склонах заселялась елью на 70%, а на западных - на 57%.

Выводы, полученные на основе экспериментальных данных и исследований связи численности ели с условиями обитания, подтверждены также данными количественного анализа дисперсий численности подроста на учетных площадках переменного размера, выполненного по методике П.Грейг-Смита (1967), и путем сравнения наблюдаемого типа распределения со случайным. Для этих целей проанализированы данные учета численности самосева, подроста и деревьев ели на 52-х трансектах, где было заложено 5200 учетных площадок. Объектами служили насаждения широкого набора типов леса Центрально-Землинского и Жаланаш-Чиликского лесорастительных районов Тянь-Шаня в диапазоне от 1900 до 2500 м над уровнем моря. Результаты проведенных исследований позволили выяснить, что групповое распределение особей лесообразующих пород в горах является закономерным, преобладающим, широко распространенным типом распределения.

Значение фенотипической разнокачественности особей лесообразующих пород рассмотрено в диссертации на примере искусственной модели лесного древостоя и путем анализа литературных данных. Показано, что при условии относительной однородности исходных условий среды фенотипическая разнокачественность особей может определять смену даже регулярного распределения в посадках на случайное и затем групповое. В динамике же возрастных смен природных сообществ фенотипическая разнокачественность особей является причиной периодических

колебаний от выраженного группового типа распределения особей к случайному и в обратном направлении.

В посадках преобразование регулярного типа распределения на случайное происходит за счет фактически всегда имеющего место случайного распределения по площади таких особей, фенотипическое состояние которых обеспечивает их лучшую сохранность. При старении древостоев (вследствие опять-таки разноразличности их фенотипического состава) выпад происходит одновременно. В результате появляются окна, которые заселяются группами самосева. Возникает групповое распределение. Затем, по мере формирования нового поколения и изреживания групп, распределение снова приближается к случайному, которое имело место ранее — в период зрелости прежнего поколения.

Фенотипическая разноразличность особей является постоянно действующей, внутренней, присущей каждому лесобразующему виду причиной, определяющей закономерное проявление, как группового, так и случайного типов распределения особей при относительно однородной исходной среде обитания. Но в горных лесах ее роль в формировании случайного распределения проявляется слабо из-за большой неоднородности исходной среды.

В н о д . В горных лесах закономерно преобладает неравномерное, групповое распределение особей лесобразующих пород, которое постоянно формируется неоднородностью исходной среды, высокой избирательностью к ней у лесобразующих пород и фенотипической разноразличностью представляющих их особей. Данный тип распределения является основным, на который должны ориентироваться методы научных исследований и практики лесного хозяйства.

Г л а в а 4

ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ГРУППЫ ДЕРЕВЬЕВ

При групповом размещении деревьев, составляющие группу, могут иметь разный характер формирования. Одна их часть в период так называемого большого роста формируется в условиях очень тесного взаимодействия. Другая — примыкает к группе лишь после завершения (или в конце) периода большого роста,

а до этого формируется относительно обособленно. Та часть деревьев, которая в период большого роста формируется вместе, заслуживает особого внимания, т.к. между ними взаимодействия проявляются наиболее остро. С учетом этого нами предлагается выделять в древостое элементарные группы деревьев. Под элементарной группой понимается небольшая локальная группа особей лесобразующей породы, объединенная общим циклом тесных конкурентных и приспособительных взаимодействий в период большого роста. Основные особенности и значение элементарных групп деревьев в диссертации рассмотрены на примере ели Шренка.

Показано, что в формировании элементарной группы нужно различать четыре основные фазы: скопления особей в группу, становления пространственных и функциональных границ элементарной группы, ее устойчивого роста и развития, разрушения. Фаза становления границ протекает в период большого роста деревьев (рис. 3).

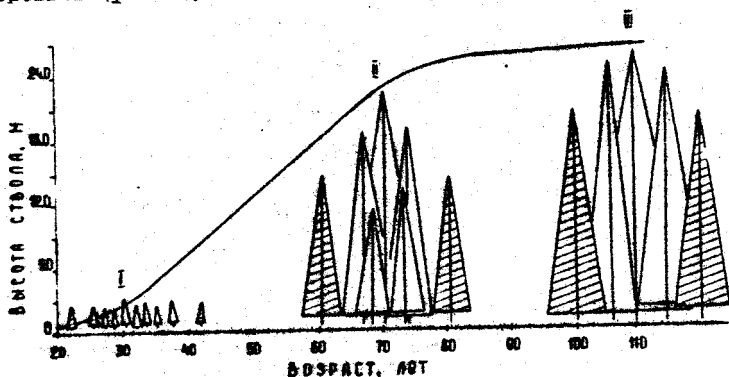


Рис. 3. Обобщенная схема формирования элементарной группы деревьев в фазе скопления особей (I), становления границ (II), устойчивого роста и развития (III). Заштрихованные особи не входят в состав элементарной группы, т.к. присоединяются к ней после завершения периода большого роста.

Взаимодействие особей в элементарной группе наблюдается уже в конце фазы скопления, когда начинается смыкание кроны (у ели Шренка в 20-30-летнем возрасте), которое стимулируется резким ускорением роста особей. В результате к 30-летнему возрасту в большинстве элементарных групп ели высота стволов весьма существенно коррелирует с их положением в группе (степень влияния этого фактора по данным дисперсионного анализа оказалась равной 0,31 и достоверна на 1%-ом уровне).

В фазе становления пространственных и функциональных границ элементарной группы теснота связи между особями резко усиливается. Процесс взаимодействия быстро охватывает все компоненты группы. Сомкнутость кроны достигает предельных значений. Они заполняют все свободное пространство и, взаимно приспособляясь, создают общий для всей группы полог. Развивается процесс отпада фенотипически более слабых или отставших во времени поселения особей. По данным дисперсионного анализа фактор отставания во времени поселения на 43% определяет дальнейшее жизненное состояние деревьев в элементарной группе. В целом же индивидуальные отличия деревьев по высоте ствола определяют категорию их жизненного состояния на 76% (достоверно на 1%-ом уровне).

Элементарные группы являются тем местом в лесу, где реализуются важнейшие механизмы эволюционного процесса у лесобразующих видов. Например, характер и масштабы отбора в элементарных группах обуславливают выработанность признака ускорения роста у ели Шренка в возрасте 20-30 лет. Это объясняется совокупностью следующих причин: 1) большинство особей вида постоянно формируется в условиях перезагущения, т.к. закономерно преобладающим типом распределения деревьев в горных лесах является групповой; 2) жесткий отбор фенотипов по признаку скорости роста происходит внутри элементарных групп, где именно и имеет место перезагущение особей; 3) признак ускорения роста у ели Шренка жизненно важен именно в возрасте 20-30 лет, когда в элементарных группах начинается смыкание, острые конкурентные взаимодействия, интенсивная дифференциация деревьев и определяются перспективы их сохранения. Дан-

Этот факт полностью согласуется с ранее высказанным общео-
логическим положением о том, что если переживающей формой
растений является более быстро растущая, а загущенная, где это
преимущество будет выявляться, часто повторяются, то отбор
организмов должен быть направлен на интенсификацию роста
именно в те периоды жизни, когда признак ускорения роста яв-
ляется наиболее эффективным (Haldane, 1932; Завадский, 1957).

Стимуляция и отбор такого жизненно важного нового при-
знака, как быстрый рост на ранних этапах, свидетельствует о
проявлении в элементарных группах свойств, обусловленных
внутренними связями и свойствами частей.

К концу фазы становления границ элементарных групп об-
наруживается наличие и третьего признака их целостности: ут-
раты части свойств у особей входящих в группу. При формиро-
вании в элементарной группе особи утрачивают свойства крон и
ствола, а также эдифицирующую мощность, присущие им на сво-
бодe. Но приобретают новые свойства, характерные для особей
растущих в густых древостоях. Об этом свидетельствует факт
нарушения обычных для относительно обособленно растущих осо-
бей корреляций между органами деревьев. Так, у деревьев, рас-
тущих относительно обособленно, связь высоты ствола с воз-
растом характеризуется коэффициентом корреляции $+0,77 \pm 0,08$;
а у деревьев в группах — $+0,97 \pm 0,01$. Связь же высоты до жи-
вых сучьев с возрастом у них характеризуется коэффициентом
корреляции, соответственно, $+0,04$ и $+0,88 \pm 0,05$.

Световой режим внутри элементарной группы и в фазе ста-
новления ее границ является главным лимитированным фактором.
В тесной связи с этим происходит отпад особей в группах. Но
продолжительность его относительно невелика. Например, у ели
Шренка основной отпад (40% особей) наблюдается в период от
30 до 60 лет. Затем он резко замедляется (в 60-85 лет) и по-
следующие 45 лет (с 85 до 130 лет) выпадает только 10% де-
ревьев. Конец фазы становления границ элементарной группы,
как коллектива особей, наступает, когда в ней завершается
интенсивный отпад. Далее элементарная группа переходит в фа-
зу устойчивого роста и развития.

Параллельно развитию конкурентных отношений в элементарных группах быстро увеличивается корневая нагрузка ризосферы. Так, в группах ели Шренка за период с 30 до 100 лет длина и вес корней возрастает более чем в шесть раз (данные значимы на 1%-ом уровне). Распределение корней в ризосфере группы становится более равномерным. Появляются признаки взаимопри-способления корней, что подтверждается фактами их срастания. У ели Шренка чаще срастаются корни диаметром 1,5-3,5 см (в 11-40 лет). Тогда между ними имеет место перераспределение питания, которое происходит пропорционально диаметру срастающихся корней. Однако у соседних деревьев срастается обычно только 1-2 корня, что составляет очень малую часть всех подземных проводников. Поэтому нельзя считать, что элементарные группы в своем большинстве формируются как единые организмы.

В среднем по поясу темнохвойных лесов Северного Тянь-Шаня в формировании элементарных групп обычно участвует до 90% всех деревьев. Элементарные группы 80-100-летнего возраста (в фазе устойчивого роста и развития) включают в себя 2,0-2,7 шт господствующих деревьев ели Шренка, при общем количестве всех деревьев в пределах от 5,2 до 7,6 шт, а проекция площади элементарной группы в среднем варьирует в пределах от 79,7 до 126,6 м² (доверительные интервалы даны для 95%-го уровня). Небольшие размеры элементарной группы и малый диапазон варьирования их указывают на то, что в природе элементарными группами используются преимущественно участки экологических ниш, освобождающиеся в результате отпада взрослых деревьев старшего поколения, и что в целом динамика появления и разрушения элементарных групп отражает динамику обновления и старения участков древостоя.

При условии всегда высокой тесноты связей внутри элементарной группы, теснота связи между группами варьирует в широких пределах. Анализ роли внешних и внутренних связей элементарных групп в диссертации выполнен на пробных площадях, заложенных в типах леса отличающихся степенью участия ели в формировании насаждений. Исследованы корреляции между степенью разновозрастности особей в элементарной группе, средним количеством деревьев на единицу ее площади, средним количе-

ством господствующих деревьев в ней, общим количеством деревьев в группе и другими показателями. Установлено, что знак связи между изученными показателями не зависит от условий, в которых находятся элементарные группы - в сомкнутых древостоях, или на свободе; в пределах экологического оптимума, или вне его. Этим подтвердилось, что внутренние закономерности формирования элементарных групп устойчивы, является результатом образования определенной функционально выраженной, тесно скоррелированной ячейки древостоя. Но, вместе с тем, выяснилось, что на действующие внутри элементарной группы закономерности благоприятно влияет влияние связей с окружающим древостоем. Наиболее четко оно проявляется в снижении роли господствующих деревьев в элементарных группах при условии их размещения в сомкнутых древостоях. Обнаружить данное явление можно по уменьшению величины коэффициентов корреляции. Например, при условии свободного роста элементарной группы коэффициент парной корреляции между числом господствующих деревьев и количеством представленных в ней возрастных категорий деревьев оказался равным $+0,70 \pm 0,09$. В сомкнутом же лесу теснота этой связи выражалась коэффициентом корреляции $+0,35 \pm 0,04$. Пользуясь таким анализом как методическим приемом удалось выяснить, что в ельниках во взаимодействии элементарных групп между собой начинает проявляться, когда лесобразующая порода занимает около 40% площади насаждения. Данный прием в методическом отношении полезен еще и тем, что позволяет аналитическим путем устанавливать: когда мы имеем редицу, а когда - лесной древостой, как совокупность взаимодействующих на всей площади деревьев.

Специфика формирования элементарных групп деревьев и их фазовое состояние определяют закономерную картину изменений микроклимата, почвенного покрова и почв в лесу. В диссертации это рассмотрено по материалам двухлетних стационарных наблюдений за динамикой микроклимата и почвенного покрова в элементарных группах ели Шренка, расположенных в разных высотно-климатических подпоясах Северного Тимь-Шаня. Выявлены следующие общие закономерности.

Весь процесс динамики формирования элементарных групп направлен таким образом, что под их пологом уже с наступле-

нием фазы устойчивого роста и развития наблюдается четко выраженные концентрические изменения микроклимата, почв и напочвенного покрова (рис. 4, 5). В результате дифференцируются микрозоны: гемисцифитная – по периферии кронового полога группы, опцифитная – в средней части объединенного кронового полога группы, мертвопокровная – в центральной наиболее отеняемой части группы (рис. 4).

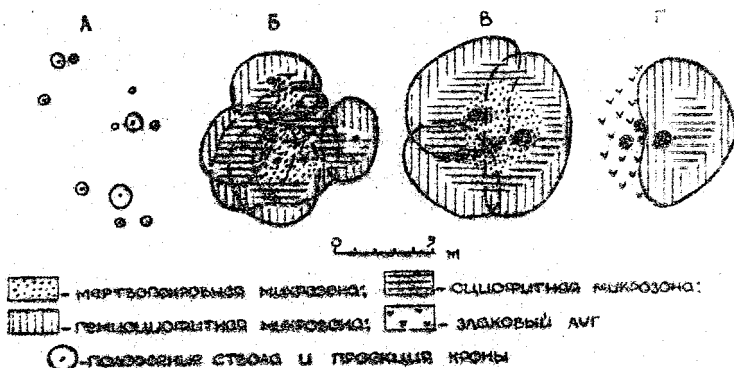


Рис. 4. Дифференциация микрозон в сфере влияния элементарных групп ели. Фазы формирования групп: а – скопления особей, б – становления границ, в – устойчивого роста и развития, г – разрушения.

Даже в разных типах леса при относительно обособленном стоянии элементарных групп закономерности в изменении всех видов солнечной радиации по одинаковым микрозонам сходны. От периферии к центру группы наблюдается снижение количества прямой, рассеянной и отраженной радиации. С характером радиационного нагрева тесно связана специфика температурного режима. Поэтому в направлении от периферии к центру группы дневная температура воздуха и почвы понижается. Но ночью наблюдается обратная картина. В итоге внутри элементарных групп температурный режим оказывается более умеренным, чем по периферии. Например, в мертвопокровной микрозоне сто-

летних групп деревьев суточная амплитуда температуры воздуха на уровне фитосферы травостоя (в 20 см от почвы) для различных типов леса варьирует от 4° до 6° , а на окружающем лугу - в пределах $10-14^{\circ}$ (рис. 5).

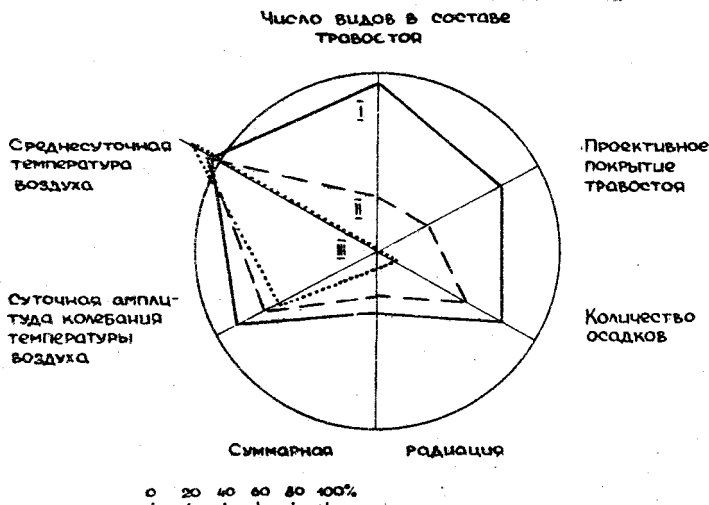


Рис. 5. Характеристика гемисцифитной (I), сцифитной (II) и мертвешковровой (III) микрозон по отношению к лугу. Данные по лугу приняты за 100% и приравнены к радиусу круга.

Распределение осадков по микрозонам зависит от степени сформированности кроновой части элементарной группы, продолжительности и интенсивности дождя, размера капель, направления роста ветвей. При низкой и средней интенсивности дождя количество проникающих под группу осадков закономерно снижается в направлении от периферии к центру (рис. 5). При ливнях наибольшее количество осадков попадает в гемисцифитную микрозону - за счет дополнительного стока по периферийным ветвям объединенного кронового полога.

В формировании напочвенного покрова микрозон элементарных групп различных типов леса имеется сходство. Оно диктуется одинаковой направленностью изменения микроклиматического

режима и выражается в следующем. В мертвопокровной микрозоне травянистых видов, как правило, не бывает. В гемисциофитной микрозоне состав травянистой растительности и ее состояние по своей характеристике приближаются к луговому типу. В травяном покрове сциофитной микрозоны преобладают теневыносливые виды. Отличия по видовому составу, характеру прохождения фаз и показателям жизненности у растений, участвующих в формировании напочвенного покрова микрозон, статистически достоверны на 1%-ом уровне. В составе травостоя сциофитной микрозоны обычно участвует до 5-6 видов. Для гемисциофитной микрозоны их количество часто превышает 20. Причем численность растений в пределах гемисциофитной микрозоны может быть в пять и более раз выше, чем в сциофитной. Отличия по величине проективного покрытия достигают 35-40%. Разница во времени прохождения фаз у отдельных видов столь велика, что если в пределах гемисциофитной микрозоны большинство растений могут нормально расти и развиваться, то в сциофитной многие виды только вегетируют, но не цветут.

В начале фазы скопления особей в группы микрозоны не дифференцируются. К концу ее (с момента смыкания крон самосева) появляются фрагменты сциофитной и гемисциофитной микрозон, приуроченные в виде пятен к участкам смыкающихся особей. До окончания фазы становления границ элементарной группы из-за еще выраженной вертикальной неоднородности кронового полога наблюдаются случаи вкрапления мертвопокровной микрозоны в сциофитную, сциофитной в гемисциофитную (рис. 4). Но в фазе устойчивого роста и развития элементарной группы конфигурация микрозон принимает форму близкую к концентрической. При частичном удалении периферийных деревьев осветленные участки чаще занимают злаками, которые, развивая мощную дернину, препятствуют закреплению самосева лесобразующей породы.

Эффект совместного влияния всех особей элементарной группы обуславливает закономерные концентрические изменения в почве. От центра к периферии элементарной группы увеличивается содержание гумуса, а мощность подстилки уменьшается. В результате специфики микроклимата и распределения напоч -

венного покрова от центра к периферии группы образуется целая гамма переходов от типично лесных к луговым почвам. Наличие этой особенности подтвердилось и результатами химических анализов.

Далее в диссертации рассмотрен вопрос о соотношении элементарной группы деревьев с другими единицами: биогруппой, микрогруппировкой (определенной в объеме понятия В.Н. Сукачава), древесной части биогеоценотической парцеллы и ценочкейкой. Показано, что каждая из этих единиц отражает разные уровни подходов к горизонтальной структуре леса. Биогруппа деревьев — понятие морфологического порядка. Она выделяется по признаку тесного стояния деревьев. Микрогруппировка — эколого-морфолого-фитоценотическое понятие. Выделяется с учетом пространственной, флористической и экологической обособленности группы особей. При этом наличие высокой густоты стояния особей не является обязательным признаком микрогруппировки. Ценочкейка — понятие функциональное. В качестве нее выделяется любая группа особей, в которой центральное растение связано с другими непосредственными соседними взаимодействиями. При выделении же биогеоценотических парцелл лесобразующих пород главным является отличие их материально-энергетического обмена. В динамике своего формирования биогруппы, микрогруппировки, древесные части биогеоценотических парцелл меняют свои размеры при смыкании их с окружающими деревьями. Ценочкейки также непрерывно меняют свои размеры, но уже из-за того, что увеличивается площадь питания центральных особей. Отсюда на каждом новом этапе изучения и лесоводственных мероприятий данные структурные единицы необходимо выделять в натуре заново.

В отличие от этого элементарная группа сохраняет свои границы, как коллектива растений, до завершения цикла формирования. Каждая элементарная группа по окончании фазы становления границ уже имеет свою индивидуальную историю формирования тесных конкурентных и приспособительных взаимодействий, отличается от других элементарных групп своей общностью и своим состоянием внутренних взаимодействий и внешних связей, своей морфологической и функциональной целостностью, а в

большинстве случаев и фазовым состоянием. Лишь в период до окончания фазы становления границ элементарная группа и биогруппа деревьев сходны по размеру, характеру внутренних процессов и внешним морфологическим признакам. Это важно учитывать, когда требуется наиболее точно зафиксировать границы элементарных групп деревьев, а также в связи с тем, что все выводы, полученные в лесоводственной литературе относительно биогрупп деревьев в возрасте до завершения периода большого роста, являются справедливыми также и для элементарных групп деревьев.

В и в о д н . 1. Элементарная группа — небольшая густая группа деревьев, объединенных в период большого роста общим циклом тесных конкурентных и приспособительных взаимодействий в пространственно, функционально и во времени целостную ячейку древостоя.

2. В элементарных группах формируются фенотипы большинства деревьев и сосредоточен процесс естественного отбора на уровне внутривидовых взаимодействий у лесообразующих пород. Они выполняют ведущую роль в регуляции связей между частями древостоя.

3. Элементарные группы деревьев выполняют основную роль в создании и поддержании упорядоченного состояния лесной среды и растительности на участках леса. От периферии к центру их закономерно уменьшается амплитуда суточных колебаний температуры воздуха, температура воздуха становится более умеренной, количество атмосферных осадков и освещенность снижаются до минимальных значений, возрастает мощность подстилки, уменьшается содержание гумуса в почве, луговые почвы сменяются типично лесными, фазы развития растений напочвенного покрова сдвигаются на более поздние сроки, луговые виды трав сменяются теневыносливыми лесными видами.

4. От ранее выделенных единиц пространственной структуры лесов элементарная группа существенно отличается тем, что фаза становления ее границ как коллектива растений завершается с окончанием периода активного роста и острых конкурентных взаимодействий деревьев. Это позволяет осуществлять на ее уровне принцип преемственности в исследованиях и проведении практических мероприятий.

Глава 5

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ДИСКРЕТНОСТИ ДРЕВОСТОЕВ НА УРОВНЕ БИОГЕОЦЕНОТИЧЕСКИХ ПАРЦЕЛЛ

Развитие исследований пространственной структуры лесов определило новое важнейшее направление в лесной типологии — разработку лесотипологических классификаций и изучение типов леса с учетом роли биогеоценотических парцелл (Дылис, 1968). Поэтому требовалось решить задачу количественного анализа природной изменчивости численности и размеров биогеоценотических парцелл, формирующихся с участием основных лесообразующих видов.

Для решения данной задачи в горных районах в диссертации предложено исследовать парцеллярную дискретность древостоев с помощью крупномасштабных аэрофотоснимков. Поскольку облик и основные свойства биогеоценотических парцелл определяют господствующие деревья, были выполнены исследования следующих показателей: 1) количество парцелл с одним господствующим деревом (на 1 га площади насаждения); 2) количество парцелл, формируемых несколькими господствующими деревьями (на 1 га площади насаждения); среднее для древостоя количество господствующих деревьев в парцелле. Исследования этих показателей выполнялись по материалам 187 пробных площадей размером 1,15 га в среднем, на примере лесов, формируемых елью Шренка в Центрально-Западной лесорастительной зоне Тянь-Шаня.

Установлено, что в природных лесах показатели дискретности закономерны и в широких пределах варьируют в зависимости от лесорастительных условий и возрастного состояния древостоев (связь достоверна на 1%-ом уровне). Совокупность таких косвеннодействующих факторов как высота местоположения над уровнем моря, крутизна и азимут склона, каменистость поверхности склона, средний возраст древостоя определяют около 70% вариабельности исследованных показателей дискретности древостоев. У ели Шренка наибольшее количество господствующих деревьев в биогеоценотической парцелле наблюдается в древостоях III-IV класса возраста, на склонах северной ориентации. Наибольшее количество крупных парцелл (с несколькими

ми господствующими деревьями) имеется в древостоях III-IV классов возраста, на скаменистых почвах. Доля господствующих деревьев, формирующих крупные парцеллы, увеличивается от молодых к средневозрастным древостоям, от западных и восточных к северным склонам. Каждый из рассмотренных показателей до - вольно тесно коррелирует с бонитетом и запасом древостоев (коэффициент корреляции достигает 0,58), но связь их с высо - той, диаметром и полнотой древостоев оказалась статистически несущественной.

Исследования влияния климатических факторов выпол - нены на примере анализа среднего для древостоев ели Шренка количества господствующих деревьев в биогеоценотической пар - целле. Выяснилось, что теснота связи этого показателя с **кли - матическими факторами** (температурой воздуха, количеством выпадающих осадков, количеством поступающей прямой солнечной радиации) может в отдельные месяцы достигать 84% от полной неразрывной связи. Однако, характер этой связи различен. Там, где климатические условия благоприятны для ели и, одновремен - но, способствуют формированию мощного травяного покрова, его конкуренцией определяется уменьшение числа господствующих деревьев в парцелле. В климатически неблагоприятных районах **климатические ф.акторы** уже непосредственно определяют уменьшение размеров парцелл. Наибольшей величины парцеллы достигают, когда под влиянием климатического режима конку - рентная мощь сопутствующих ели видов ослаблена, а сохран - ность самосева ели при данных климатических условиях еще остается высокой. Эти выводы согласуются с результатами рас - смотренных выше экспериментальных посевов.

В ы в о д . Состояние дискретности древостоя на уровне био - геоценотических парцелл объективно отражается следующими по - казателями: 1) среднее количество господствующих деревьев в парцелле; 2) количество парцелл (шт/га) с одним господствующим деревом; 3) количество парцелл (шт/га), формируемых несколь - кими господствующими деревьями. Связь этих показателей со средним возрастом, продуктивностью древостоев и лесорастите - льными условиями статистически значима на 1%-ом уровне. Их оценку можно выполнить по аэрофотоснимкам, для обширных тер -

риторий, с наименьшими затратами труда и времени, что позволяет получить массовый материал для количественного анализа природной изменчивости численности и размеров парцелл лесообразующих пород при решении задач по изучению типов леса, построению и применению лесотипологических классификаций.

Г л а в а 6

АНАЛИЗ ЗАСЕЛЕННОСТИ СКЛОНОВ В СВЯЗИ С ВОПРОСАМИ ЕЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Даже при условии одинакового типа распределения деревьев, их лесообразующая роль широко варьирует в зависимости от степени горизонтальной заселенности площади формируемого насаждения. В этом легко убедиться, сравнивая сомкнутые и разреженные леса. Поэтому для осуществления дифференцированного подхода к лесам, наряду с определением типа распределения деревьев и закономерностей формирования единиц пространственной структуры, необходимо также учитывать фактическую и возможную заселенность площади лесообразующими породами.

В данной главе диссертации обоснован показатель для измерения заселенности площади лесообразующими породами, рассмотрен характер его связи с лесорастительными условиями и разработана методика моделирования природной изменчивости заселенности насаждений лесообразующими породами.

Для оценки заселенности лесных площадей предложено использовать показатель встречаемости, который позволяет учесть как обилие, так и неравномерность распределения лесообразующей породы. Чтобы уменьшить влияние "краевого эффекта" (Василевич, 1969) принята круглая форма учетной площадки для измерения встречаемости. Диаметр учетной площадки выбран близким расстоянию между стволами в з р о с л ы х деревьях в предельно сомкнутых участках леса в том критическом возрасте, когда оно перестает регулироваться напряженностью внутривидовых конкурентных отношений. Целесообразность этого обоснована имеющимися сведениями о динамике роста лесообразующих пород (Серебряков, 1962); путем анализа связи текущего прироста расстояний между стволами с возрастом древостоев по

таблицам хода роста сомкнутых насаждений; данными о динамике формирования элементарных групп деревьев.

Установлено, что для измерения встречаемости квойных пород оптимальной является учетная площадка размером 16 м^2 (диаметром около 4,5 м). Площадка такого размера позволяет оценить все обилие лесообразующего вида, взвесив его на уровне взрослых деревьев. Поэтому есть возможность применить унифицированную методику для работы не только в разновозрастном лесу, но и на возобновляющихся площадях.

Связь показателя встречаемости с лесорастительными условиями рассмотрена на примере лесов Жаланаш-Чиликского, Центрально-Зайлыгского (формируемых ель Шренка) и Таласского (формируемых арчей полушаровидной) лесорастительных районов Тянь-Шаня. При оценке встречаемости учетная площадка считалась занятой лесообразующей породой, если на ней имелся ствол дерева или подрост в таком состоянии и количестве, что из него в перспективе может вырасти хотя бы одно дерево. В качестве основных лесообразующих факторов учитывались: абсолютная высота местности, инсоляционная экспозиция склона, состав подстилающих пород, степень каменистости поверхности склонов. Для каждой учетной площадки ее инсоляционная экспозиция определялась по азимуту и крутизне и выражалась в величинах возможного годового прихода прямой солнечной радиации. Материалом для исследований служили описания 4770 шт учетных площадок размером 16 м^2 на шести пробных площадях и восьми горизонтальных ходах общей протяженностью 32 км.

Задачи обработки собранных данных состояли: в анализе корреляции между встречаемостью лесообразующей породы и возможным годовым приходом прямой солнечной радиации; в построении уравнения логарифмической регрессии встречаемости по радиации; в статистическом анализе корреляции и регрессии; в рассмотрении вопроса о характере зависимости коэффициента и свободного члена уравнения регрессии от абсолютной высоты местности; в изучении характера влияния подстилающих пород и каменистости поверхности склонов на встречаемость лесообразующих пород.

Было установлено, что встречаемость лесобразующих пород закономерно связана со всеми рассмотренными факторами. Связь эта тесная и длительно-устойчивая, что подтвердилось выявленными сходством закономерностей связи на отрезках времени равным нескольким столетиям.

Теснота связи встречаемости лесобразующих пород с инсоляционной экспозицией участков склонов характеризуется коэффициентом корреляции близким к единице. Поэтому связь может быть выражена уравнением регрессии. Для разных древостоев со сходными лесобразующими породами, формирующихся в однотипных лесорастительных условиях, имеет место одинаковая зависимость встречаемости пород от характера варьирования инсоляционной экспозиции участков внутри насаждений. Выяснить характер такой зависимости можно, как путем обследования специально закладываемых пробных площадей, так и путем обследования учетных площадок на горизонтальных ходах, пересекавших все разнообразие представленных в пределах высотно-климатического подпооя растительных сообществ. Поэтому для более быстрого изучения крупных регионов целесообразно осуществлять сбор данных на горизонтальных ходах, а не по пробным площадям.

На примере Центрально-Балтийского лесорастительного района удалось выяснить, что в пределах одной абсолютной высоты местности связь встречаемости породы с инсоляционной экспозицией склонов выражается уравнением вида: $P = a \cdot A + b$, где P - встречаемость лесобразующей породы, A - возможный годовой приход прямой солнечной радиации на склон, a - коэффициент, b - свободный член уравнения.

Зависимость коэффициента и свободного члена уравнения регрессии от высоты над уровнем моря носит криволинейный характер. Даник этой зависимости на графиках имеют форму плавных кривых параболического типа. Пользуясь такими графиками, можно интерполировать результаты корреляционно-регрессионного анализа для промежуточных высот местности.

Экологическое содержание косвеннодействующих факторов (абсолютной высоты местности и инсоляционной экспозиции скло-

нов) может изменяться в зависимости от обобщающего фона местности. Поэтому результаты изучения их значения в лесообразовании носят региональный характер. Выявленные закономерности должны экстраполироваться только на районы со сходными климатическими характеристиками.

Выяснено, что на встречаемость лесообразующих пород существенно влияют также состав подстилающих почвообразующих пород и каменность поверхности склонов. Так, например, при калачи карбонатных почвообразующих пород средняя заселенность насаждения ель Шренка снижается на 22,2% (данные значимы на 1%-ом уровне), по сравнению с почвами по гранитам. При этом характер установленных различий в средних оценках подтверждается при дифференцированном анализе, выполненном с учетом разнообразия инсоляционной экспозиции участков насаждений. В условиях Северного Тянь-Шаня на карбонатных почвах ель формирует древостой высоких обитетов, но менее обильно, чем на кислых почвах, подстилаемых гранитами.

Обследование еловых лесов Северного Тянь-Шаня позволило установить, что характер заселенности лесообразующими видами учетных площадок размером 16 м² существенно не менялся, если каменность их поверхности не превышала 20%. Когда же камни и скалы занимают более 20% поверхности учетных площадок, их заселенность лесообразующими видами существенно снижается. По результатам выполненных исследований было определено, что величина поправочного коэффициента на степень каменности поверхности склонов равна 0,56. Умножая на этот коэффициент встречаемость лесообразующих пород, вычисленную для лишенных камней участков, можно ориентироваться в том, какой будет встречаемость при наличии каменной поверхности.

Глава завершается обсуждением методических особенностей построения и проверки цифровых и графических региональных моделей заселенности лесных площадей, разработанных автором (Проскуряков, 1970) с учетом результатов рассмотренных выше исследований.

Выводы. В горных районах заселенность площади лесообразующими породами закономерно связана с инсоляционной экспозицией склонов, степенью каменности их поверхности,

карбонатностью почв и абсолютной высотой местности. Эта зависимость тесная, длительно-устойчивая, может моделироваться и прогнозироваться.

2. Заселенность площади лесобразующей породой объективно оценивается показателем ее встречаемости на круговых учетных площадках диаметром равным среднему для густых древостоев расстоянию между взрослыми деревьями в том возрасте, когда замедляются их конкурентные взаимодействия. Для определения встречаемости большинства хвойных пород оптимальны учетные площадки размером 16 м².

Сбор материала для анализа природных закономерностей изменчивости встречаемости лесобразующих пород можно выполнить двумя способами: а) путем закладки учетных площадок на пробных площадях, расположенных на различно ориентированных склонах и в разных высотно-климатических подпоясах; б) путем закладки учетных площадок на горизонтальных ходах, пересекающих большую совокупность насаждений по разным высотно-климатическим подпоясам. Оба способа дают результаты, позволяющие уверенно судить о закономерностях природного варьирования заселенности как участков, так и всей площади насаждений.

Глава 7

РЕГИОНАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ ЗАСЕЛЕННОСТИ ЛЕСНЫХ ПЛОЩАДЕЙ

В данной главе обсуждаются построенные по методике автора региональные эмпирические модели встречаемости лесобразующих пород. Непосредственными работами по построению моделей охвачено около четверти миллиона гектар (220 тыс. га) лесных площадей Рудного Алтая и Северного Тянь-Шаня, которыми были представлены три наиболее крупных лесорастительных района Казахстана. На Алтае — Северо-восточный лесорастительный район среднегорно-высокогорной темнохвойной тайги и Северный низкогорно-среднегорный район пихтовых лесов. На Тянь-Шане — Центральное-Западный лесорастительный район.

Фактической основой для анализа служили собранные с участием автора материалы описания 13595 шт. учетных площадок размером 16 м² на 20-ти горизонтальных ходах общей протяженностью 206 км и на 32-х пробных площадях размером 1 га.

Кроме того, привлечены материалы работавшей по нашей методике группы лесоустроителей Казахского лесоустроительного предприятия, которой было описано 10900 учетных площадок на 109 контрольных таксационных выделах. Используются также данные комиссий, назначенных по заданию Министерства лесного хозяйства и Казахского лесоустроительного предприятия для производственной проверки построенных региональных моделей.

Построенными моделями для Рудного Алтая удалось выяснить основные закономерности изменчивости заселенности насаждений в северо-восточной части Запорожского, южной и восточной части Лениногорского, северо-восточной части Пяктовского, северной части Тургусунского, Зырянского, Черневинского лесхозов, а также западной части Запорожского, Лениногорского, северо-восточной части Черемшанского и Верх-Убинского лесхозов. Модели, построенные для Тянь-Шаня, отражают основные закономерности заселенности площади насаждений Алма-Атинского, Пригородного, Талгарского, Тургенского лесхозов и Алма-Атинского заповедника.

Изученные районы существенно отличаются ландшафтной структурой лесо-лугово-степной зоны, климатом, составом лесообразующих пород, типами представленных лесов. Это дает возможность констатировать в целом достаточно высокую жесткость испытания разработанной научно-методической основы моделирования.

Было построено шесть региональных моделей встречаемости: три для основных лесообразующих пород (пихты сибирской и ели Шренка) и три - для совокупности лесообразующих пород. В качестве примера на рис. 6 представлены: графическая модель встречаемости пихты для Северо-восточного лесорастительного района Рудного Алтая и вспомогательный график для расчета возможного годового прихода прямой солнечной радиации на склоны различного азимута и крутизны. Прогноз возможной заселенности площади какого-либо выдела лесообразующей породой по графической модели осуществляется в следующем порядке.

Вначале определяется возможный годовой приход прямой солнечной радиации на склон, где располагается обследуемый

выдел. Для этого на рис. 6-I нужно восстановить перпендикуляр к оси абсцисс от точки соответствующей азимуту склона до пересечения с линией соответствующей крутизне склона. Затем от точки пересечения опустить перпендикуляр к оси ординат. В месте его пересечения с осью ординат взять отсчет количества приходящей на выдел радиации. Далее, на графике модели встречаемости лесообразующей породы (рис. 6-II) нужно восстановить перпендикуляр к оси абсцисс от точки соответствующей абсолютной высоте местоположения выдела до пересечения с линией соответствующей приходу радиации на обследованную площадь (величина радиации указана в разрывах линий). После этого от точки их пересечения опустить перпендикуляр к оси ординат. В месте его пересечения с осью ординат взять отсчет возможной встречаемости лесообразующей породы. На рис. 6 стрелками показан порядок определения возможной встречаемости пихты сибирской для случая, когда обследуемый выдел расположен на склоне с азимутом 15° , крутизной 10° и абсолютной высотой 1200 м над уровнем моря.

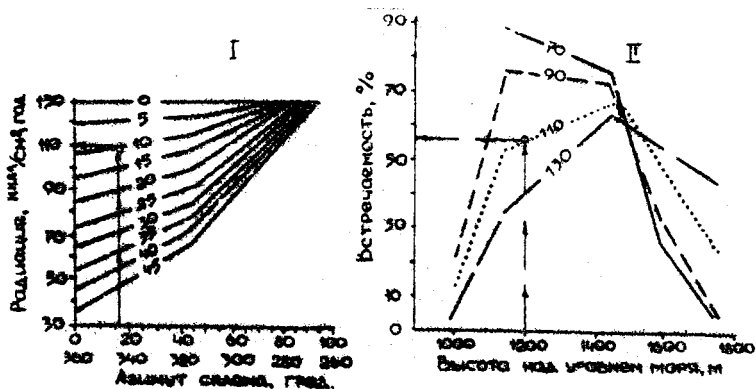


Рис. 6. I - возможный годовой приход прямой солнечной радиации на различно ориентированные склоны (в разрывах линий указана крутизна склона в градусах). II - встречаемость пихты сибирской в зависимости от абсолютной высоты местности и годового прихода прямой солнечной радиации на склон (уровень радиации указан в разрывах линий в $Kcal/cm^2$).

В итоге обсуждения представленных в диссертации региональных графических (и аналитических - в виде уравнений по линонам) моделей заселенности горных склонов удалось констатировать следующее. Применение графических моделей доступно широкому кругу специалистов и не требует сложной вычислительной техники. Целесообразно построение моделей из расчета одна на однотипный лесорастительный район. В пределах графического поля моделей можно уверенно интерполировать возможную встречаемость лесобразующих видов для любых комбинаций учетных факторов среды. Это подтверждается всеми материалами испытания моделей. Так, например, при проверке модели встречаемости пихты по Северо-восточному лесорастительному району Рудного Алтая среднее отклонение прогнозируемой встречаемости от фактической по 16-ти контрольным выделам составило 0,5% (в долях встречаемости). Для того же района отклонение в прогнозе по всей совокупности участвующих лесобразующих пород составило 1,2%. По Северному лесорастительному району пихтовых лесов Рудного Алтая среднее отклонение прогнозируемой встречаемости от фактической для пихты (по результатам обследования 75-ти контрольных выделов) составило 0,08%. Для Центрально-Западного лесорастительного района Тянь-Шаня среднее отклонение прогнозируемой встречаемости ели Шренка от фактически учтенной встречаемости на 16-ти контрольных выделах составило 1,25% долей встречаемости. В том же районе отклонение в прогнозе встречаемости по всей совокупности участвующих пород равнялось 4,5%. Все эти отличия оказались незначительными на 1%-ом уровне. В результате же попарного сравнения (прогноз-контроль по каждому выделу отдельно) оказалось, что около 90% контрольных выделов по величине фактической встречаемости пород отличались от прогнозируемой по модели не более, чем на $\pm 10\%$ долей встречаемости.

Решение задачи построения региональных моделей заселенности лесных площадей позволяет развить основные научно-методические положения Д.В.Воробьева (1966), А.Н.Медведева (1975), В.Н.Смагина, Н.П.Поликарпова, Д.И.Назимовой (1976, 1978) в отношении разработки типологической основы хозяйства в горных лесах. В связи с этим на основе рассмотренных выше

региональных моделей в диссертации предложено строить шкалы естественного обилия лесообразующих видов (рис.7). Слева по оси ординат такой шкалы откладывается высота над уровнем моря. По оси абсцисс - возможный годовой приход прямой солнечной радиации. Для координат центра каждой клетки на шкале указывается величина встречаемости лесообразующих пород в зависимости от состояния косвеннодействующих факторов, а также проводятся изодонии бонитетов основной лесообразующей породы. Полученная шкала может быть дополнена показателями суммы положительных температур воздуха (T) и гидротермическим коэффициентом (W), величины которых откладываются справа шкалы по оси ординат. Указанные на рисунке 7 величины T и W заимствованы нами из работы А.Н.Мелвилева (1975).

Построенная шкала естественного обилия лесообразующих пород позволяет наглядно судить об их экологических ареалах, породном составе лесных сообществ, заселенности лесных площадей, о соотношении доли участия видов в формировании лесных сообществ и продуктивности лесов в зависимости от условий среды их обитания. Наличие всей этой информации существенно облегчает решение задачи разработки региональных классификаций типов леса, их применения и усовершенствования ранее созданных классификаций.

Далее в диссертации обсуждаются вопросы применения региональных моделей встречаемости пород для проектирования лесовосстановительных мероприятий: содействия естественному возобновлению и посадок лесных культур. Отметим, что в горных условиях доля площади, которую лесообразующие породы могут занимать в формируемых ими насаждениях, варьирует в очень широких пределах и в среднем по лесорастительным районам значительно ниже ота процентов. Отсюда проектирование лесовосстановительных мероприятий без учета природного разнообразия норм заселенности площадей породами ведет к систематическому завышению объема работ, неудачам в содействии естественному возобновлению и гибели лесных культур из-за несоответствия места посадки биологическим требованиям лесообразующих пород.

Высота, м	60	75	90	105	120	135	T	W
2500	6E	19E	26E	33E	42E	47E	49	12,5
2400	17E	23E	31E	34E	38E	39E		
2300	27E	31E	35E	33E	39E	32E		
2200	36E	40E	39E	33E	28E	25E		
2100	43E	44E	42E	34E	25E	19E		
2000	47E	48E	48E	31E	22E	14E	68	9,2
1900	51E	48E	42E	29E	19E	8E		
1800	49E; 9Oc.	41E; 6Oc.	32E; 6Oc.	30E; 6Oc.	17E; 6Oc.	6E; 10c.		
1700	47E; 10c.	32E; 24Oc.	15 32E; 24Oc.	25E; 23Oc.	26Oc; 15E	23Oc; 15E		
1600	36E; 32Oc.	36E; 32Oc.	30Oc; 26E	44Oc; 21E	44Oc; 14E	45Oc; 14E	85	6,3
1500	44Oc; 24E; 18E; 10E	47Oc; 18E; 20E.	46Oc; 15E; 20E.	54Oc; 14E; 11E	62Oc; 7E; 18E	69Oc; 1E		
1400	42E; 6E; 20E; 30c.	42E; 18Oc; 7E; 14E	40Oc; 17E; 50E; 2E	40Oc; 17E; 4E; 2E	46Oc; 17E; 7E; 1E	40Oc; 9E; 7E; 1E	96	4,5

60 75 90 105 120 135
 Возмозный головой прикол прямой солнечной радиации, км/ч, см/с, год

Рис. 7 Шкала естественного обилия лесообразующих пород в лесах Центрально-Западного лесорасширительного района.

В связи с этим даны рекомендации, позволяющие устанавливать необходимость, характер и объем лесовосстановительных работ с учетом результатов сравнения фактической и возможной (прогнозируемой по модели) доли площади насаждения занимаемой лесобразующими породами. Согласно результатам выполненной на Тянь-Шане и Алтае производственной проверки годовой экономической эффект от внедрения рекомендаций в лесных хозяйствах Казахстана был определен в размере 326 тысяч рублей.

В ы в о д ы . 1. Опыт построения и производственных испытаний региональных эмпирических моделей встречаемости лесобразующих пород, накопленный на примере горных лесов Алтая и Тянь-Шаня, в широком диапазоне варьирования лесорастительных условий высотной-климатической поясов, в различных лесорастительных районах, для разных лесобразующих пород и формируемых ими типов горных лесов, позволяет констатировать, что региональные модели встречаемости лесобразующих пород объективно отражают длительно-устойчивые закономерности природного разнообразия норм заселенности лесных площадей. По моделям удается уверенно (на 1%-ом уровне значимости) прогнозировать доли площади, которую лесобразующая порода может занять в насаждении.

2. Практическое значение региональных моделей встречаемости лесобразующих пород состоит в том, что они позволяют дифференцированно учитывать природное разнообразие норм заселенности лесных площадей при изучении типов леса, разработке и применении лесотипологических классификаций, оценке успешности естественного возобновления, проектировании лесовосстановительных и других мероприятий, для эффективного выполнения которых нужно знать размеры площади пригодной для лесобразующей породы в насаждении.

ОБЩИЕ ЗАКЛЮЧЕНИЯ

Для изученных и сходных с ними горных регионов совокупностью результатов выполненных по теме диссертации эколого-ценотических исследований представляется новое перспективное направление лесоведения — количественный анализ и моделирование пространственной структуры горных древостоев, что вытекает из следующего.

I. В диссертации впервые дана научная и методическая основа этого направления.

В итоге разработки научной основы выделен новый уровень пространственной дискретности древостоев — уровень элементарных групп деревьев, на котором в отличие от ранее известных уровней (биогруппы, микрогруппировки, ценозычек и др.) группы деревьев в течении возрастного цикла их формирования являются объектами преимущественного изучения и хозяйственного воздействия. Выявлены особенности формирования и значение элементарных групп деревьев, которое состоит в том, что в них сосредоточен процесс естественного отбора на уровне внутривидовых взаимодействий у лесобразующих пород, происходит формирование фенотипов большинства деревьев, они выполняют ведущую роль в регулировании связей между частями древостоя, поддержании постоянства среды и напочвенного покрова леса. Впервые решена задача количественного анализа природной изменчивости численности и размеров биогеоценотических парцелл лесобразующих пород, а также задача моделирования и прогноза норм естественной заселенности насаждений лесобразующими породами. Проанализирован и обобщен опыт решения данных задач в горных темнохвойных лесах.

Как методическая основа для количественного анализа и моделирования пространственной структуры горных древостоев в диссертации представлены разработанные и испытанные автором методы: экспериментального изучения избирательного отношения лесобразующих пород к среде обитания в горах, изучения связи численности особей лесобразующих пород с инсоляционной экспозицией склонов, оценки тесноты связи

между элементарными группами деревьев, изучения закономерностей изменчивости численности и размеров биogeоценотических парцелл лесообразующих пород, исследования заселенности насаждений лесообразующими породами, построения и проверки региональных эмпирических моделей норм заселенности лесных площадей; а также изложенные в диссертации доказательства того, что параметры основной единицы пространственной структуры древостоев — элементарной группы деревьев — тесно скоррелированы, их связь устойчива и может быть выражена количественными показателями, что количество и размеры биogeоценотических парцелл в насаждениях закономерно и тесно связаны с лесорастительными условиями и возрастом древостоев, что нормы заселенности площади насаждений лесообразующими породами могут моделироваться и прогнозироваться.

II. Перспективность представляемого направления для решения основных вопросов теории и практики лесоведения обосновывается следующим.

В научном отношении выводы диссертации о закономерном преобладании группового распределения деревьев в горных насаждениях и выводы об элементарных группах деревьев углубляют наше понятие о лесу как системе, позволяют устанавливать количественные критерии связи между элементарными группами деревьев, определять степень целостности древостоев; объясняют причины внутреннего разнообразия и постоянства среды леса, его почвенного покрова и почвы; дают возможность понять значение и роль элементарных групп для формирования индивидуальных свойств деревьев, внутривидового отбора; раскрывают характер пространственной дифференциации участков древостоев на уровне элементарных групп. Результаты исследований парцеллярной дискретности древостоев объясняют особенности природной изменчивости размеров и численности биogeоценотических парцелл лесообразующих пород в горных лесах. Построенными региональными моделями встречаемости лесообразующих пород выяснен характер разнообразия норм заселенности лесных площадей разных лесорастительных районов.

Результаты диссертации можно использовать при решении широкого круга задач горного лесоводства:

1) разработанные методы определения норм естественной заселенности лесных площадей и построения экологических шкал естественного обилия лесообразующих пород в горных насаждениях, построенные региональные модели встречаемости лесообразующих пород и шкала естественного обилия лесообразующих пород в горных насаждениях

- при построении и применении таблиц хода роста нормальных насаждений и шкал оценки успешности естественного возобновления; для проектирования объемов, характера и мест проведения лесовосстановительных мероприятий; при разработке и применении классификаций типов горных лесов; для определения количества и места закладки пробных площадей, экстраполяции и интерполяции полученных на них результатов исследований; а также в решении других задач, когда нужно знать долю площади насаждений, которую могут занимать лесообразующие породы;

2) представленные в диссертации методика и результаты количественного анализа численности и размеров биогеоценологических парцелл, формирующихся с участием лесообразующих пород,

- при изучении типов горных лесов, построении и применении лесотипологических классификаций, учитывающих роль биогеоценологических парцелл;

3) сформулированные в диссертации положения об элементарных группах деревьев

- для организации преемственных и градиентных наблюдений в лесах (физиологических, фенологических, фитоклиматических, таксационных и пр.); для совершенствования методов таксации (подбора модельных деревьев, анализа хода роста древостоев, их возрастной структуры и т.д.); для повышения эффективности методов рубок ухода и главного пользования, а также в решении всех других задач, когда требуется учитывать характер, значение взаимодействия деревьев в лесах и роль элементарных групп.

Материалы диссертации опубликованы в следующих работах.

Проскуряков М.А. Биология цветения и плодоношения ели тьянь-шанской. - Алма-Ата: Кайнар, 1965. - 126 с.

Проскуряков М.А. К вопросу акклиматизации ели Шренка на южных склонах гор Тянь-Шаня. - Вестник с.-х. науки Казахстана, 1965, №11, с.89-93.

Проскуряков М.А. Стимуляция плодоношения высокогорных насаждений. - Лесное хозяйство, 1966, №1, с.30-31.

Проскуряков М.А. К вопросу об элементарной структуре насаждений. - В кн.: Научно-произв. конф. по вопр. лесн. хозяйства в Казахстане: тез. докл., Алма-Ата, 1967, с.116-119.

Проскуряков М.А. Горизонтальная структура ельников Тянь-Шаня. - В кн.: Итоги изучения лесов Дальнего Востока. Владивосток: АН СССР, 1967, с.82-84.

Проскуряков М.А. Результаты анализа строения и структуры 30-летнего насаждения ели тьянь-шанской. - Вестник с.-х. науки Казахстана, 1968, №6, с. 74-78.

Проскуряков М.А. Некоторые результаты анализа структуры лесного древостоя. - Вестник с.-х. науки Казахстана, 1969, №3, с.59-63.

Проскуряков М.А., Коваленко Е.М. Корневая система ели тьянь-шанской. - В кн.: Животный и растительный мир Алма-Атинского заповедника, Алма-Ата: Кайнар, 1970, с.8-45.

Проскуряков М.А. О некоторых таксационных показателях насаждений ели Шренка. Там же, с. 104-106.

Проскуряков М.А. О значении анализа структуры древостоев при исследованиях еловых лесов Тянь-Шаня. - В кн.: Научно-произв. конф. лесохозяйств. факультета (рефераты докладов), Алма-Ата, Каз.СХИ, 1971, с.34-37.

Проскуряков М.А. Влияние факторов среды на горизонтальную структуру еловых насаждений Северо-восточного Тянь-Шаня. - В кн.: У Всесоюзное совещ. по вопр. изучения и освоения флоры и растит. высокогорий. Тез. докл. Ленинград-Баку: ЭИМ, 1971, с. 156-158.

Проскуряков М.А. Закономерности формирования пространственной структуры древостоя горных еловых лесов Тянь-Шаня. - Лесоведение, 1971, №6, с.3-10.

Проскуряков М.А. К методике изучения распределения солнечной радиации в низкополотных темнохвойных лесах. - В кн.: Биологические ресурсы суши Севера Дальнего Востока, Владивосток: АН СССР, 1971, т.П, с.118-121.

Проскуряков М.А. Размещение деревьев в еловых биогеоценозах Северо-Восточного Тянь-Шаня. - Известия АН Казахской ССР, 1972, №1, с.23-30.

Проскуряков М.А. Особенности формирования травостоя в ельниках Заилийского Алатау. - Лесоведение, 1972, №3, с.60-70.

Проскуряков М.А., Хомулло О.Н. Экспериментальный анализ дифференциации всходов ели Шренка. - В кн.: Животный и растительный мир заповедников Казахстана, Алма-Ата: Кайнар, 1973, т.Ш, с.119-150.

Кыряков В.А., Проскуряков М.А. Влияние выпаса скота на возобновление ельников бассейна реки Ассы. Там же, с.256-266.

Проскуряков М.А. Некоторые итоги исследования строения еловых лесов Алма-Атинского заповедника. Там же, с.113-118.

Проскуряков М.А. Методика анализа размещения елового древостоя по элементам микрорельефа в горах Тянь-Шаня. - Экология, 1973, № 2, с.90-91.

Проскуряков М.А. Принципы эмпирического моделирования возможностей территориального распределения ели в лесах Тянь-Шаня. - Экология, 1974, №3, с.20-28.

Проскуряков М.А. Закономерности формирования биогрупп деревьев в лесах Тянь-Шаня. - В кн.: Тезисы докл. VI Всесоюз. совещ. по вопр. изучения и освоения флоры и растит. высокогорий. Ставрополь: АН СССР, 1974, с.223-224.

Проскуряков М.А. Оценка возобновления ели Шренка. - Лесное хозяйство, 1975, №2, с. 32-34.

Проскуряков М.А. Структура древостоев ели Шренка. - В кн.: Тезисы докл. XII Международного ботанического конгресса, Л.: Наука, Ленингр. отд., 1975, с.202.

Проскуряков М.А. Встречаемость арчи полушаровидной в зависимости от распределения солнечной радиации в лесу. - В кн.: Седьмое Всесоюз. совещ. по вопр. изучения и освоения флоры и растит. высокогорий. Тез. докл., Новосибирск: АН СССР, 1977, с.179-180.

Проскуряков М.А. Методика построения эмпирической модели размещения деревьев в горных лесах. - Известия АН Каз. ССР, сер. биол., 1978, №1, с.17-24.

Проскуряков М.А. Новое в методике оценки возобновления горных лесов. - В кн.: Развитие географии в Казахстане (материалы I Географич. съезда Казахской ССР), Алма-Ата: Наука, 1979, с.61-62.

Зверев М.Д., Проскуряков М.А. Алма-Атинский заповедник. - Алма-Ата: Кайнар, 1979. - 96 с.

Проскуряков М.А. Комплексные исследования в заповедниках. - В кн.: Охрана растительного мира Казахстана (материалы Республ. совещ. по охране и воспроизв. исчезающ. и редк. растений), Алма-Ата: Наука, 1979, с.35-38.

Проскуряков М.А. Региональные модели обилия лесообразующих пород как основа комплексных биогеоценологических исследований в горных лесах. - В кн.: Биологические исследования еловых лесов Прииссыккуля. Фрунзе: Илим, 1979, с.74-77.

Проскуряков М.А. К методике оценки успешности естественного возобновления горных лесов. Там же, с. 78-85.

Проскуряков М.А. Элементарная группа деревьев, ее значение и соотношение с другими единицами пространственной структуры лесов. - Алма-Ата, 1981. - 9 с. - Рукопись представлена редакц. журн. "Вестн. АН Каз ССР". Деп. в ВИНИТИ 6 авг. 1981, №3936-81.

Красноярск, ГИИ. ИИД. з. 30Г. т. 100квз.

15/12.81г.

АД-11507.