

АКАДЕМИЯ НАУК СССР  
УРАЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР  
ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИИ РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ

*На правах рукописи*

**КОМИН Гавриил Егорович**

**ЦИКЛИЧНОСТЬ  
В ДИНАМИКЕ ЛЕСОВ  
ЗАУРАЛЬЯ**

**03.00.16 — экология**

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**  
**диссертации на соискание ученой степени**  
**доктора биологических наук**

**Свердловск, 1978**

АКАДЕМИЯ НАУК СССР  
УРАЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР  
ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИИ РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ

На правах рукописи

КОМИН Гавриил Егорович

ЦИКЛИЧНОСТЬ  
В ДИНАМИКЕ ЛЕСОВ  
ЗАУРАЛЬЯ

03.00.16 – экология

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
доктора биологических наук

Свердловск, 1978

Работа выполнена в лаборатории лесоведения и в лаборатории экологии растений и геоботаники Института экологии растений и животных Уральского научного центра АН СССР.

Официальные оппоненты:

доктор биологических наук, профессор Н.А.Коновалов,  
доктор биологических наук, профессор В.Г.Колищук,  
доктор биологических наук, профессор Г.Б.Горгинский.

Ведущее учреждение - Институт леса и древесины Сибирского отделения АН СССР.

Зашита состоится "16" мая 1978 г. в "14" часов на заседании специализированного совета Д-528 по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора биологических наук при Институте экологии растений и животных УНЦ АН СССР.

Адрес: 620008, г. Свердловск, ул. 8 марта, 202.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Автореферат разослан "5" октября 1978 г.

Ученый секретарь  
специализированного совета,  
доктор биологических наук

*Л.М.Созюмова*

Л.М.Созюмова

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Познание жизненных процессов на популяционном и биогеоценотическом уровнях признается в настоящее время одной из самых актуальных задач экологии (Сукачев, 1964; Тихомиров и Кишинский, 1972; Шварц, 1973; Одум, 1975 и др.). Для теоретического обоснования рационального использования возобновляющихся биологических ресурсов Земли необходимо изучение динамических процессов, происходящих в биосфере, в частности, в ее элементарных рабочих единицах – биогеоценозах.

Изучение хода и направленности развития природных процессов служит научной основой разработки долгосрочных прогнозов, без которых в настоящее время не может обойтись ни одна отрасль планового народного хозяйства.

В "Основных направлениях развития народного хозяйства СССР на 1976–1980 годы", утвержденных XXV съездом КПСС, записано: "Повысить обоснованность прогнозов научно-технического прогресса и социально-экономических процессов, расширить использование этих прогнозов при разработке народнохозяйственных планов" (Материалы XXV съезда КПСС).

По современным представлениям все процессы, происходящие как в Космосе, так и на Земле, характеризуются двумя основными категориями своего развития: направленностью и цикличностью (Зубаков, 1973; Данков, 1975 и др.). Развитие биологических процессов осуществляется под воздействием и контролем космических и планетарных явлений (Сукачев, 1964; Шнитников, 1968; Чижевский, 1976 и др.). В то же время биологические системы (биогеоценозы) являются саморегулирующимися системами, они обладают максимальной устойчивостью и способны поддерживать динамическое равновесие в очень широком диапазоне условий (Яценко-Хмелевский, 1966; Шварц, 1973). Такая стабильность достигается изменением структуры и динамики систем, что и приводит к циклическому характеру их развития.

Направленность в развитии биогеоценозов, в особенности фитоценозов достаточно хорошо изучена геоботаникой – учение о сукцессиях (Морозов, 1931; Александрова, 1964; Сукачев, 1972 и др.). Вопросу цикличности в динамике биогеоценозов до недавнего времени уделялось мало внимания. Несмотря на то, что большинству

классиков отечественной лесоводственной науки (Турский, Морозов, Корш, Яшинов, Н. Нестеров, Тольский, Ткаченко, Погребняк и др.) идея циклического развития леса была не чужда, все же в их трудах она не получила должного освещения.

В последнее время представители различных наук – астрофизики, географии, геологии, биологии, философии и др. – проявляют значительный интерес к цикличности природных процессов, что связано с возможностью использования ее в прогностических целях. Актуальность изучения цикличности природных процессов с особой убедительностью была подчеркнута на Всесоюзных конференциях по ритмике природных явлений (Ленинград, 1971 и 1976 гг.) и на Всесоюзной конференции осадконакопления (Новосибирск, 1975 г.).

Цели и задачи исследования. Цель исследования – изучение цикличности в динамике лесов и использование ее для разработки долгосрочных прогнозов. Теоретическое значение таких исследований состоит в том, что они, в конечном итоге, приведут к созданию общей теории развития лесного биогеоценотического покрова Земли, а для практических целей будут получены выводы, обеспечивающие перспективное планирование лесохозяйственной деятельности на основе долгосрочных прогнозов развития лесных биогеоценозов.

Основные задачи работы заключались в следующем:

- а) выявить пригодность дендрохронологических методов для изучения цикличности в динамике лесных сообществ;
- б) изучить структуру и характер проявления цикличности в лесах на различных стадиях восстановительных и возрастных смен;
- в) оценить роль основных экологических факторов, управляющих цикличностью развития лесов;
- г) установить возможность использования цикличности для долгосрочного прогнозирования развития лесных биогеоценозов.

Объекты и методы исследования. Объектом исследования служили лесные биогеоценозы в основном сосновой и еловой формаций в пределах таежной и степной зон Зауралья, отчасти Урала, и степной зоны Северного Казахстана.

Цикличность в динамике лесных сообществ изучалась с диалектических позиций – исследовались все звенья динамики древостоев в связи о причинами ее определяющими, детально рассматривалась прошная история объектов, подробно анализировалось современное состояние и на этой основе прогнозировалось основное направление

их будущего развития. Исследования проводились в основном с использованием геоботанических и дендрохронологических методов. Х. Фритс (1968) определяет дендрохронологию как науку, занимающуюся систематическим изучением годичных колец древесных растений с целью датирования событий прошлого и оценки климатических изменений.

Годичные кольца деревьев, как носители определенной информации о прошлом этих деревьев, использовались для изучения двух явлений – определения возраста деревьев, слагающих древостой (динамика численности и возрастной состав ценопопуляций) и для установления изменчивости прироста древесных растений в связи с неизменностью условий среды во времени (динамика экологических условий). При изучении цикличности в динамике лесных биогеоценозов их главный компонент – древостой использовался как запоминающая система тех условий, в которых он развивался. Такой метод исследования значительно увеличивает точность информации, извлекаемой непосредственно из изучаемого объекта. При использовании дендрохронологических методов, прошлое развитие древостоя хорошо дешифруется из его современного состояния, поэтому отпадает необходимость восстанавливать события прошлого с помощью качественных аналоговых представлений. Дендрохронологический анализ возраста и прироста деревьев позволил провести изучение цикличности в динамике биогеоценозов на фактическом материале, имеющем во всех случаях достаточно точное количественное выражение. Этим положением и определялся временной отрезок изучения цикличности биогеоценозов в пределах онтоценогенеза слагающих их древостоев, так как за границами последнего точность информации резко понижается.

Научная новизна исследований. Впервые показано, что все звенья развития лесных биогеоценозов носят циклический характер, а в интегральном виде это хорошо проявляется при анализе возрастных смен в древостоях действенных лесов. Теоретически обоснована экологическая сущность циклической динамики лесов, которая заключается в повышении устойчивости ценопопуляций к изменениям природной среды в широких пределах и, в связи с этим, возможности их длительного существования спонтанным путем. Обосновывается идея о полициклическом характере развития лесных биогеоценозов, что связано с одновременным воздействием на лесную растительность климатических колебаний различной продолжительности и силы.

К научной новизне относятся и методические разработки – определение возраста деревьев в заболоченных лесах, выбор модельных деревьев в древостоях и определение возрастной нормы прироста при расчете индексов для составления дендрохронологических рядов.

Практическая ценность работы. Разработана оригинальная классификация типов возрастной структуры древостоея, в которой впервые учтены циклично разновозрастные и ступенчато разновозрастные типы. Составлено 88 дендрохронологических рядов индексов прироста, частично используемых ГГО для изучения прошлого гидротермического режима на территории Зауралья и Северного Казахстана. Разработаны количественный прогноз развития осоково-сфагновых ельников подзоны северной тайги Зауралья и прогнозы прироста сосновых лесов в Зауралье и в Северном Казахстане до 2000 года.

Апробация работы. Основные результаты исследования доложены и обсуждены: на I и II конференциях молодых специалистов лесного производства Урала (Свердловск, 1961, 1962); на Всесоюзной конференции по итогам Международного года спокойного Солнца (Москва, 1967); на отчетной сессии лаборатории лесоведения Института экологии растений и животных УФАН СССР (Свердловск, 1967); на I Всесоюзной конференции "Древесный прирост в лесоустройстве" (Каунас, 1968); на I и II Всесоюзных конференциях по дендрохронологии и дендроклиматологии (Вильнюс, 1968; Каунас, 1971); на Региональной конференции "Леса Урала и хозяйство в них" (Свердловск, 1969); на IV и VI Всесоюзных совещаниях "Астрофизические явления и радиоуглерод" (Вильнюс, 1971; Тбилиси, 1976); на научно-практическом семинаре по экспертизе растительных объектов (Москва, 1972); на УП симпозиуме "Биологические проблемы Севера" (Петрозаводск, 1976) и на заседании Свердловского отделения Всесоюзного ботанического общества (Свердловск, 1976).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 30 научных статей (12 в центральных журналах, 12 в материалах конференций и совещаний и 6 в трудах Института экологии растений и животных УНЦ АН СССР).

Объем и структура диссертации. Общий объем работы составляет 297 страниц, в том числе 26 таблиц (17 страниц), 58 рисунков (58 страниц) и список использованной литературы (40 страниц – 416 наименований, из них 42 на иностранных языках). Диссертация состоит из введения, 7 глав и выводов.

В связи с тем, что при изучении цикличности у разных авторов одни и те же термины иногда не содержат адекватных понятий, для целей нашего исследования считаем удобным принять следующую градацию процессов: 1. Ритмические (закономерные) и 2. Случайные. Ритмические, в свою очередь, подразделяются на а) периодические и б) циклические. У периодических процессов их параметры (период, амплитуда и фаза) являются строго фиксированными и в этом случае развитие осуществляется (с обязательным присутствием направленности) по "точной спирали". Циклические или квазипериодические процессы характеризуются только средними статистическими параметрами (период, амплитуда и фаза изменяются) и их развитие идет по "бракованной спирали", у которой непостоянны радиусы отдельных витков и различные расстояния между витками. Среди природных процессов преобладают циклические, а в биологических явлениях периодические процессы продолжительностью больше года, по-видимому, отсутствуют совсем.

В работе рассматриваются только циклические процессы динамики лесов, поскольку лишь они могут служить источником исходной информации, полезной для долгосрочного прогнозирования. Присутствующие в динамике лесов случайные процессы нами не анализировались, так как они не несут прогностических данных в хронологическом плане.

Завершению настоящей работы способствовали товарищеские дискуссии и деловая помощь многих сотрудников Института экологии растений и животных и других учреждений, за что автор выражает им глубокую благодарность. С особой признательностью автор благодарит Б.П.Колесникова и С.Г.Шиятова за постоянное внимание к работе.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### Глава I. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА.

Цикличность в развитии лесов изучена очень слабо, несмотря на то, что впервые она была отмечена в Германии еще в XIX веке при изучении динамики семеношения, когда искусственное разведение лесов потребовало ежегодных сборов семенного материала. В России широкие исследования динамики семеношения ведутся с начала прошлого столетия, в связи с разработкой методов семенометров. Несколько позже появились более простые и доступные методы исследования семеношения по следам шишек на побегах (Н.Несторов, 1914; Горчаковский, 1947, 1958). Первые сообщения по динамике урожайности

древесных растений сделал А. Тольский (1923), затем появились обобщающие сводки других исследователей (Данилов, 1952; Некрасова, 1960, 1972, 1974; Молчанов, 1967 и др.). В настоящее время цикличность репродукционного процесса лесной растительности признается всеми исследователями этого явления, и связывается она с воздействием факторов внешней среды (солнечная активность, климат), а продолжительность и амплитуда циклов определяются видовой принадлежностью деревьев, экологическими и географическими условиями (Wachter, 1964; Лигачев, 1969; Ростовцев, 1969; Мухамедшин, 1972; Афанасьев, 1973; Некрасова, 1974 и др.).

Представления о цикличности естественного возобновления лесов начали складываться на рубеже XIX и XX столетий. Однако следует заметить, что первые сведения о наличии цикличности в возобновлении и формировании лесов были приведены Н. Г. Мальгиным (1842). Он отметил, что кедровники Урала и Сибири, кажущиеся на первый взгляд абсолютно разновозрастными, на самом деле состоят из трех обособленных возрастных поколений.

Наиболее четко идея цикличности возобновления и формирования древостоев впервые была выражена в работах В. П. Корша (1908), М. Е. Ткаченко (1911) и А. В. Торина (1913) по лесам европейского Севера. В этих работах было показано, что условий, при которых может формироваться абсолютно разновозрастный лес, в природе не существует. Вероятность совпадения благоприятных условий для возобновления появляется только в определенные годы или периоды, что и обуславливает "волны" или "взрывы" возобновления в естественном лесу.

Н. В. Сукачевым и Г. И. Поплавской (1927) было указано на циклический характер возобновления бучин в Крыму. Затем В. Н. Сукачев (1928, 1954, 1964) неоднократно отмечал циклический характер динамики лесов, хотя специально этот вопрос им не разрабатывался. В одной из последних работ (Сукачев, 1964) он связал циклические изменения лесных биогеоценозов с онтогенетическим развитием древостоев. Б. А. Ивашкевичем (1929) были высказаны соображения о цикличности возобновления, изменения сомкнутости материнского полога и прироста древостоев дальневосточных кедровников, которые получили дальнейшее развитие в трудах Б. П. Колесникова (1947, 1956, 1958, 1961, 1966) и его учеников и последователей. Аналогичные взгляды на динамику девственных лесов развиваются и учеными Западной Европы (Leibundgut, 1959; Vánš, 1961; Hren, Krejčí, 1976 и др.).

Циклический характер возобновления и формирования древостоев в лесах европейского Севера отмечает ряд исследователей (Алексеев и Молчанов, 1954; Баранов и Григорьев, 1955; Молчанов и Преображенский, 1957; Анишин, 1968, 1970 и др.), а в дубравах Поволжья А.К.Денисов (1948, 1950, 1954) и М.М.Михайлов (1961).

Сторонники циклической теории развития лесов в подавляющем большинстве (Marshall, 1927; Ткаченко, 1929; Скрябин, 1954, 1965, 1970; Колесников, 1956, 1966; Долуханов, 1958; Смолоногов, 1960; Vines, 1961; Сукачев, 1964; Крылов и Таланцев, 1970; Турманина, 1970 и др.) связывают это явление с воздействием на динамику лесной растительности циклических колебаний климата. А.Обревиль (Aubr<sup>e</sup>ville, 1938); которого П.У.Ричардс (1961) ошибочно считает создателем циклической теории возобновления лесов, выдвинул положение, согласно которого ни одна комбинация видов в лесных сообществах ни во времени, ни в пространстве не находится в состоянии постоянного равновесия со средой.

Однако не все исследователи динамики лесов стоят на позициях ее циклическости. Имеется мнение, что процессы естественного возобновления и формирования возрастной структуры древостоев отличаются плавностью и непрерывностью, это обуславливает существование в естественных лесах абсолютно разновозрастных древостоев (Корчагин, 1929, 1976; Дыллас и Вишпер, 1961; Толмачев, 1954; Юргенсон, 1958; Н.Нестеров, 1960; Солодухин, 1961 и др.). Например А.А.Корчагин (1929, 1976) считал, что девственный лес всегда разновозрастен и неизменен, он живет, сохраняя одну и ту же структуру, и каждый тип леса имеет постоянные как средние, так и максимальные возраст, высоту, прирост и т.д. По мнению Е.И.Юргенсона (1958), такой процесс в девственных лесах вечен и незыблем, а нарушить его может только топор человека, а также огонь или другие, не зависящие от леса, стихийные факторы.

Многие исследователи допускают большое разнообразие процессов естественного возобновления лесов и формирования древостоев с самой разнообразной возрастной структурой (Турский, 1904; Янов, 1926; Орлов, 1927; Воропанов, 1931, 1950 и др.).

Интенсивные исследования закономерностей формирования древостоев, особенно в малоосвоенных районах таежной зоны страны, привели к выявлению большого разнообразия их возрастного строения. Это вызвало необходимость классифицировать древостои по типам возрастной структуры. Одна из первых таких классификаций была предложена М.К.Турским (1904) для лесов, испытавших целенаправленное хозяйственное воздействие. Естественные леса по типам

возрастной структуры древостоев стали классифицировать значительно позже (Синельщиков, 1958; Матвеев-Мотин, 1960; Шанин, Товбис, 1961; Гусев, 1962; Семечкин, 1963 и др.).

В последние годы были проведены достаточно обширные исследования по цикличности в динамике прироста лесов. Большинство работ этого направления выполняется в плане дендрохронологических исследований, когда преследуется цель установить связь колебаний природной среды с динамикой древесного прироста.

С одной из первых работ по цикличности прироста деревьев выступил Ф.Н.Шведов (1892). Основная идея его работы заключалась в том, чтобы по размерам годичных колец проследить существование некоторой закономерности в чередовании сухих и влажных лет. Им было отмечено, что в приросте белой акации, выросшей в Одессе, наблюдается 3- и 9-летняя периодичность. Основатель дендрохронологии А.Э.Дуглас в начале XX столетия предпринял попытку с помощью оценки циклов в динамике прироста деревьев установить циклы солнечных пятен за прошлые годы, полагая наличие связи: солнечные пятна — климат — прирост деревьев. Он установил (Douglass, 1909, 1918, 1928, 1936) для прироста деревьев в полузасушливых районах США большой диапазон циклов (от 2–3 до 120–200 лет), однако по встречаемости и выраженности амплитуд преобладают общеизвестные II-, 22- и 35-летние и некоторые другие циклы.

Работы А.Э.Дугласа по изучению цикличности в динамике прироста деревьев и ее связи с солнечной активностью вызвали большой интерес у специалистов различных областей знаний и несомненно стимулировали исследования по влиянию Солнца на земные процессы. Следует так же отметить классическое дендрохронологическое исследование, выполненное С.Эрландссоном в Швеции (Erlandsson, 1936). Автор уделил много внимания методическим вопросам и выявил в динамике прироста деревьев сосны циклы продолжительностью в 2,75, 5,5, 8,5, II, 23 и 33–35 лет.

В изучение цикличности в динамике прироста лесов внесли весомый вклад исследователи, работающие в области дендрохронологии (Т.Т.Битвинскас, Г.И.Галазий, Г.Б.Гортинокий, В.Г.Колищук, С.И.Костин, Н.В.Ловелиус, А.А.Молчанов, К.Д.Мухамедшин, В.Г.Нестеров, М.И.Розанов, М.П.Скрябин, В.И.Турманина, С.Г.Шиятов, S.Aandstadt, B. Vinš, B. Сорона, G.Siren, H.Turner и др.). Целый ряд исследователей отмечает наличие цикличности в динамике прироста деревьев как в специальных работах, посвященных рассматриваемому вопросу,

так и в работах из смежных разделов (В.Н.Адаменко, А.Н.Афанасьев, В.Г.Больчевцев, Ю.И.Возовик, Е.П.Григорьева, Ц.Даваажамц, О.А.Дроздов, Т.М.Зушинская, Г.Ф.Лунгерсгаузен, Р.А.Кабец, И.И.Кайрайтис, К.В.Краснобаева, И.М.Лукьянова, Е.В.Максимов, И.В.Максимов, Д.С.Малоквасов, С.М.Мятков, Н.С.Нестеров, С.М.Оленин, А.И.Погодина, Л.Г.Полозова, Ю.В.Полюшкин, П.Г.Пугачев, Б.И.Сазонов, Л.В.Суслов, В.И.Таранков, В.В.Фильченко, т. charton, J.Cooper, J.Hagman, H.Miller и др.).

В настоящее время набор циклов, выделенных в динамике прироста деревьев и древостоев, очень велик, но все же по встречаемости заметно преобладание циклов определенной продолжительности. Из коротких циклов в динамике прироста деревьев часто упоминается 2-3-летний. Значительно реже в приросте деревьев обнаруживаются циклы от 3 до 5 лет. Циклы со средними периодами в 5-6 лет отмечаются уже значительно чаще. Относительно редко в динамике прироста деревьев встречается 7-8-летняя цикличность. Несмотря на то, что 9-летний цикл был отмечен в одной из первых работ по изучению цикличности прироста деревьев (Шведов, 1892), в дальнейшем он почти не упоминается. Очень близкие к нему по продолжительности циклы были отмечены А.Э.Дугласом (1928), В.Г.Нестеровым и М.И.Розановым (1974).

Несомненно наиболее часто встречаемым в приросте деревьев является 11-летний цикл, средние периоды которого колеблются в пределах 10-12 лет. Дендрохронологическая литература об 11-летнем цикле весьма обширна и в ней часто обсуждается его зависимость от солнечной активности. Так называемый Халловский – 22-летний цикл у дендрохронологов не менее популярен, чем 11-летний. В динамике прироста деревьев 22-летний цикл часто имеет значительные амплитуды, поэтому многие исследователи относят его к разряду основных (Abbott, 1936; Erlandsson, 1936). Циклы в диапазоне 25-28 лет упоминаются редко. Это связано с тем, что несколько более короткие относят к Халловскому, а более длинные – к Брикнеровому циклам.

Следующим по продолжительности является цикл Брикнера (30-35 лет), который назван именем исследователя, впервые показавшего его наличие в колебаниях климата (Brückner, 1890). В динамике прироста лесов он отмечается довольно часто, однако не получил пока общего признания, как 11-летний и вековой циклы. Некоторые исследователи сомневаются в его существовании (Гельмер, 1948; Хромов, 1956, 1973). Циклы, занимающие промежуточное положение

жение между Брикнеровым и вековым, группируются около 60 лет, но встречаемость их все же незначительна. В динамике прироста древесных растений вековой (80–90 лет) цикл встречается часто, но все же реже, чем наиболее популярные внутривековые (11-, 22- и 30–35-летние) циклы. Это объясняется тем, что многие исследователи, изучавшие цикличность, имели в своем распоряжении короткие ряды прироста деревьев, в которых выделение векового цикла не представлялось возможным. Ряд исследователей выделяет в приросте деревьев циклы по продолжительности больше векового, но работ по сверхвековым циклам буквально единицы. В порядке увеличения длины отмечаются следующие сверхвековые циклы: 140–180, 204, 250–300, 284, 296, 303, 342 и 600 лет. Определение сверхвековых циклов с точностью до одного года, конечно не имеет существенного значения, целесообразнее характеризовать их среднюю длину с округлением до десятков лет.

Многие исследователи отмечают, что динамика прироста деревьев и древостоеев является поликистическим процессом и обычно в отдельных рядах прироста удается обнаружить несколько циклических составляющих различных как по продолжительности, так и по амплитуде. Следовательно и причины, вызывающие цикличность в динамике прироста лесов, могут быть самыми различными – от космических (Сазонов, Логинов, 1968) до фитоценотических (Яковлев, 1975; Джансенитов и др., 1976).

В интегральном виде цикличность в динамике лесов может быть оценена при анализе возрастных смен в девственных лесах, пионером изучения которых является Б.А.Ильинский (1929). Им была предложена схема возрастного развития дальневосточных кедровников, которая в дальнейшем уточнена и дополнена Б.П.Колесниковым (1956). Работа Б.П.Колесникова (1956) послужила толчком к широкому изучению возрастных смен в лесах многих районов нашей страны (Смолоногов, 1956, 1959; Васильев, 1958; Бицин, 1958, 1965; Фалалеев, 1960, 1963, Моисеенко, 1963; Поликарпов и Назимова, 1963; Романов, 1963; Гигаури, 1974; Карташов, 1975; Мишков, 1975 и др.). Аналогичные представления о возрастных сменах в лесах разрабатываются и за рубежом (Leibundgut, 1959; vinn, 1961; Korpel, 1967, 1974 и др.). Большшинство указанных исследователей отмечает циклический характер смены поколений деревьев в лесах незатронутых хозяйственной деятельностью. Но изучены возрастные смены

все же далеко недостаточно. Как справедливо заметил П.Д.Ярошенко (1961), в жизни лесных сообществ возрастные смены играют значительную роль, но их существование очень часто недооценивается.

### Глава II. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА.

#### Методика сбора, обработки и объем полевого материала.

Изучение процессов естественного возобновления и формирования возрастной структуры древостоя проходило в подзоне северной тайги между речьми Лозьры и Пельма в трех типах леса заболоченных и болотных лесов: в ельнике осоково-сфагновом, сосняке багульниково-сфагновом и сосняке кассандрово-сфагновом. В зависимости от происхождения и истории развития все исследованные участки леса были разделены в последствии на три группы: девственные, нарушенные и пирогенные (Комин, 1967).

Анализ естественного возобновления и возрастной структуры древостоя проходился на временных пробных площадях, заложенных во всех указанных типах леса с учетом происхождения древостоя. Пробные площади закладывались двух видов: с учетными деревьями (каждое десятое дерево перечета) и с определением возраста у половины всех деревьев, имевшихся на пробе. Учетные деревья не спиливались, как принято, а выкорчевывались с целью определения истинного возраста по методике автора. Для учета количества и возраста подроста закладывались площадки размером 2x2 м от 7 до 25 штук на пробу. Всего заложено 16 пробных площадей, из них 4 с определением возраста у половины (200-250) деревьев. Для определения возраста выкорчевано 1170 деревьев. Возраст подроста определен у 3667 экземпляров.

Для изучения возрастных смен осоково-сфагновых ельников использованы 4 пробные площади, на которых исследовались возобновительные процессы и формирование возрастной структуры ценопопуляций. Для суждения о динамике состава в связи с возрастом преобладающих поколений деревьев в древостоях использовано 176 таксационных описаний участков.

Цикличность в динамике прироста деревьев и древостоя изучалась на основе материала, собранного за период с 1960 по 1974 годы, в основном на территории Зауралья и, отчасти, Урала, Западной Сибири и Северного Казахстана.

Сбор материала по динамике прироста лесов производился как на (25) пробных площадях, так и при маршрутных исследованиях (46 участков). На пробных площадях обычно брались поперечные опилы у учетных деревьев, а на участках маршрутных исследований у деревьев выковыривались образцы древесины возрастным буравом. В камеральных условиях измерение годичного прироста производилось под микроскопом МБС-2 с точностью до 0,025 мм. Всего прирост по диаметру проанализирован у 913 деревьев с общим количеством годичных колец 95600. На этой основе составлено 88 хронологических рядов прироста (по методике автора). По видовому составу древесных пород ряды распределились следующим образом: по сосне (*Pinus sylvestris*) - 59, лиственнице (*Larix sibirica*) - 10, ели (*Picea obovata*) - 8, кедру (*Pinus sibirica*) - 6, пихте (*Abies sibirica*) - 3, березе (*Betula pubescens*) - 1 и дубу (*Quercus robur*) - 1.

#### Новые методические разработки.

Определение возраста деревьев. Для определения возраста деревьев в заболоченных лесах был разработан метод определения истинного возраста (Комин, 1961, 1964 а и б). Обычно возраст деревьев определяется по количеству годичных слоев на пне, иногда прибавляют несколько лет на рост дерева до высоты пня или делают опил по основанию ствола. При изучении возрастной структуры древостоев на основе возраста деревьев, определенным этим традиционным методом на пне,искажается истинное соотношение возрастов деревьев и возрастных поколений, что неизбежно ведет к неправильным научным выводам и обобщениям, особенно в заболоченных лесах. При научно-исследовательских работах необходимо стремится к определению истинного возраста деревьев. Для этого нами предложена следующая методика. Дерево выкорчевывается и распиливается по высоте пня, а пень раскалывается вдоль по сердцевине. Подсчет слоев на расколотом пне производится в плоокости раскола от гипокотиля дерева наклонно вверх под углом 30-45° к вертикальной оси дерева. Здесь количество годичных слоев равно возрасту дерева. Количество же лет, необходимое на рост дерева до высоты пня, является той ошибкой, о которой определяется возраст, если он принимается равным количеству годичных слоев на срезе пня. Ошибки в определении возраста деревьев сосны, ели и кедра на пне в заболоченных лесах достигают 60 лет, а в среднем колеблются в пределах 10-30 лет.

На размеры ошибок при определении возраста деревьев на срезах пней в заболоченных лесах влияют медленный рост деревьев по высоте, ежегодное нарастание мохового покрова слоеверхности почвы, возраст дерева и высота пня.

Выбор модельных деревьев. При изучении цикличности в динамике лесов большое значение имеетreprезентативность прироста моделей приросту всего древостоя. Для выяснения этого положения проведен анализ прироста всех деревьев на пробной площади, заложенной в 1964 г. на грозыщенности Люлин-Вор в сосняке лишайниковом (Комин, 1970 в и д.). На пробной площади было 212 сосен и 10 лиственниц. Динамика прироста деревьев и древостоя в целом проанализирована в интервале 1870-1963 годов. Для оценки положения деревьев в древостое использовались их ранги по размерам диаметров. Между средними значениями ежегодного прироста древостоя и 200 сосен вычислены коэффициенты корреляции и синхронности за каждый год анализаируемого периода. Оказалось, что оба коэффициента при сопоставлении прироста отдельных деревьев с приростом древостоя увеличиваются с увеличением рангов деревьев. Была проверена точность определения прироста древостоя по 20 модельным деревьям низших, средних и высших рангов, а так же по 20 учетным деревьям, выбранным обычным таксационным методом. Наибольшая точность в определении прироста древостоя достигается при использовании деревьев высших рангов, о чем говорят высокие коэффициенты корреляции и синхронности. Даже по 10 модельным деревьям высших рангов прирост древостоя определяется с той же точностью, что и по 20 учетным деревьям. Поэтому использование деревьев высших рангов в качестве моделей для определения прироста древостоя намного сокращает трудозатраты работ по измерению и обработке ширины годичных колец, не снижая точности получаемых результатов.

Метод расчета индексов прироста. В дендрохронологических исследованиях определенную трудность представляет исключение из хронологических рядов прироста тренда, связанного с возрастом дерева. Используются различные методы исключения возрастного тренда в рядах прироста деревьев (скользящие средние, метод коридоров, расчетные математические кривые и т.д.). Часто вместе с трендом из рядов исключаются и циклы с большими периодами (например, вековые и Брикнеровские).

Нами предложен новый способ расчета возрастного тренда прироста деревьев (Комин, 1970 б). Для совокупности деревьев одной породы, но разного возраста, произраставшей в одинаковых условиях среды (один тип леса), вычисляется средний годичный прирост не по календарным годам, а по возрасту отложения годичных колец каждого дерева. В этом случае усредняются приrostы разных календарных лет, которые у одних деревьев сформировались в благоприятных условиях погоды, а у других в неблагоприятных. Полученные годичные средние значения приростов в зависимости от возраста деревьев наносились на график, а затем выравнивались. Значения выравненной кривой принимается за норму прироста деревьев в зависимости от возраста. Такие кривые соответствуют приросту среднего дерева для соответствующих условий в зависимости от возраста при условном постоянстве среды. Характер кривых будет обусловлен видовой принадлежностью, экотопом и усредненной генетической основой деревьев. Прирост каждого дерева выражается в процентах от вычисленной кривой и относится к конкретному календарному году. Для построения дендрохронологических рядов процентные значения приростов отдельных деревьев усредняются по календарным годам, так образуется ряд индексов прироста, из которого исключен возрастной тренд прироста деревьев.

Предлагаемый метод вычисления индексов прироста деревьев и древостоея прошел апробацию, и в ряде работ (Никалаюк, 1971; Турманина и др., 1972; Комин, 1974) было показано, что его использование в дендрохронологических исследованиях способствует наиболее полному выявлению циклических составляющих в рядах прироста, а также более надежному определению связей динамики прироста деревьев с различными гелиогеофизическими процессами.

#### Методы изучения цикличности в динамике лесов.

Из большого разнообразия методов изучения циклических колебаний природных процессов нами широко использовался метод скользящих средних с последующим арифметическим разложением дендрохронологических рядов на серию циклических составляющих. В первую очередь выявлялись наиболее длительные — вековые циклы. Для этого использовались 30-летние скользящие средние с шагом в 10 лет, а значения скользящей в промежутках шага определялись на графиках. Так ход вековой цикличности получался более плавным. Полученные значения вековой цикличности вычитались из фактического ряда

индексов прироста. Затем разностный ряд сглаживался 15-летней скользящей средней с шагом в 5 лет. При таком сглаживании выявлялись брикнеровские или 22-летние циклы. Значения сглаженной кривой вычитались из разностного ряда, а остаточный ряд снова сглаживался 5-летней скользящей средней с шагом в 2 года. Такое сглаживание выявляло циклы от 7 до 18 лет, но в большинстве случаев близкие к 11 годам. После вычитания этих циклов, остаточный ряд сглаживался 3-летними скользящими с усилением среднего члена вдвое, чтобы не получалось зеркального хода по отношению к несглаженному остаточному ряду. Сглаживание по 3-летиям обычно выявляет циклы продолжительностью 4–6 лет. После вычитания этих циклов в последнем остаточном ряду производился подсчет экстремумов по фактическому их наличию, так вычислялась последняя циклическая составляющая, продолжительность которой колеблется в пределах 2–3 лет.

Используя такой метод вычисления циклическостей, обычно удавалось разложить исследуемые дендрохронологические ряды на пять основных циклических составляющих. Этот метод очень прост и нетрудоемок при расчетах, в то же время с его помощью удается выявить циклические составляющие, обладающие значительными амплитудами. Амплитуды циклов вычислялись по скользящим значениям, а затем восстанавливались до размеров в фактических рядах.

Из методов, относящихся к гармоническому анализу, нами использовались только два – периодоскоп Карузера и периодограмманиз. С помощью периодоскопа проверялись результаты, полученные скользящим осреднением, а периодограмманиз применялся для определения циклов в коротких рядах динамики урожайности древесных растений.

### Глава III. ЦИКЛИЧЕСТВО СЕМЕНОШЕНИЯ, ВОЗОБНОВЛЕНИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ ВОЗРАСТНОЙ СТРУКТУРЫ ДРЕВОСТОЕВ.

Развитие лесных ценозов на определенной территории длится достаточно долго благодаря успешному естественному возобновлению их древостоев. Успешность естественного возобновления древесной растительности зависит от генеративного процесса и факторов среды, обеспечивающих развитие проростков и молодых растений, иущих на смену старших поколений. Изучение возобновления лесов необходимо начинать с познания закономерностей урожайности древесных растений. Циклическость в динамике семеношения и плодоношения древ-

весных пород изучалась на рядах фактических наблюдений за урожайностью (Тимофеев, 1961; Молчанов, 1967; Кирюков и Крыжановский, 1969). Результаты наших исследований приведены в табл. I.

Таблица I.

Цикличность урожайности древесных растений  
по данным периодограмм анализа.

Район	Порода	Период наблюдений, годы	Продолжительность циклов, лет		
			$T_1$	$T_2$	$T_3$
Тимирязевская сельскохозяйственная академия	Лиственница европейская	1938–1958	5,5	3,4	2,8
Архангельская область	лиственница Сукачева	1941–1958	5,0	3,8	—
Брянская область	ель	1928–1954	5,1	3,0	2,6
Архангельская область	ель	1912–1931	—	4,0	2,4
Таллермановское леоничество	сосна	1925–1941	7,3	3,4	2,5
	дуб	1946–1965	7,2	3,0	2,6

Для ряда плодоношения дуба в Шиповом лесу за 1905–1938 гг. получено четыре циклических составляющих со средними периодами в 8,1, 5,9, 4,4 и 2,3 года. Результаты периодограмм анализа показали, что цикличность урожайности древесных растений колеблется в пределах 2–10 лет. Более длительные циклы пока не выявлены, но это не говорит о том, что их нет. В динамике урожайности циклы большей продолжительности установить пока трудно, так как ряды фактических наблюдений обычно очень короткие.

Проведенный анализ возрастной структуры древостоев заболоченных и болотных лесов междууречья Лозьвы и Пальма показал, что в зависимости от типа смен, протекающих в различных ценозах, возрастная структура доминантных ценопопуляций в них очень разнообразна. Это вызвало необходимость классифицировать древостои по типам возрастной структуры. Всего выделено 6 типов возрастной структуры древостоев. Краткая характеристика их такова.

Абсолютно одновозрастные древостои обычно представлены березняками и осинниками порослевого происхождения, а также возникшими семенным путем на гарях и заброшенных пашнях. Их разнение определяется восстановительными сменами. Нашими пробными площадями такие древостои не отражены.

Однородные древостои имеют колебания возрастов деревьев 20–40 лет, что условно равно максимальному периоду восстановления сокрушенных древостоев на непокрытых лесом площадях или хозяйственным классам возраста. Их развитие характеризуется преобладанием восстановительных смен. Такая возрастная структура преобладает у древостоев пирогенных багульниково-сфагновых сосновок.

Условно разновозрастные древостои имеют равномерное или близкое к нормальному распределение числа деревьев по возрасту, но с амплитудой более 20–40 лет. Для них характерен разрыв между возрастом древостоя и подроста. В древостоях не наблюдается заметной градации деревьев на отдельные возрастные поколения. В них протекают в основном восстановительные и реже возрастные смены. Такие древостои характерны для нарушенных багульниково-сфагновых сосновок.

Ступенчато разновозрастные древостои образованы несколькими (не менее двух) обособленными по возрасту поколениями деревьев. В нашем районе их наличие обусловлено периодически повторяющимися лесными пожарами, благодаря которым в рядах распределения деревьев по возрасту образуются разрывы с почти полным отсутствием деревьев определенных возрастов. Восстановительные и возрастные смены протекают в них одновременно с преобладанием тех или других, в зависимости от дарности и силы воздействия пожаров.

Циклически разновозрастные древостои состоят обычно из деревьев почти всех возрастов от одного года до 300 и более лет, но в рядах распределения по возрасту имеется несколько максимумов и минимумов. Места минимума в рядах распределения деревьев по возрасту принимаются за границы возрастных поколений. К этому типу возрастной структуры относятся все древостои девственных осоково-сфагновых ельников и багульниково-сфагновых сосновок. Их развитие характеризуется абсолютным преобладанием возрастных смен.

Абсолютно разновозрастные древостои состоят из деревьев почти всех возрастов от однолетков до самых старых. Распределение количества деревьев по возрасту имеет гиперболический вид. К этому

типу возрастной структуры отнесены древостои девственных кассандрово-сфагновых сосняков. Это было сделано из практических соображений. На самом деле и они имеют циклически разновозрастную структуру, но циклы здесь более короткие – в среднем около II лет, выделение возрастных поколений по которым не имеет практического значения.

Два типа возрастной структуры древостоев – ступенчато и циклически разновозрастные – в подобные классификации введены впервые (Комин, 1963 а). Это привело к тому, что в последующем многие исследователи возрастной структуры подтвердили наличие ступенчато и циклически разновозрастных древостоев в лесах с преобладанием разных лесообразующих пород и во многих районах страны (Семечкин, 1967; Анишин, 1968; Бирюков, 1968, 1970; Мухамедшин, 1968; Шейнгауз, 1969; Бабинцева, 1970; Крылов и Таланцев, 1970; Дыренков, 1971; Корчагин, 1976 и др.).

Возрастная структура древостоев в девственных лесах в значительной степени определяется циклическими колебаниями климата (Комин, 1963 б, 1971, 1974, 1976). Причем ценозы, произрастающие в лучших эдафических условиях, подвержены преобладающему влиянию более длительных климатических циклов, а в худших – более коротких. Так установлено, что в ельниках осоково-сфагновых на возрастную структуру древостоев оказывают преобладающее влияние вековые климатические колебания, в сосняках багульниково-сфагновых – внутривековые (30–40-летние), а в сосняках кассандрово-сфагновых – еще более короткие (II-летние). Однако было бы ошибочно утверждать, что рост и развитие каждого конкретного типа леса зависит только от строго определенных климатических колебаний. Лесная растительность несомненно подвержена влиянию климатических колебаний различной продолжительности и силы, которые, налагаясь друг на друга, оказывают сложное воздействие, не укладывающееся в элементарную схему. Поэтому исследования зависимости лесной растительности от климатических циклов отличаются особой сложностью.

В работе показано, что для возобновления ели под пологом осоково-сфагновых ельников наиболее благоприятными были периоды в 1690–1735, 1765–1815, 1855–1885 и 1915–1940 годах. Неблагоприятные условия наблюдались в 1736–1764, 1816–1854 и 1886–1914 годах. Последний благоприятный для возобновления ельников период (1915–1940 гг.) точно совпадает с эпохой потепления Арктики. Это еще раз подтверждает наличие зависимости динамики осоково-сфагновых ельников от вековых колебаний климата.

Для древостоев действенных багульниково-сфагновых сосняков установлена зависимость естественного возобновления от некоторых элементов климата (Комин, 1966). Коэффициент корреляции между количеством возобновления и осадками равен  $-0,740, II$ . Отрицательный знак коэффициента корреляции объясняется тем, что в заболоченных лесах интенсивность возобновления увеличивается в более сухие годы. Зависимость возобновления от температур воздуха вегетационных периодов оказалась слабой.

В кассандрово-сфагновых сосняках возобновление находится в обратной зависимости от интенсивности солнечной активности (числа Вольфа), что объясняется усилением циркуляции атмосферы и увеличением осадков в годы максимумов солнечной активности в II-летнем цикле. В болотных лесах увеличение осадков повышает урожень почвенно-грунтовых год, а это отрицательно влияет на возобновление и рост древесной растительности.

В районе исследования циклический характер динамики лесов нарушался в прошлом в основном пожарами (Комин, 1967), а сначала эксплуатации лесов (1960 г.) эти нарушения обуславливаются также рубками и другими хозяйственными воздействиями на лес.

#### Глава IV. ЦИКЛИЧНОСТЬ В ДИНАМИКЕ ПРИРОСТА ДЕРЕВЬЕВ И ДРЕВОСТОЕВ

Все полученные дендрохронологические ряды были разложены на циклические составляющие, по методике изложенной в главе II. Выделенные циклическости по своим средним периодам сгруппировались около 80, 31, 23, 16, II, 7-8, 4-5 и 2-3 лет (табл. 2). Встречаемость рассчитывалась как отношение длины рядов, в которых отмечена та или иная циклическость, к общей длине рядов, подвергшихся анализу. Полученные проценты встречаемости циклическостей позволяют полагать, что динамика прироста деревьев и древостоев определяется, в основном, пятью циклическими: вековой, Брикнеровой, II-летней, 4-5 и 2-3-летней.

Вековой цикл достаточно хорошо представлен только в дендрохронологических рядах северотаежной подзоны, как наиболее больших по продолжительности (15 рядов). В других подзонах тайги и в степной зоне количество рядов, где выявлен вековой цикл, колеблется от 2 до 6. Наименьшие амплитуды векового цикла наблюдаются в подзоне южной тайги, где соотношение тепла и влаги находится в оптимуме (Иванов, 1962), поэтому роль ограничивающих рост леса факторов проявляется слабо. На север и на юг от этой подзоны средние ампли-

литуды векового цикла возрастают. Ход векового цикла даже в пределах подзоны оказался несинхронным в отдельных дендрохронологических рядах, что связано в влиянием эдафических условий, а так же со способностью экосистем к определенной саморегуляции. Саморегуляция экосистем особенно проявляется при анализе их динамики за достаточно длительные отрезки времени, соизмеримые с вековым циклом.

Таблица 2  
Краткая характеристика цикличностей, выявленных  
в дендрохронологических рядах.

Цикличности	Средние значения циклов в рядах				Средние значения циклов всех рядов		Встречаемость, %	
	минимальные		максимальные		период, лет	ампли-туда, %		
	период, лет	ампли-туда, %	период, лет	ампли-туда, %				
Вековая	68	14	113	54	80	25	72	
Брикнерова	27	10	37	36	31	22	78	
22-летняя	19	9	25	29	23	20	14	
16-летняя	14	11	18	34	16	21	8	
11-летняя	10	6	13	54	11,4	21	79	
7-8-летняя	7,2	7	8,7	20	7,8	16	13	
4-5-летняя	3,5	4	5,9	33	4,6	14	100	
2-3-летняя	2,4	3	3,0	16	2,7	8	100	

Показана зависимость прироста сосняков из сухих местообитаний от солнечной активности. Сопоставлялись 30-летние скользящие индексов прироста сосняков (2 ряда) и 30-летние скользящие чисел Вольфа. Коэффициенты корреляции прироста и солнечной активности получены равными  $0,88 \pm 0,023$ , а для другого ряда  $0,50 \pm 0,061$ , хотя синхронность хода и во втором случае была высокой. При дальнейшем анализе установлено, что эта связь двухступенчатая и коэффициенты корреляции рассчитывались отдельно для двух периодов 1795-1852 и 1853-1945 гг. Для обоих периодов коэффициенты корреляции получены равными  $0,92 \pm 0,012$ . В период максимума века цикла солнечной активности (1840-1850 гг.) произошло изменение характера связи при той же степени тесноты.

Л.А.Вительс (1962) определил средний 11-летний цикл для чисел Вольфа и вычислил отклонения от него наблюденных значений для всех лет начиная с 1749 года. По мнению автора эти отклонения характеризуют вековой цикл солнечной активности. Результаты расчетов Л.А.Вительса были сопоставлены с индексами прироста тех же рядов. Коэффициенты корреляции и здесь оказались достаточно высокими –  $0,60 \pm 0,054$  и  $0,72 \pm 0,046$ . Эти результаты говорят о том, что вековой цикл в динамике прироста лесов имеет гелиофизическую основу.

Брикнеров цикл. Популярность этого цикла также велика, как и дискуссионность его генезиса и проявления в различных геофизических процессах. Поэтому в работе рассмотрена история его открытия и изучения. Из 69 анализируемых дендрохронологических рядов (ряды короче ста лет в обработку не включались), цикл Брикнера установлен в 49, в 17 рядах выявлены циклы близкие к 22-летнему и в трех рядах не обнаружено ни той ни другой цикличности. Продолжительность выделяемых циклов, по-видимому, еще зависит и от внутренней структуры фитоценозов. В природе нельзя встретить двух участков леса строго одинаковых по истории формирования, характеру роста и развития.

В динамике прироста сосняков цикл Брикнера в каждом конкретном районе проявляется достаточно синхронно во всех условиях увлажнения. Влияние экотопа на сроки наступления фаз повышенного или пониженного прироста сосняков в Брикнеровом цикле очень незначительное. Однако эта синхронность имеет региональный характер. Между рядами индексов прироста из различных зон и подзон тайги синхронность Брикнера цикла не наблюдается. Динамика прироста сосняков в степной зоне была сопоставлена с изменениями уровней озер (по Шнитникову, 1969). Как в Северном Казахстане, так и в степной зоне Зауралья, фазы повышенного прироста сосняков совпадают с высокими уровнями степных озер и, наоборот, фазы пониженного прироста в ходе Брикнерова цикла синхронны с низкими уровнями озер. Значительная синхронность в ходе цикличности для совершенно разных природных процессов (прирост сосновых лесов и динамика уровня озер) говорит о реальности цикла Брикнера, проявляющегося в первую очередь в динамике общей увлажненности территорий, т.е. он имеет скорее геофизическую, чем солнечную природу.

Закономерности изменения амплитут Брикнерова цикла в динамике прироста деревьев тоже, что и у векового цикла. Наименьшая средняя амплитуда (16%) характерна для рядов прироста сосны в южной тайге, а затем она увеличивается при продвижении как к северной тайге (22%), так и к степной зоне Зауралья (28%).

II-летний цикл. Если вопрос о происхождении Брикнерова цикла еще широко дискутируется, то гелиофизическая природа II-летнего цикла ни у кого не вызывает сомнения. Это обусловлено тем, что II-летний цикл хорошо прослеживается в пятнообразующей деятельности Солнца на всем отрезке систематических наблюдений начиная с 1749 года. Поэтому гелиогеофизиками ведутся усиленные поиски аналогичной цикличности в различных природных процессах на Земле и анализируется ее зависимость от солнечной активности.

В изученных нами рядах прироста сосняков Зауралья встречаемость II-летнего цикла оказалась весьма значительной (79%) при средней амплитуде около 20%. II-летний цикл выявлялся при использовании 5-летних скользящих средних. В некоторых рядах выявлены циклы со средними периодами 7-8 и 14-18 лет, но встречаемость их относительно невелика и составляет соответственно 13 и 8%, поэтому подробно они не анализируются.

Установлено, что II-летний цикл в динамике прироста отдельных рядов конкретного района обладает достаточной синхронностью. Дальнейший анализ привел к убеждению, что он синхронен для всего Зауралья от подзоны северной тайги до степной зоны, хотя зональные и подзональные особенности его динамики все же проявляются.

Связь индексов прироста сосны с солнечной активностью достаточно четко проявляется в степных районах. В Северном Казахстане корреляция прироста сосны с солнечной активностью отдельные периоды имеет положительные значения, а в другие - отрицательные. Положительная связь прироста сосны с солнечной активностью наблюдается за период с 7 по 10 II-летние циклы (по юрихской нумерации) и отрицательная с 11 по 17 циклы, начиная с 18 цикла отрицательная связь нарушается и становится снова положительной (Комин, 1969).

В динамике прироста сосны в степном Зауралье II-летняя цикличность выражена достаточно четко, как по продолжительности

отдельных циклов, так и по их амплитудам (Комин, 1972 в).

Синхронность 11-летних циклов дендрохронологических рядов и солнечной активности наблюдается не всегда, имеются периоды, когда она значительно нарушается. Эти нарушения могут быть связаны с вековым циклом, воздействие которого может исказить связь солнечной активности и климатических факторов в 11-летнем, цикле (Эйгенсон, 1963).

Для степного Зауралья, так же как и для Казахского мелкосопочника характерна недостаточная увлажненность (Иванов, 1962). Здесь проходит южная граница ареала сосны и основным лимитирующим фактором ее роста является влага. Наиболее сильное снижение прироста сосны наблюдается в годы засух, большинство которых приходится на фазы спокойного Солнца (Байдал, 1964). Так через климатические колебания солнечная активность определяет, до некоторой степени, динамику прироста сосны степного Зауралья и Северного Казахстана.

4-5-летний цикл. Во всех исследованных нами дендрохронологических рядах обнаружена цикличность со средним периодом 4,6 года. Размах средних значений периодов отдельных рядов достаточно велик – от 3,4 до 5,9 лет (Комин, 1972 б). Причем протяженность рядов, в которых средние периоды циклов превышают 5 лет, составляют всего 18%, поэтому 5-6-летняя цикличность отдельно не рассматривается. Размах амплитуд рассматриваемой цикличности в отдельных дендрохронологических рядах значителен (4-33%). Наименьшие амплитуды так же характерны для подзоны южной тайги и возрастают с продвижением к северу и к югу от нее, достигая максимальных значений в степной зоне Зауралья.

Синхронность хода 4-5-летней цикличности наиболее рельефно выражена только в пределах определенной подзоны или района, но имеется некоторая синхронность между ходом цикличности во всех трех подзонах тайги и в обоих районах степной зоны. Прослеживается зональный характер проявления этой цикличности. Амплитуда циклов обычно уменьшается с увеличением влагообеспеченности место-произрастания лесов. Это еще раз подтверждает мнение С.И.Костина (1965, 1968) о том, что 4-5-летний цикл в динамике прироста лесов связан с повторяемостью засушливых и влажных лет. Для нашего района этот вывод подкрепляется и результатами исследований О.А.Дроздова и А.С.Григорьевой (1971), показавшим, что в Зауралье 4-5-летняя цикличность наблюдается в колебаниях атмосферных осадков.

Говорить о солнечной обусловленности 4–5-летнего цикла в динамике прироста древесной растительности, пока нет достаточных оснований. Имеющиеся в литературе сведения о наличии аналогичной цикличности в солнечной активности весьма ограничены и носят дискуссионный характер.

2–3-летний цикл. В динамике прироста древесных растений нельзя выделить цикличность короче 2–3 лет, потому что так называемый "годичный слой" прироста есть ни что иное как вегетационный прирост, формирование которого в умеренной зоне длится обычно 30–90 дней. Поэтому дендрохронологический анализ прироста деревьев не позволяет выделять циклы короче 2–3 лет.

В проведенных исследованиях 2–3-летний цикл был выявлен во всех дендрохронологических рядах со средними периодами от 2,2 до 3,0 лет. Амплитуды этого цикла в рядах прироста деревьев сосны невелики – для усредненных по подзонам рядов колеблются от 6 до 9%. Внутри подзон при сопоставлении усредненных по условиям увлажнения рядов прироста получены следующие коэффициенты синхронности: в северотаежной – 66–70%, в среднетаежной – 63–74%, в степной зоне Казахстана – 56–60% и в степной зоне Зауралья – 72–79%. Синхронность 2–3-летнего цикла в динамике прироста деревьев между подзонами сильно варьирует. С удалением объектов друг от друга она заметно снижается, что свидетельствует о локальном характере проявления этого цикла.

Высокая синхронность 2–3-летнего цикла между средними рядами прироста по условиям увлажнения местообитаний лесов (особенно в районах с недостаточным увлажнением) говорит о том, что этот цикл, как и предыдущий – 4–5-летний, связан с атмосферными осадками. Очевидно это квазидвухлетний (26-месячный) цикл атмосферной циркуляции и осадков (Воробьева, 1967; Дроздов и Григорьева, 1971; Угрюмов, 1971 и др.), но проявляющийся в динамике прироста древесной растительности с несколько удлиненным периодом, за счет потери части экстремумов, приходящихся на времена года, когда деревья не вегетируют.

Установлено так же, что в дендрохронологических рядах границы более длинных циклов смешаются иногда за счет влияния более коротких циклов, но со значительными амплитудами. Поэтому точность определений средних периодов циклов существенным образом зависит от продолжительности анализируемых рядов.

## Глава У. ЦИКЛИЧНОСТЬ ВОЗРАСТНЫХ СМЕН В ДЕВСТВЕННЫХ ЛЕСАХ

Цикличность возрастных смен в девственных лесах рассматривается на примере заболоченных северотаежных ельников Зауралья (Комин, 1970 г.). Такого рода смены В.Н.Сукачев (1925, 1972) называл онтогенетическими, а В.Н.Васильев (1946) и Б.П.Колесников (1974) онтоценогенетическими.

При изучении возрастных смен обобщенная схема развития осоково-сфагновых ельников тесно увязывалась с возрастной структурой древостоев, последняя, как показано выше, характеризуется цикличностью со средней продолжительностью около 80 лет и определяется аналогичной цикличностью колебаний климата (Комин, 1963 б). Наиболее успешно возобновление этих ельников протекает только в благоприятные фазы векового климатического цикла, когда появляется около 90% деревьев каждого возрастного поколения. То-есть появление и формирование новых возрастных поколений происходит в основном за 40 лет и примерно такое же время возобновление почти отсутствует (неблагоприятная фаза климатического цикла). Поэтому средний период каждой стадии развития конкретного возрастного поколения принят равным 40 годам, а общее количество выделенных стадий равно семи.

Ниже приводится характеристика возрастных стадий развития, которые последовательно проходит в течение онтогенеза каждое поколение деревьев ели в древостоях осоково-сфагновых ельников.

I. (I-40 лет) Стадия возобновления. Прохождение этой стадии характеризуется благоприятной фазой векового климатического цикла. Сомкнутость полога древостоя в начале низкая, а затем увеличивается. К концу стадии молодое поколение ели составляет по количеству около 50% всей ценопопуляции.

II. (41-80 лет) Стадия подроста. Поколение испытывает сильное угнетение материнского полога. Климатические условия неблагоприятные. В поколении резко выражен процесс изреживания. Для большинства деревьев характерна сильная задержка в росте.

III. (81-120 лет) Средневозрастная стадия. Для нее как и для всех других нечетных стадий фаза климатического цикла благоприятна. Заметно усиливается рост деревьев, значительная часть которых выходит во второй ярус. Процесс изреживания выражен слабо.

IV. (121-160 лет) **Стадия приспевания.** Возрастное поколение занимает господствующее положение во втором, а отчасти, и в первом ярусах. Неблагоприятные климатические условия компенсируются выгодным фитоценотическим положением. Изреживание выражено слабо, рост умеренный.

V. (161-200 лет) **Стадия спелости.** Поколение занимает господствующее положение в древостое и определяет его основные таксационные показатели. Изреживание почти отсутствует, рост хороший.

VI. (201-240 лет) **Стадия перестойности.** Климатические условия неблагоприятны. Рост замедляется. Усиливается изреживание, выпадают наиболее крупные, быстроросшие в прошлом, деревья.

VII. (более 240 лет) **Стадия распада.** В силу значительного возраста рост деревьев слабый. Накапливаются ослабленные и загнивающие деревья. Распад постепенно усиливается и к концу стадии достигает кульминации, от поколения остаются только отдельные долгоживущие особи. Эта стадия является последней в онтогенезе отдельных возрастных поколений ели в древостоях осоково-сфагновых ельников.

В связи со сменой климатических faz векового цикла, определяющих характер возрастных смен осоково-сфагновых ельников, общая схема развития древостоев может быть охарактеризована двумя fazами - приспевания и спелости (табл. 3).

Таблица 3.

Общая схема возрастного развития древостоев осоково-сфагновых ельников.

Фазы развития древостоев	Стадии развития возрастных поколений
Спелости	I(1-40 лет), II(81-120 лет), V(161-200 лет) и VII(более 240 лет)
Приспевания	III(41-80 лет), IV(121-160 лет), VI(201-240 лет)

Других faz в развитии древостоев осоково-сфагновых ельников выделить нельзя, в силу их циклического развития. На основе приведенной схемы были составлены эскизы таблиц хода роста циклически разновозрастных ельников. В них дается количественная таксационная характеристика как отдельных стадий развития возраст-

ных поколений, так и фаз развития древостоев в целом (см. табл. 5). Показано также, что таксационная характеристика древостоев как бы повторяется через каждые 80 лет, но это повторение не является абсолютным. Осоково- сфагновые ельники, кроме циклических, подвержены еще направленным изменениям под влиянием болотообразовательного процесса. Прогрессивное заболачивание местообитаний осоково- сфагновых ельников и возрастное развитие древостоев приводят их к смене на сосняки багульниково- сфагновые, стоящие в экологическом ряду типов леса ближе к сфагновым верховым болотам.

## Глава VI. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СУЩНОСТЬ ЦИКЛИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ ЛЕСОВ

Теории, объясняющие циклическую динамику популяций, в экологии (Одум, 1975) подразделяются на четыре группы: 1) метеорологические (климатические), 2) случайных флюктуаций, 3) взаимодействия популяций и 4) взаимодействия трофических уровней. Для лесов А.Б.Жуков и А.И.Бузыкин (1977) выделяют четыре уровня регулирования их продуктивности - климатический, эдафический, биоценотический и физиолого-биохимический. По мнению авторов климатический уровень является главным и он определяет тот верхний предел продуктивности лесов, который может быть достигнут при оптимизации остальных уровней. И другие исследователи (Сукачев, 1964; Колесников, 1966; Скрябин, 1970; Молчанов, 1976 и др.) так же связывают изменения численности и продуктивности популяций древесных видов с колебаниями климата, но признавая ведущую роль климатических факторов в циклическом характере динамики и продуктивности лесов, все же не следуют их абсолютизировать.

Проведенные исследования показывают, что роль климатических факторов как главной причины циклической динамики лесов значитель но меняется в зависимости от структуры древостоев и экологических условий их роста. На конкретных примерах показано, то усиление, то ослабление влияния климатических и фитоценотических факторов на характер динамики лесов при естественной смене пород, при загущенном состоянии древостоев и при взаимном влиянии цено-популяций друг на друга, совместно произрастающих в разновозрастных и смешанных древостоях (Комин, 1973).

Проявление циклической динамики при различного рода онтогенетических (восстановительных и возрастных) сменах в отдельных

звеньях динамики лесных ценозов выражается в различной степени. Так при восстановительных сменах лесов достаточно четко проявляется цикличность в динамике прироста древостоя, но она слабо заметна в изменениях состава и общей численности ценопопуляций древесного яруса. Особенно четко прослеживается связь динамики прироста деревьев с климатическими факторами в одновидовых и одновозрастных древостоях. Поэтому большинство дендрохронологических исследований выполнено на основе анализа прироста деревьев из чистых одновозрастных древостояев, находящихся на различных стадиях восстановительных смен. В этих случаях общий характер цикличности прироста определяется климатическими колебаниями, а эдафические и фитоценотические факторы вносят обычно незначительные частные отклонения в характер процесса.

При возрастных сменах характер влияния климатических и фитоценотических факторов на динамику лесов существенно выдозименяется. Структура ценопопуляций и их численность регулируются, в основном, климатическими факторами, а динамика прироста деревьев в значительной степени определяется фитоценотическими взаимоотношениями разных возрастных поколений деревьев, что было показано на примере возрастных смен осоково-сфагновых ельников.

Изменение климатических условий в вековом цикле в сторону понижения температуры и увеличения осадков значительно уменьшает объем экологической ниши для всей ценопопуляции ели (Семечкин, 1967, 1975), что приводит к резкому сокращению численности и изменению возрастного состава последней. В первую очередь выпадают наиболее старые деревья – фаза спелости древостоя достаточно быстро сменяется фазой приспевания (см. табл. 3 и 5). Ценопопуляция резко омолаживается, усиливается ее адаптивная способность к изменившимся условиям среды. В период более благоприятных климатических условий, эта омоложенная ценопопуляция является более мобильной в способности занять всю расширяющуюся экологическую нишу, что выражается в усилении естественного возобновления (формирование нового возрастного поколения ели) и увеличении продуктивности. Устойчивость и степень благополучия ценопопуляции зависит от скорости приспособления ее к новым условиям среды (Корчагин, 1964), хотя полной адекватности между средой и растительностью не достигается никогда, что и служит основой эволюции всего живого (В. Васильев, 1946).

По мнению Е.Н.Синской (1961), для вида в целом выгодно иметь в сообществе особи с различной реакцией на изменения условий среды, это помогает ценопопуляции поддерживать свое существование в широком диапазоне климатических условий, так как одни особи лучше переносят засуху, а другие – переувлажнение. Такие ценопопуляции, как нам представляется, будут жизненными только в сообществах, образованных видами с непродолжительным периодом жизни особей. Для устойчивости ценопопуляций древесных растений такая генетическая структура будет недостаточной, так как за время жизни одного поколения деревьев (50–400 лет) годы с экстремальными условиями по увлажнению или термическому режиму повторятся несколько раз. В результате вся ценопопуляция может погибнуть – одна часть особей от экстремальных температур, другая – от переувлажнений или засух. Поэтому экологическая приспособляемость особей или, по крайней мере, преобладающего большинства из них той или иной ценопопуляции видов древесных растений должна перекрывать весь диапазон изменчивости условий, который наблюдается в конкретном лесорастительном регионе.

Для районов степи и лесостепи, где наблюдается почти ежегодный дефицит влаги, приспособляемость ценопопуляций должна быть сдвинута в сторону засухоустойчивости. В районах с недостатком тепла (лесотундра и северная тайга), наоборот, более устойчивыми будут те ценопопуляции, в которых преобладают особи способные перенести значительное переувлажнение, а так же низкие зимние и летние температуры. Ценопопуляции, слагающие ценозы в оптимальных условиях гидротермического режима (южная и средняя тайга), обычно не испытывают на себе воздействия крайних значений температур и увлажнения. Поэтому циклическая динамика выражена в них слабее по сравнению с районами экстремальных условий произрастания древесной растительности.

Итак, циклическая динамика лесов более четко выражена в экстремальных условиях их роста, которая способствует наиболее полному использованию ценопопуляциями непрерывно меняющихся объемов экологических ниш. Отсутствие цикличности в динамике фитоценозов обусловило бы использование растительностью экологических ниш только на уровне их минимальных объемов. Циклическая динамика лесных фитоценозов обеспечивает возможность их длительного и устойчивого функционирования в широких пределах изменений природной среды, в этом и заключается ее экологическая сущность.

## Глава УП. ОПЫТ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ ЛЕСОВ

На первых этапах решения этого вопроса был разработан качественный прогноз состояния лесной растительности в Зауралье в связи с циклическими колебаниями климата и солнечной активностью (Комин, 1968 д.). В прогнозе указывалось на возможность сильных засух в степной зоне Зауралья в годы минимумов солнечной активности и давались рекомендации по ослаблению их влияния на леса. Наши предположения полностью подтвердились в годы ближайшего минимума (1974–1975) солнечной активности. Засуха 1974–1975 годов, охватившая большие территории Среднего и Южного Урала и Зауралья, вызвала на значительных площадях гибель лесных культур, отмирание опушек и сильное изреживание древостоев в лесостепной и степной зонах. Позиции лесной растительности, на завоевание которых потребовалось 40–50 лет, были утрачены за два засушливых года. В этом мы убедились во время летней экспедиции 1976 года по районам Южного Урала и Зауралья.

Количественные прогнозы разработаны для радиального прироста древостоев на основе составляющих его цикличностей. Использовались средние периоды циклов, амплитуды и фазы для усредненных по подзонам тайги и районам степи дендрохронологических рядов. Определение фазы того или иного цикла производилось по году последнего минимума. Ввиду асинхронности вековых циклов для северной тайги прогноз прироста сосняков составлен отдельно для сухих и заболоченных местообитаний. Для всех районов прогноз прироста сосняков дается по пятилетиям и в относительных величинах (табл.4). Достоверность годичного прогноза оказалась очень низкой, да и хозяйственное значение его не очень велико.

В Северном Казахстане – одном из крупнейших зерновых районов страны – по данным динамики прироста древесной растительности изучалась повторяемость засух, знание которой имеет огромное значение для поднятия продуктивности сельскохозяйственного производства и производительности лесов. Комплексная характеристика метеоусловий территорий в умеренной зоне хорошо отображается гидротермическим коэффициентом Г.Т. Селянинова (1958), представляющим отношение месячного количества осадков к сумме температур за этот же месяц, уменьшенной в 10 раз. Засухи возникают при ГТК равном 0,5. Между индексами прироста сосны в Северном Казахстане (ряд № 39) и ГТК для района Целинограда с мая по июль связь

выражается коэффициентом корреляции  $0,71 \pm 0,06$ , а при сглаживании коррелируемых величин по трех летиям –  $0,80 \pm 0,04$ . Уравнение регрессии, построенное по несглаженным величинам, имеет вид:

$$ГТК_{у-УП} = 0,005M + 0,25,$$

где М – индексы годичного прироста сосны. Годы засух, установленные по приросту сосны, хорошо согласуются с данными А.С.Утешева (1972) и Т.В.Покровской (1976). По ГТК, рассчитанному по уравнению регрессии, можно считать, что сильные засухи наблюдались в такие годы: 1832–33, 1842–43, 1852, 1870–71, 1893, 1900, 1932, 1936–41 и 1952. На основе анализа цикличности ряда прироста сосны составлен прогноз, а по нему значения ГТК до 2000 года. По прогнозу выходит, что следующие наименее обеспеченные влагой периоды должны наблюдаться в Северном Казахстане с 1986 по 1989 годы и 4–5 лет в самом конце столетия.

Таблица 4.

Прогноз прироста сосновиков по подзонам  
(% от средней многолетней нормы)

Зона (подзона)	Прогнозные периоды (годы)				
	1976–80	1981–85	1986–90	1991–95	1996–2000
Северотаежная сухие условия	106	88	104	103	123
заболоченные условия	54	94	85	112	89
Среднетаежная	91	122	III	115	93
Южнотаежная	85	119	III	109	93
Степная (Зауралье)	135	92	101	53	104
Степная (Казахстан)	95	140	97	101	75

Результаты изучения цикличности в динамике естественного возобновления, формирования, прироста и возрастных смен древостоев позволяют разрабатывать количественные прогнозы развития лесов. Такой прогноз разработан для древостоев северотаежных осоково-саяновых ельников Зауралья до 2010 года (табл. 5). Период от начала изучения этих ельников (1959–1962 гг.) до конца прогнозируемого срока составляет около 50 лет, что несколько

Таблица 5.

Ход роста и прогноз динамики древостояев северотаежных осоково-сфагновых елниковых Зауралья.

Годы	Фаза разви-тия дре-весной стоян	Номер поколения и возраст де-ревьев	Состав по поколени-ям	Высота, м	Диаметр, см	Число деревьев на 1 га	Запас, м <sup>3</sup> /га
1930	Спелости	1(24I-280) 2(16I-200) 3(8I-120) 4(I-40)	7Е2КІС 7Е2КІС+Б 7Е2БІС+К 8Е1СВедК	12,9 8,6 3,5 0,4	16,7 10,0 4,2 -	500 1000 2000 3500	58,0 34,0 8,0 -
1950	Переход от спелости к приспеванию	1(более 260) 2(18I-220) 3(10I-140) 4(2I-60)	7Е2КІС 6Е2КІСБ 7Е2БІС+К 8Е1СВедК	13,5 9,2 5,2 0,8	17,5 10,6 6,3 -	7000	100,0
1970	Приспевания	1(20I-240) 2(12I-160) 3(4I-80)	7Е2КІС+Б 6Е2БІС 7Е2БІСедК	9,8 6,8 1,1	11,1 7,7 -	3300	-
1990	Переход от приспевания к спелости	1(22I-260) 2(14I-180) 3(6I-100) 4(I-20)	7Е2КІС+Б 6Е2БІС 7Е2БІСедК 8Е1СВедК	15,0 9,0 2,1 0,1	15,0 9,0 2,0 -	5300 690 1250 2000	60,0 44,0 30,0 -
2010	Спелости					6480	74,0
						Почтиается характеристика 1930 года	

больше продолжительности одной из стадий развития отдельных возрастных поколений деревьев. Иначе говоря, в прогнозе дается характеристика будущего состояния отдельных возрастных поколений за период полной смены очередных стадий, а для древостоев – за период смены фаз. Для определения количественных показателей динамики осоково-сфагновых ельников был использован составленный эскиз таблиц хода роста. Сделав хронологическую привязку хода роста, – последняя фаза спелости отнесена к 1930 году, – удалось определить основные показатели прогноза динамики древостоев через каждые 20 лет. Фаза приспевания древостоя относится к 1970 году, переход к фазе спелости к 1990 году и фаза опелости к 2010 году.

При увеличении исходных данных о ходе развития рассматриваемых лесов, данные прогноза будут корректироваться, а сроки наступления стадий и фаз и их количественные показатели уточняться, все более приближаясь к фактическому течению процесса.

#### ВЫВОДЫ

Основные выводы, сделанные в диссертации, приводятся здесь в несколько обобщенном и сокращенном виде.

1. Цикличность свойственна всем биологическим системам и ярко проявляется на уровне популяций и биогеоценозов, что не всегда учитывается при анализе их динамики. В частности, с цикличностью жизни леса до сих пор в малой степени считаются лесоведение и практическое лесоводство.

2. Причины цикличности – космического происхождения. В первую очередь, это солнечная активность как энергетическая основа жизни на Земле. Экосистемы (биогеоценозы) и слагающие их элементы являются механизмами для улавливания и трансформации циклического потока энергии Солнца и других космических лучей. Непосредственной причиной цикличности в динамике лесов являются климатические колебания различной продолжительности и силы, которые налагаясь друг на друга, оказывают олажное воздействие и затрудняют, тем самым, анализ динамики и структуры циклов.

3. Циклическая динамика лесных биогеоценозов, как и других биологических систем, содержит в себе большой экологический смысл, она обеспечивает возможность длительного и устойчивого их функционирования в широких пределах изменений природной среды.

4. В работе широко используются дендрохронологические методы, которые достаточно точны и соответствуют задачам познания динамики лесных сообществ. Дендрохронология позволяет получить надежные данные для разработки прогнозов развития лесных экосистем, которые могут быть использованы при изучении многих вопросов жизни леса, в том числе и для производственных нужд лесного хозяйства.

5. Семеношение, естественное возобновление и формирование древостоев в девственных лесах протекают циклически. Ценозы, произрастающие в лучших эдафических условиях, подвержены преобладающему влиянию более длительных климатических циклов, а в худших – более коротких.

6. В динамике прироста лесов Зауралья наиболее часто встречаются циклы со средними периодами в 80, 31, II, 4, 4,6, 2,7 лет. Наибольшей амплитудой обладает вековой цикл, амплитуды последующих циклов постепенно уменьшаются по мере сокращения продолжительности их периодов. Самые низкие амплитуды циклов характерны для прироста древостоев южной тайги, увеличение амплитуд идет как при движении на север, так и на юг от нее. Широтные изменения амплитуд в динамике прироста древостоев связаны с усилением роли ограничивающих рост древесной растительности факторов среды, которыми является тепло на севере и влага на юге.

7. В каждом конкретном районе эдафические условия не оказывают существенного влияния на сроки наступления экстремумов циклов в динамике прироста древостоев, а приводят лишь к некоторому отличию амплитуд, в связи с изменением увлажнения местообитаний.

8. Вековой и II-летний циклы в динамике прироста лесов являются солнечнообусловленными. II-летний цикл прироста сосняков имеет достаточно синхронный ход для всей территории Зауралья. Брикнеров, 4-5- и 2-3-летний циклы синхронны локально и связаны с чередованием сухих и влажных периодов в каждом конкретном лесорастительном регионе.

9. В девственных лесах цикличность особенно четко проявляется в мене возрастных поколений деревьев. Развитие древостоев осоково-сфагновых ельников в онтогенезе характеризуется наличием двух фаз – спелости и приспевания, каждая из которых отражает особое состояние древостоев, соответствующее определенному уровню векового климатического цикла.

**10.** Наличие процессов саморегуляции в развитии лесных сообществ приводит к тому, что реакция древостоев на изменения природных условий в каждом конкретном случае имеет свои индивидуальные особенности, определяющиеся в основном их внутренней структурой.

**11.** Знание причин, определяющих структуру и характер проявления циличности в онтогенезе лесов, позволяет прогнозировать их будущее состояние и изменения природных условий и заблаговременно планировать хозяйствственные мероприятия, имеющие целью усиление или ослабление влияния тех или иных природных факторов до норм, соответствующих требованиям народного хозяйства.

**12.** Дальнейшие исследования по затронутым в работе вопросам мыслится распространить на всю территорию Урала и Зауралья, сосредоточив внимание на следующих направлениях:

а) районирование территории по структуре и характеру циклов в динамике лесов;

б) выявление надежных связей между факторами среды и динамикой древесной растительности;

в) разработка количественных прогнозов развития конкретных лесных сообществ и факторов его определяющих.

Основное содержание диссертации опубликовано  
в следующих работах автора.

**1.** К методике определения точного возраста деревьев в заболоченных насаждениях. - Доклады первой научно-технической конференции молодых специалистов лесного производства Свердловской области по итогам работ 1960 г., Свердловск, 1961, 10-13.

**2.** Возрастная структура и производительность заболоченных лесов междууречья Лозьбы и Пельмы. - Доклады второй научно-технической конференции молодых специалистов лесного производства Урала по итогам работ 1961 г., Свердловск, 1962, 13-17.

**3.** К вопросу о типах возрастной структуры насаждений. - Лесной журнал, 1963 а, № 3, 37-42.

**4.** Влияние циклических колебаний климата на рост и возрастную структуру девственных насаждений заболоченных лесов. - Известия СОАН СССР, 1963 б, 12, серия биологического-медицинских наук, № 3, 16-24.

5. Особенности методики анализа стволов деревьев, произрастающих в заболоченных насаждениях. - Ботанический журнал, 1964 а, том 99, № 8, 1176-1180.

6. Методика определения возраста деревьев в заболоченных лесах. - Записки Свердловского отделения ВБО, Свердловск, 1964 б, вып. 3, 133-140.

7. Возобновление под пологом девственных заболоченных сосновников и элементы климата. - Записки Свердловского отделения ВБО, Свердловск, 1966, вып. 4, 155-158.

8. Влияние пожаров на возрастную структуру и рост северотаежных заболоченных сосновников Зауралья. - Труды Института экологии растений и животных УФАН СССР, Свердловск, 1967, вып. 53, 207-221.

9. Варьирование годичного прироста по диаметру в древостое. - В сб. Вопросы древесного прироста в лесоустройстве, Каунас, 1968 а 112-120.

10. Лесоведение и дендрохронология. - Лесоведение, 1968 б, № 4, 78-86.

11. Динамика прироста деревьев и древостоев и солнечная активность. - Материалы всесоюзного совещания-конференции по вопросам дендрохронологии и дендроклиматологии, Вильнюс, 1968 в, 130-131.

12. О связи прироста сосны с аномалиями 11-летнего цикла солнечной активности. - Материалы отчетной сессии лаборатории лесоведения и лаборатории почвоведения и почвенной микробиологии за 1967 г. (Институт экологии растений и животных УФАН СССР), Свердловск, 1968 г., 15-17.

13. Колебания климата и производительность лесов. - В сб. Леса Урала и хозяйство в них, Свердловск, 1968 д, вып. 2, 49-52.

14. Итоги и задачи дендрохронологических исследований в восточных районах страны. - Материалы всесоюзного совещания-конференции по вопросам дендрохронологии и дендроклиматологии, Вильнюс, 1968, 19-22 (в соавторстве с С.Г.Шиятовым).

15. Динамика прироста сосны в Казахстане в связи с солнечной активностью. - Солнечные данные, 1969, № 8, 113-117.

16. Определение отпада в древостоях дендрохронологическими методами. - Экология, 1970 а, № 2, 104-106.

17. К методике дендроклиматологических исследований. - Труды Института экологии растений и животных УФАН СССР, Свердловск, 1970 б, вып. 67, 234-241.

18. Изменение рангов деревьев по диаметру в древостое. - Труды Института экологии растений и животных УФАН СССР, Свердловск, 1970 в, вып. 67, 252-261.
19. Онтогенез северотаежных заболоченных ельников Зауралья. - Труды Института экологии растений и животных УФАН СССР, Свердловск, 1970 г, вып. 77, 92-116.
20. Оценка прироста древостоев по модельным деревьям для дендрохронологического анализа. - Труды Института экологии растений и животных УФАН СССР, Свердловск, 1970 д, вып. 77, 64-82.
21. Цикличность в динамике прироста деревьев и древостоев сосны таежной зоны Западной Сибири. - Известия СОАН СССР, 1970 в, № 15, серия биологических наук, вып. 3, 36-44.
22. Возрастная структура древостоев и принципы ее типизации. - Лесоведение, 1970, № 2, 24-33 (в соавторстве с И.В.Семечкиным).
23. Вековой цикл в динамике прироста деревьев. - Материалы всесоюзного совещания по проблеме "Вариации содержания радиоуглерода в атмосфере Земли и радиоуглеродное датирование", Вильнюс, 1971, 63-66.
24. Цикличность динамики урожайности плодов и семян древесных растений. - Записки Свердловского отделения ВБО, Свердловск, 1972 а, вып. 6, 82-84.
25. Цикличность в динамике прироста деревьев. - в сб. Проблемы экспертизы растительных объектов, М., 1972 б, 54-64.
26. II-летний цикл в динамике прироста сосны степного Зауралья. Материалы второго всесоюзного совещания по дендрохронологии и дендроклиматологии, Каунас, 1972 в, 89-93.
27. Влияние климатических и фитоценотических факторов на прирост деревьев в древостоях. - Экология, 1973, № I, 74-83.
28. Цикл Брикнера в динамике прироста деревьев. - Лесоведение, 1974, № 2, 21-27.
29. Определение сходства между дендрохронологическими рядами. - Экология, 1974, № 4, 29-34 (в соавторстве с Ю.А.Пьянковым и С.Г.Шиятовым).
30. Цикличность прироста северотаежных сосняков лишайниковых в бассейне р. Казыма. - Биологические проблемы Севера, УП симпозиум, Лесоведение и лесоводство (тезисы докладов), Петрозаводск, 1976, 83-84.



НС 14102 ПОДПИСАНО К ПЕЧАТИ 6/У1-78 г.  
ОБЪЕМ 1 ПЕЧ.Л.

ТИРАЖ 100

ФОРМАТ 60\*84 1/16  
ЗАКАЗ 1771

---

ЦЕХ № 4 ОБЪЕДИНЕНИЯ "ПОЛИГРАФИСТ".  
СВЕРДЛОВСК, ТУРГЕНЕВА, 20