

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
Институт экологии растений и животных

На правах рукописи
УДК 581.522.4:630^X561.24

КУЧЕРОВ
Сергей Евгеньевич

ВЛИЯНИЕ МАССОВЫХ РАЗМНОЖЕНИЙ ЛИСТОГРЫЗУЩИХ НАСЕКОМЫХ
И КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ
НА РАДИАЛЬНЫЙ ПРИРОСТ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

03.00.16 – экология

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Свердловск – 1988

Работа выполнена в Лаборатории лесоведения и дендрохронологии Института экологии растений и животных Уральского отделения АН СССР

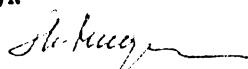
Научный руководитель: доктор биологических наук, старший научный сотрудник
ШИЯТОВ С.Г.

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, старший научный сотрудник
СЕМЕРИКОВ Л.Ф.
кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
ОЛЕНИН С.М.

Ведущая организация - Институт ботаники АН Литовской ССР

Защита состоялась "10" июля 1988 г. в 10 часов на заседании специализированного совета № 002.05.01 по защите доктора наук при Институте ботаники АН СССР по адресу, 202 в библиотеке Института ботаники АН СССР.
____ 1988 г.

доктора наук
НИФОНТОВА М.Г.



ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Изучение структуры и динамики природных экосистем различного уровня организации является одной из основных проблем экологии. Исследования в этом направлении предусматривают как прямые наблюдения, так и использование косвенных признаков, позволяющих изучать динамику экосистем в ретроспективном аспекте (Александрова, 1964).

В настоящем времени, в связи с усилением антропогенной нагрузки на природную среду, актуальной является проблема устойчивости биогеоценозов при воздействии на них трех основных групп факторов: климатических, биотических и антропогенных. Проведение комплексных исследований по этой проблеме предусматривается Координационным планом научно-исследовательских работ на 1986-1990 гг., разработанным Научным советом АН СССР по проблемам биогеоценологии и охраны природы (Шилов, Носова, 1986). Особое внимание следует уделить изучению влияния на природные экосистемы таких катастрофических явлений, как засухи, пожары, сильные зимние морозы и др.

При исследовании лесных экосистем одним из наиболее эффективных биоиндикационных методов является дендрохронологический, позволяющий изучать погодическую динамику прироста древесных растений за большие промежутки времени. Поиск связей между показателями прироста (анатомическими, физическими, химическими) и внешними факторами (климатическими, биотическими, эдафическими, антропогенными) делает возможным проведение реконструкций изменения экологических факторов во времени. Такие реконструкции необходимы для поиска закономерностей в характере изменчивости как самих внешних факторов, так и изменчивости прироста деревьев. В свою очередь, установленные закономерности делают возможным составление экологических прогнозов.

Среди ряда факторов, действующих на лесные экосистемы, особое

значение принадлежит сильнейшему биотическому фактору – объеданию фотосинтетического аппарата деревьев листогрызущими насекомыми. Вспышки массового размножения (БМР) таких насекомых как сибирских шелкопряд (*Denirolianus sibiricus*), шелкопряд-монашенка (*Lymnantria monacha*), непарный шелкопряд (*Lymnantria dispar*) охватывают огромные территории и приводят в ряде случаев к сильному ослаблению и даже гибели целых лесных массивов. К настоящему времени еще слабо разработаны методы, позволяющие отличать действие фактора объедания листьев насекомыми от действия других, и в частности, экстремальных климатических факторов, что делает актуальным исследования в этом направлении.

Цель и задачи исследования. Целью настоящей работы являлось изучение влияния массовых размножений листогрызущих насекомых и климатических факторов на радиальный прирост древесных растений в широколиственных лесах Южного Урала.

Основными задачами исследования были:

1. Установить, какие климатические факторы определяют изменчивость годичного радиального прироста у дуба черешчатого (*Quercus robur*), лиственницы сибирской (*Larix sibirica*) и сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*).

2. Выявить макро- и микроанатомические признаки древесины и разработать подходы, которые бы позволили производить надежную реконструкцию аномальных климатических условий и дат вспышек массового размножения листогрызущих насекомых.

3. На основе использования дендрохронологической информации произвести реконструкцию дат и интенсивности вспышек массового размножения листогрызущих насекомых и погодичной изменчивости некоторых климатических факторов за последние 150 лет

4. Определить повторяемость вспышек массового размножения листогрызущих насекомых и разработать прогноз очередной вспышки мас-

сового размножения непарного шелкопряда в широколиственных лесах юга Башкирии.

Научная новизна исследования

1. Обнаружены достаточно высокие корреляционные связи между летними осадками (май–июль) и индексами прироста лиственницы и сосны, а также между зимними осадками (ноябрь–декабрь) и индексами прироста дуба, что позволяет использовать эти виды древесных растений для проведения дендроклиматических исследований на Южном Урале.

2. Использование комплекса признаков (абсолютные и относительные величины ширины годичных колец и поздней древесины, анатомические особенности строения годичных слоев древесины, форма гистограмм индексов прироста) и статистический анализ показателей прироста у различных по эколого-биологическим свойствам видов древесных растений, произрастающих в различных экотопах и местообитаниях, дает возможность проводить реконструкцию времени и интенсивности действия таких катастрофических факторов, как вспышки массового размножения листогрызущих насекомых, засухи, сильные зимние морозы, поздние весенние заморозки. В работе впервые был применен метод анализа гистограмм индексов прироста для проведения дендрохронологических реконструкций.

3. На основе анализа показателей прироста древесины у дуба, лиственницы и сосны проведена реконструкция вспышек массового размножения листогрызущих насекомых, степени увлажненности летнего периода, сильных, средних и кратковременных засух, сильных зимних морозов и поздних весенних заморозков в широколиственных лесах юга Башкирии за последние 140 лет.

4. Изучена повторяемость вспышек массового размножения листогрызущих насекомых и выявлена связь массовых размножений с засухами и определенными фазами солнечной активности.

Практическая значимость работы

1. Методические подходы, разработанные автором, могут быть использованы для проведения более точных дендроклиматических и дендроэкологических реконструкций в различных районах с использованием других видов древесных растений.

2. На основе изучения повторяемости вспышек массового размножения листогрызущих насекомых и приуроченности их к минимумам солнечной активности дан прогноз очередной вспышки массового размножения непарного шелкопряда на юге Башкирии. Прогноз принят Центральной станцией охраны и защиты леса МЛХ БАССР и будет использован для разработки практических мероприятий по надзору и борьбе с непарным шелкопрядом.

Апробация работы. Результаты исследования были доложены на молодежной научной конференции "Научные основы охраны природы на Урале и проблемы экологического мониторинга" (Свердловск, 1985); на научно-практической конференции "Актуальные проблемы охраны и рационального использования природных и растительных ресурсов" (Уфа, 1987); на Международном рабочем совещании "Дендрохронологические методы в лесоведении и экологическом прогнозировании" (Иркутск, 1987).

Публикации. Основные положения диссертации опубликованы в 5 работах.

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа изложена на 135 стр. машинописного текста и состоит из введения, 6 глав, заключения, списка литературы (202 источников) и 3 приложений.

Диссертация содержит 11 таблиц и 15 рисунков.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава I. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Влияние обеднения листьев насекомыми на радиальный прирост деревьев. Многочисленными исследованиями установлено, что эффект

объедания листьев насекомыми зависит как от объекта нападения (вид и возраст древесного растения, индивидуальное состояние в момент повреждения), так и от характера воздействия со стороны насекомых (степень, время, кратность повреждения). По устойчивости к фактору объедания листьев древесные растения подразделяются на две группы: 1) вечнозеленые хвойные деревья и 2) листвопадные хвойные и лиственные деревья.

Вечнозеленые_хвойные_деревья (роды *Pinus*, *Picea*, *Abies* и др.) очень чувствительны к потере фотосинтезирующего аппарата. Полное обесхвоеение приводит, как правило, к гибели деревьев (Craighead, 1940; O'Neil 1962; Popescu et al., 1962; Wickman, 1978). Выдёргивают полную потерю хвои лишь молодые деревья (Furuno, 1972; Meixner, Wozniak 1983). Для этой группы деревьев характерны следующие особенности: 1) чем старше дерево, тем более чувствительно оно к объеданию хвои; 2) чем меньше возраст хвои, тем большее значение имеет она для жизнедеятельности дерева; 3) чем позднее срок объедания, тем больше потери прироста; 4) восстановление прироста у выживших деревьев продолжается несколько лет, причем у более молодых деревьев процесс восстановления прироста протекает быстрее (Wickman 1978; Sweetnam 1987).

Листопадные_хвойные_и_лиственные_деревья гораздо устойчивее к объеданию листьев насекомыми, чем хвойные вечнозеленые. Это связано с тем, что листвопадные деревья могут восстанавливать листья на следующий год или даже в год объедания. Среди листвопадных видов деревьев особое место занимают представители рода *Larix*. Лиственицы выдерживают двух и даже трехкратное полное объедание хвои (Craighead 1940; Шарий, 1962 и др.). При раннем сроке объедания хвои у листвениц снижается прирост как ранней, так и поздней древесины (Пиндора, 1978; Schweingruber 1979). При позднем сроке объедания снижается прирост только поздней

древесины (Harper, 1913). Восстановление прироста у лиственни-ци идет, как правило, за счет увеличения прироста поздней древе-сины (Ваганов, 1977).

Для листопадных лиственных деревьев (роды *Quercus*, *Ulmus*, *Be-
tula* и др.) характерны следующие особенности: 1) при степени
объедания выше 50%, как правило, образуются вторичные листья,
но это ослабляет деревья и приводит к заметному снижению радиаль-
ного прироста древесины; 2) здоровые деревья выдерживают двухкрат-
ное полное объедание листьев, а угнетенные деревья часто погибают;
3) деревья, растущие в более благоприятных условиях, устойчивее
к объеданию листьев; 4) участки леса, нарушенные антропогенным
воздействием регулярно подвергаются инвазиям листогрызущих насеко-
комых и сильнее страдают от них, чем ненарушенные леса (Найт, Тет-
чер, 1986; Кучеров, 1987). Величина снижения прироста зависит от
времени и интенсивности повреждения (Кедров, 1963; Михайлова, 1972;
Стадницкий, 1978; Хашес и Михлина, 1978; Chalupa, 1979; Амир-
ханов и др., 1981; Белов, 1986 и др.).

Влияние низких зимних температур. Устойчивость древесных рас-
тений к действию низких зимних температур зависит от видовой при-
надлежности дерева (Федорако, 1968; Сергеев, 1974), условий место-
произрастания (Corsini, Paci 1985; Kubis, 1985), индивиду-
ального состояния, фитоценотической обстановки. У широколиствен-
ных видов деревьев в морозные зимы образуются морозобойные трещи-
ны на стволах, усыхают ветви в кроне (Сергеев, 1974). После наибо-
лее суровых зим происходит усыхание значительной части деревьев
(Huber, 1969; Сергеев, 1974 и др.). Низкие зимние температуры
приводят к образованию морозобойных годичных колец с нарушениями
анатомической структуры (Mayr 1893; Lock, 1951; Болычевцев,
1967; Korali, 1979 и др.). В ряде случаев зимние морозы приво-
дят к снижению прироста древесины (Huber 1969).

Влияние поздних весенних заморозков. Подверженность деревьев действию заморозков зависит от вида древесного растения, возраста и, особенно, от времени заморозка. Наибольшие повреждения заморозками происходят в том случае когда заморозок совпадает по времени с образованием молодых побегов и листьев (Положенцев, Ханисламов, 1962; Nichols, 1968; Cannel, 1934 и др.). В результате гибели части побегов и листьев от заморозков происходит снижение прироста древесины в год заморозка (Иванова, 1954; Kienholz, 1933; Wagener, 1949).

Влияние засух на прирост деревьев. Устойчивость древесных растений к засухам зависит для определенного вида дерева от условий местопроизрастания- орографических, эдафических, фитоценотических, гидрологических (Denyer, Riley, 1964; Миронов, 1968; Григоренко, 1972). Снижение прироста происходит в год засухи и в ряде случаев на следующий год (Костин, 1960; Knigge, Schulz, 1961; Тихонов, 1976 и др.). При сильных засухах у части деревьев происходит выпадение годичных колец (Sheperd, 1964).

Проведение реконструкций аномальных климатических и биотических явлений затруднено в связи с тем, что до настоящего времени не разработаны критерии, позволяющие отличать действие различных неблагоприятных экологических факторов на прирост древесных растений.

Глава 2. КРАТКИЙ ОЧЕРК РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ.

Исследования проводились на Южном Урале на стыке района широколиственных лесов юго-западной части Зилаирского плато и района лиственнично-сосновых с вкраплениями широколиственных лесов центральной части Зилаирского плато (Горчаковский, 1972).

Поверхность плато, благодаря богатой гидрографической сети, рассечена на сложную систему водоразделов, то имеющих характер плоских сыртов, то размытых на более низкие кряжевидные гряды и хребтики (Крашенинников, 1954). Абсолютная высота сыртов равна 400–600 м.

Климат района континентальный. Средняя годовая температура равна +1,1°C; средняя сумма осадков за год – 550 мм. Зима длится пять

месяцев с ноября по март включительно. В наиболее суровые зимы температура воздуха опускается до -40 – 50°C . Весна характеризуется частыми поздними заморозками. Лето короткое, теплое. Средняя температура самого теплого месяца (июля) равна $17,7^{\circ}\text{C}$. Благодаря близости к засушливым степным районам Оренбуржья и Казахстана нередки случаи летних засух.

Доминируют серые лесные почвы, на наиболее возвышенных частях сыртов – грубоскелетные маломощные почвы.

Большую часть территории занимают широколистственные леса с преобладанием дуба черешчатого, березы бородавчатой и липы мелколистной. На оステненных участках сыртов произрастает лиственница сибирская и сосна обыкновенная. Возраст отдельных лиственниц достигает 600 лет.

Глава 3. ОБЪЕКТЫ, МЕТОДИКА И ОБЪЕМ ВЫПОЛНЕННЫХ РАБОТ

Объекты исследований – сомкнутые дубняки и оステненные лиственнично-сосновые редколесья, расположенные на вершинах сыртов Зилаирского плато. Исследования проводились на трех пробных площадях: №1 – в оряжово-разнотравно-злаковом дубняке, в котором в 1985 г. произошла ВМР непарного шелкопряда; №2 – в неподвергвшемся в 1985 г. объеданию шелкопрядом тростниковоидно-вейниково-разнотравном дубняке, отстоящим от первого дубняка на расстоянии в 10 км (контроль); №3 – на оステненном участке, с одиночно стоящими лиственницами и соснами, вблизи от пробной площади №1. На пробной площади №3 было выделено три группы деревьев: 1) сосны, не повреждаемые непарным шелкопрядом; 2) лиственницы, растущие в непосредственной близости от пробы №1, у которых в 1985 г. хвоя была объедена шелкопрядом на 80–100%; 3) лиственницы, удаленные от пробы №1, не подвергшиеся объеданию непарным шелкопрядом в 1985 г.

Для дендрохронологического анализа у 290 наиболее развитых деревьев дуба, сосны и лиственницы по двум радиусам на высоте от 0,4 до 1,3 м. от уровня земли в 1985 и 1986 гг. были взяты буровые

образцы стволовой древесины. Всего было произведено около 110 тысяч измерений ширины годичного кольца (ШГК) и ширины поздней древесины (ШПД) с точностью 0,025 (иногда 0,015) мм. Параллельно с измерениями приростов отмечались такие особенности в анатомическом строении годичных колец, как полосы уплотнения (ложные кольца), состоящие из более толстостенных и более темноокрашенных клеток, деформированные клетки в ранней древесине (морозобойные кольца), аномальные размеры сосудов в ранней древесине, слабо лигнифицированные тонкостенные трахеиды у сосны и лиственницы.

Вычисление индексов прироста проводилось по методу коридора (Шиятов, 1972), причем для исключения фитоценотических факторов верхняя и нижняя границы коридора проводились волнообразно и коридор мог иметь "перетяжки". Стандартизированные дендрохронологические ряды отдельных деревьев объединялись в обобщенные ряды. Для каждой совокупности деревьев составлялось по два обобщенных ряда - ряд индексов ШГК (I_{Γ}) и ряд индексов ШПД (I_{Π}). Всего было получено 10 обобщенных рядов (табл. I).

Таблица I
Характеристика обобщенных рядов (T- длительность
ряда в годах, K_q - коэффициент чувствительности).

Вид древесного растения	Дуб				Лиственница				Сосна	
	I		2		3		7		8	9
# рядка	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Степень повреждения листьев в 1985 г.	80-100%		0-5%		80-100%		0%		0%	
Индекс	I_{Γ}	I_{Π}								
T, лет	237	237	213	213	196	196	234	234	199	199
K_q	0,56	0,59	0,58	0,61	0,40	0,53	0,52	0,56	0,48	0,57
К-во деревьев	53	53	61	61	57	57	21	21	40	40

С целью выявления реакции радиального прироста деревьев на действие внешних факторов (климатических и обеднения листьев насекомыми) для каждого календарного года в обобщенных рядах анализировались средние значения индексов прироста, форма гистограммы индексов прироста (Мазепа, 1982), анатомические особенности годичных колец, а также коэффициент чувствительности (Douglass, 1936). Для выявления связи с климатическими факторами вычислялись также коэффициенты корреляции индексов прироста с суммой месячных осадков (начиная с октября предшествующего и кончая сентябрем текущего года), с средними месячными температурами воздуха вегетационного периода (май–сентябрь), с гидротермическим коэффициентом (ГТК) за май–август (Селянинов, 1958). Данные по осадкам и температуре воздуха за период с 1936 по 1986 гг. были взяты по ст. Зилаир, находящейся на расстоянии 20 км к юго–востоку от объектов исследования. Для сравнения характера погодичной изменчивости индексов прироста у анализируемых рядов использовался коэффициент синхронности (Eckstein, Bauch, 1969). Шкала уровней синхронности между рядами была взята по С.Г.Шиятову (1986).

В работе впервые в дендрохронологических исследованиях был применен метод параллельного сравнительного анализа формы гистограммы индексов прироста для каждого календарного года у разных видов деревьев, произрастающих на различных участках и типах условий местообитания.

Глава 4. ВЛИЯНИЕ ВМР ЛИСТОГРУЗУЩИХ НАСЕКОМЫХ И КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА РАДИАЛЬНЫЙ ПРИРОСТ ДЕРЕВЬЕВ.

4.1. Анализ обобщенных дендрохронологических рядов.

Наибольшие значения коэффициента чувствительности имеют ряды по дубу (табл. I), что, видимо, связано с тем, что в исследуемом районе дуб черешчатый произрастает на восточной климатической границе ареала.

Высокая синхронность обнаружена между рядами по лиственнице (5-7,6-8); средняя синхронность - между рядами по дубу (I-3,2-4) и рядами I_L по сосне и лиственнице (8-10); низкая синхронность - между рядами по дубу и сосне (I-9,2-10), рядами по дубу и лиственнице (I-5,2-6), а также рядами I_T по лиственнице и сосне (7-9) (табл.2). Средние по величине значения коэффициента синхронности между рядами по дубу (I-3,2-4) обусловлены тем, что на пробах I и 2 ВМР листогрызущих насекомых часто не совпадали по времени (см. гл.5). Поэтому степень асинхронности рядов по дубу, произрастающего в одинаковых местообитаниях, может служить мерой неодновременности и интенсивности ВМР листогрызущих насекомых.

Таблица 2

Коэффициенты синхронности (K_C) и коэффициенты корреляции (r) между обобщенными дендрохронологическими рядами.

Виды деревьев	Дуб-дуб		листвен.-листвен.		листвен.-сосна		листвен.-дуб		сосна-дуб	
	I-3	2-4	5-7	6-8	7-9	8-10	I-5	2-6	I-9	2-10
№ сравниваемых рядов										
K_C , %	77	78	88	88	66	77	66	67	63	58
r	0,62	0,62	0,87	0,88	0,60	0,70	0,23	0,38	0,27	0,29

Коэффициент корреляции имеет наиболее высокие значения между рядами по лиственнице (5-7,6-8). Коэффициенты корреляции между рядами по дубу (I-3,2-4) и рядами по лиственнице и сосне (7-9,8-10) несколько меньше, но также значительны. Низкие значения коэффициента корреляции получены между рядами по дубу и сосне (I-9,2-10) и рядами по дубу и лиственнице (I-5,2-6).

Таким образом, прирост лиственницы и сосны реагирует на изменчивость одних и тех же климатических факторов, а дуб - на действие других климатических факторов.

4.2. Связь прироста с осадками.

Дуб черешчатый. Обнаружена значительная корреляция индексов прироста с зимними осадками и осадками июня. Коэффициенты корреляции индексов прироста рядов I и 2 с осадками ноября равны 0,30 и 0,35; с осадками декабря- 0,35 и 0,43; с суммой осадков за ноябрь-декабрь- 0,44 и 0,40; с осадками июня- 0,33 и 0,43.

Лиственница сибирская. Значительная положительная корреляция индексов прироста обнаружена с летними осадками (май-июль). Коэффициенты корреляции индексов прироста рядов 7 и 8 с осадками мая равны 0,32 и 0,38; с осадками июня- 0,36 и 0,59; с осадками июля- 0,32 и 0,40; с суммой осадков за май-июль- 0,48 и 0,54.

Сосна обыкновенная. Также, как и у рядов по лиственнице, значительная корреляция индексов прироста обнаружена с летними осадками. Коэффициенты корреляции индексов прироста рядов 9 и 10 с осадками мая равны 0,23 и 0,38; с осадками июня- 0,50 и 0,45; с осадками июля- 0,33 и 0,58; с суммой осадков за май-июль- 0,53 и 0,67.

Таким образом, прирост дуба, с одной стороны, и прирост лиственницы и сосны, с другой стороны, реагируют на осадки, выпадающие в различные сезоны года. Именно по этой причине наблюдается низкая синхронность между рядами по дубу и лиственнице и рядами по дубу и сосне (табл.2).

4.3. Связь прироста с температурой воздуха.

Дуб черешчатый. Связь индексов прироста с средней суточной температурой воздуха летних месяцев отрицательная. Коэффициенты корреляции для рядов I и 2 с температурой июня равны -0,33 и -0,46.

Лиственница сибирская. Обнаружена отрицательная корреляция индексов прироста с средними месячными температурами воздуха всех летних месяцев. Коэффициенты корреляции индексов прироста рядов 7 и 8 с температурой мая равны -0,33 и -0,39; с температурой июня- -0,58 и -0,68; с температурой июля- -0,25 и -0,31.

Сосна обыкновенная. Связь индексов прироста с температурой воздуха летних месяцев аналогична связям, полученным для рядов по лиственнице. Коэффициенты корреляции индексов прироста с средними месячными температурами воздуха для рядов 9 и 10 равны: в мае- -0,34 и -0,46; в июне- -0,59 и -0,49; в июле- -0,10 и -0,31.

4.4. Связь прироста с гидротермическим коэффициентом.

Для рядов по лиственнице коэффициенты корреляции с ГТК равны: в мае- 0,30 и 0,36; в июне- 0,40 и 0,64; в июле- 0,33 и 0,40. Для рядов по сосне (9-10) коэффициенты корреляции равны: в мае- 0,25 и 0,36; в июне- 0,52 и 0,48; в июле- 0,29 и 0,59. Как видно, значения коэффициента корреляции индексов прироста с ГТК в летние месяцы у сосны и лиственницы практически равны по величине соответствующим значениям коэффициента корреляции индексов прироста с летними осадками. Это указывает на то, что температура воздуха не является лимитирующим фактором для радиального прироста в исследуемом районе.

4.5. Влияние на прирост засух.

По данным метеостанции Зилаир в районе исследований с 1936 по 1986 гг. произошло 4 сильных (1955, 1957, 1975, 1977 гг.) и 7 средних (1936, 1939, 1943, 1949, 1965, 1972, 1984 гг.) засух. При анализе влияния засух на прирост дуба исключались те годы, в которые происходили ВИР листогрызущих насекомых (год самой ВИР и год, непосредственно следующий за ней).

Таблица 3

Значения индексов прироста (в %) в годы засух.

Вид дерева	дуб		лиственница		сосна	
	И _Г	И _П	И _Г	И _П	И _Г	И _П
Сильные засухи	81 ^{±2}	69 ^{±6}	42 ^{±9}	35 ^{±6}	27 ^{±4}	39 ^{±6}
Средние засухи	117 ^{±9}	112 ^{±13}	82 ^{±12}	69 ^{±10}	74 ^{±9}	68 ^{±10}

Дуб черешчатый. В годы сильных засух значения индексов при-

роста несколько ниже среднего, но незначительно, причем в большей степени снижается ШПД (табл.3). В годы средних засух снижение прироста у дуба не происходит. Гистограммы индексов прироста имеют нормальный вид (рис. I).

Лиственница сибирская. В годы сильных засух формируются очень узкие годичные кольца. Значения индексов прироста значительно ниже среднего (табл.3). При этом в зоне поздней древесины (ПД) образуются тонкостенные трахеиды. Гистограммы индексов прироста сильно сдвинуты влево и в ряде случаев (например в 1975 г.) имеют усеченную левую ветвь (рис. I). В годы средних засух у лиственницы происходит некоторое снижение ШПД. Средние засухи, характеризующиеся, как правило, непродолжительными засушливыми периодами, приводят к образованию в зоне ПД полос уплотнения (ложных колец), состоящих из более толстостенных темноокрашенных трахеид. Такие полосы уплотнения являются диагностическим признаком непродолжительных засушливых периодов в течение лета.

Сосна обыкновенная. В годы сильных засух формируются еще более узкие годичные кольца, чем у лиственницы. Значения I_{Π} у рядов по сосне близки по величине значениям I_{Π} у рядов по лиственнице, а значения I_{Γ} в годы сильных засух у рядов по сосне заметно ниже, чем у рядов по лиственнице (табл.3). В зоне ПД при сильных засухах образуются тонкостенные слабо лигнифицированные трахеиды. Гистограммы индексов прироста у сосны имеют еще большее усечение левых ветвей, чем у лиственницы (рис. I). На средние засухи реакция прироста сосны аналогична реакции прироста лиственницы: наблюдается некоторое снижение ШПД и наличие полос уплотнения в зоне ПД. Как у лиственницы, так и у сосны при сильных засухах происходит снижение ШК на следующий год (эффект последействия).

4.6. Влияние на прирост сильных зимних морозов.

Лиственница и сосна являются морозоустойчивыми видами деревьев

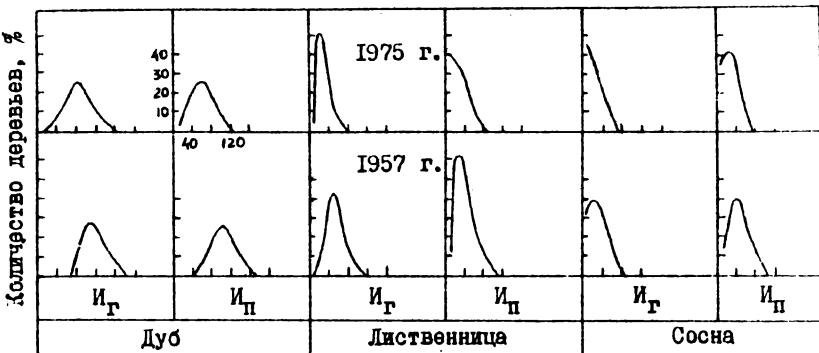


Рис.1. Гистограммы И_Г и И_П в годы сильных засух.

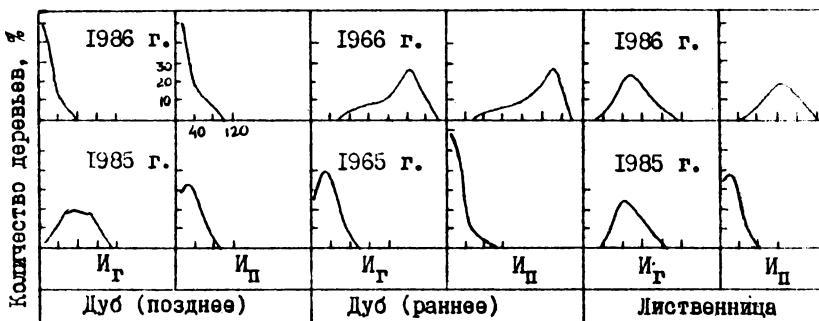


Рис.2. Гистограммы И_Г и И_П в случае позднего (1985 г.) и раннего (1965 г.) объеданий листьев дуба и объеданий хвои лиственницы (1985 г.).

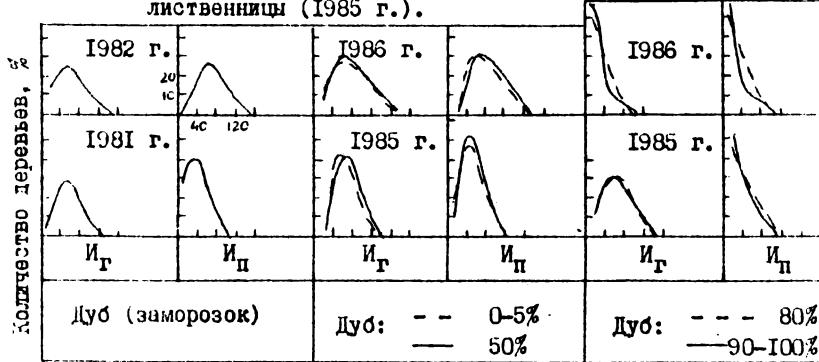


Рис.3. Гистограммы И_Г и И_П в случае позднего весеннего заморозка (1981 г.) и при различной степени объедания (1985 г.).

и повреждаются морозами лишь в ювенильном возрасте (Сергеев, 1974). Дуб черешчатый, напротив, сильно страдает от морозов. Так, после суровых зим 1968–1969 гг. и 1978–1979 гг. в Башкирии усохло много деревьев дуба. Нами изучался радиальный прирост лишь у живых деревьев. Оказалось, что у таких деревьев после морозных зим не произошло снижения прироста. В 1969 г. значения I_p и I_n (ряды I и 2) составили III и 113%, а в 1979 г. 160 и 181%. Сильные зимние морозы оставляют "метки" в анатомической структуре годичных слоев, в виде деформированных клеток в зоне ранней древесины (морозобойные кольца). Такие деформации связаны с повреждением камбия при действии очень низких температур и не наблюдаются в другие (неморозные) годы. Наличие деформированных клеток в годичных слоях древесины дуба является диагностическим признаком воздействия низких зимних температур и использовалось нами для реконструкции дат суровых зим.

4.7. Влияние на прирост поздних весенних заморозков.

Поздние весенние заморозки приводят к гибели части молодых побегов и листьев дуба. После заморозка 1981 года (-8°C , 17 мая) у дуба образовались узкие годичные кольца и особенно узкая зона ПД. Значения I_p и I_n для рядов I и 2 составили в этом году 65 и 33%. Аналогичная картина наблюдалась после заморозка 1983 года. На следующий после заморозка год образуется либо несколько пониженный прирост (как в 1982 г.), либо нормальный прирост (как в 1984 г.). Незначительное последействие от заморозка или его отсутствие связано с тем, что летом того же года образуются вторичные листья, которые восстанавливают запас пластических веществ у деревьев. Гистограммы I_n в годы заморозков имеют усеченные левые ветви (рис.3). Анатомическим признаком влияния заморозка на прирост является наличие полосы уплотнения в начале зоны ПД, образование которой связано с временным прекращением процесса фотосинтеза у деревьев с сильной степенью повреждения листьев.

4.8. Влияние обедания листьев на прирост дуба.

Реакция прироста дуба на фактор обедания листьев насекомыми зависит от времени повреждения листьев.

При позднем сроке обедания листьев, приходящимся на вторую половину июня- начало июля (как было в 1953 и 1985 гг.), вторичного распускания листьев летом не происходит. Из-за сильного истощения запаса пластических веществ, прирост деревьев дуба на следующий год незначителен. Диагностическими признаками позднего обедания являются: 1) минимальная ШПД в год обедания, 2) минимальные ШПД и ШК на следующий год (последействие), 3) гистограмма I_{II} в год обедания и гистограммы I_T и I_{II} на следующий год имеют сильно усеченные левые ветви (рис.2).

При раннем сроке обедания листьев (конец мая- первая половина июня) у дуба происходит вторичное распускание листьев летом того же года, в результате чего на следующий год образуется либо незначительно сниженный, либо нормальный прирост (как в 1966 г.). Диагностическими признаками раннего обедания листьев являются: 1) минимальные ШПД и ШК в год обедания, 2) наличие у части деревьев полос уплотнения в зоне ПД, возникновение которых связано с временной простоянкой фотосинтеза (как и в случае позднего весеннего заморозка), 3) гистограммы I_{II} и I_T в год обедания имеют сильно усеченные левые ветви (рис.2), 4) эффект последействия на следующий год слабый или отсутствует (в отличие от случая позднего обедания) (рис.2).

При анализе влияния степени обедания листьев оказалось, что потеря до 50% листовой поверхности не приводит к снижению прироста ни в год обедания, ни на следующий год (рис.3). Но при степени обедания 80 и, особенно, 90–100%, в год обедания образуется очень узкая зона ПД, а на следующий год очень узкие ШК и ШПД. Гистограмма I_{II} в год обедания и гистограммы I_{II} и I_T на следующий год после обедания 80–100% листовой поверхности имеют полностью усеченные

левые ветви (рис.3).

Таким образом, наибольшее снижение прироста у дуба черешчатого происходит при сильном объедании листьев насекомыми (при степени объедания выше 70%). Отличительной чертой эффекта позднего заморозка от эффекта позднего объедания листьев является отсутствие последействия на следующий год, а от эффекта сильного раннего объедания листьев – значительно меньшее снижение прироста (особенно ШК) в год повреждения.

4.9. Влияние объедания хвои на прирост лиственницы.

Анализ радиального прироста лиственницы показал, что в год сильного объедания хвои (в 1985 г. на 80–100%) образуется очень узкая зона ПД. Следующий после объедания год характеризуется несколько сниженной ШК и нормальной ШД, то есть восстановление прироста идет за счет зоны ПД (при некотором снижении зоны ранней древесины). Гистограмма $I_{\text{пп}}$ в год объедания имеет сильно усеченную левую ветвь (рис.2). Отличие действия сильного объедания хвои у лиственницы от действия сильной засухи на прирост заключается в том, что сильная засуха приводит к значительному снижению как ШД, так и ШК, а при объедании хвои происходит сильное снижение только ШД. Средние засухи также вызывают уменьшение ШД, но значительно меньшее, чем сильное объедание хвои насекомыми.

Глава 5. РЕКОНСТРУКЦИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ, ДАТ И ИНТЕНСИВНОСТИ ВСПЫШЕК МАССОВОГО РАЗМНОЖЕНИЯ ЛИСТОГРЫЗУЩИХ НАСЕКОМЫХ.

В связи с тем, что у сосны и лиственницы обнаружена тесная связь величины прироста с количеством летних осадков (май–июль), была проведена реконструкция степени увлажненности летнего периода по величинам индексов прироста. Используя данные о количестве осадков и известные даты засух за период метеонаблюдений (1936–1986 гг.), было выделено четыре группы лет по степени увлажненности мая–июля:

- 1) сильные засухи (ИТК меньше 0,50; количество осадков меньше 75 мм);

2) средние засухи ($\text{ГТК}=0,50-0,75$; количество осадков 75-110 мм);
3) средние по увлажненности летние периоды ($\text{ГТК}=0,75-1,60$; количество осадков 110-220 мм); 4) влажные летние периоды (ГТК больше 1,60; количество осадков больше 220 мм). Интервалы значений I_{Γ} и I_{Π} , вычисленные по уравнениям регрессии между ГТК и индексами прироста, составили: для сильных засух I_{Γ} меньше 58%, I_{Π} меньше 50%; для средних засух $I_{\Gamma}=58-68\%$, $I_{\Pi}=50-68\%$; для средних по степени увлажненности летних периодов $I_{\Gamma}=68-134\%$, $I_{\Pi}=68-125\%$; для влажных лет I_{Γ} больше 134%, I_{Π} больше 125%. Достоверность реконструкции увлажненности летнего периода, определенная на основе сопоставления индексов прироста с количеством осадков мая-июля за период метеонаблюдений, оказалась равной: для сильных засух - 80%, для средних засух - 67%, для средних по увлажненности лет - 82%, для влажных лет - 87%. Критерием соответствия того или иного года одной из четырех групп лет являлось: для сильной засухи - одновременное попадание в соответствующий интервал 3 или 4 значений I_{Γ} и I_{Π} (из четырех возможных); для средней засухи - попадание в интервал I_{Π} сосны и I_{Π} лиственницы; для средних лет - попадание в интервал 3 или 4 значений I_{Γ} и I_{Π} ; для влажных лет - попадание в интервал I_{Γ} и I_{Π} сосны или лиственницы.

Реконструкция дат ВМР для случаев с сильной степенью объедания листьев проводилась на основе выявленных диагностических признаков, характерных только для такой ситуации (см. гл.4). Средняя степень снижения прироста в какой-либо год связывалась с объеданием средней степени насекомыми (60-70%), если имелась заметная разница в значениях индексов прироста на разных пробных площадях. При одинаковой средней степени снижения прироста на разных площадях, действие фактора относилось к позднему заморозку, так как заморозок одинаково воздействует на деревья, растущие в аналогичных местообитаниях. Однако, в этом случае возможны ошибки в определении лимитирующего фактора, если на сравниваемых площадях произошло объедание листьев

насекомыми одинаковой средней по величине степени. Для надежной реконструкции необходимо проведение исследований на большем числе пробных площадей. Реконструкция проводилась способом параллельного повторичного анализа средних значений индексов прироста (I_T и I_{II}), формы гистограмм индексов прироста, анатомических особенностей строения годичных колец у дуба, лиственницы и сосны (ряды I-I0).

В результате анализа были установлены даты:

Сильных засух- 1848, 1864, 1891, 1921, 1933, 1955, 1957, 1975 и 1977 гг.

Средних засух- 1849, 1860, 1865, 1869, 1873, 1885, 1890, 1906, 1908, 1912, 1914, 1920, 1923, 1925, 1929, 1936, 1939, 1943, 1949, 1965, 1972 и 1984 гг.

Влажных летних периодов- 1847, 1852, 1853, 1856, 1857, 1859, 1868, 1875, 1877, 1881, 1882, 1886, 1887, 1894-1896, 1905, 1915-1917, 1919, 1926, 1928, 1930, 1934, 1935, 1947, 1950, 1962, 1964, 1968, 1969, 1971, 1983, 1986 гг.

Сильных зимних морозов- 1851/1852, 1888/1889, 1930/1931, 1941/1942, 1968/1969, 1978/1979 гг.

Сильных поздних весенних заморозков- 1878, 1904, 1914, 1917, 1921, 1929, 1981, 1983 гг.

Сильных обеданий листьев у дуба- 1852, 1863, 1881, 1885, 1887, 1891, 1900, 1910, 1924, 1935, 1938, 1953-1954, 1958-1959, 1965, 1976-1977, 1985 гг.

Средних обеданий листьев у дуба- 1855, 1864, 1868-1869, 1873, 1875-1877, 1879, 1888, 1890, 1898, 1925, 1936, 1947-1948 гг.

Сильных обеданий хвои у лиственницы- 1935, 1952, 1953, 1976-1977, 1985 гг.

Средних обеданий хвои у лиственницы- 1872-1873, 1928-1929, 1931, 1966 гг.

Глава 6. ПОВТОРЯЕМОСТЬ ВСПЫШЕК МАССОВОГО РАЗМНОЖЕНИЯ ЛИСТОГРЫЗУЩИХ НАСЕКОМЫХ.

Изучение повторяемости ВМР листогрызуших насекомых необходимо для познания закономерностей изменения численности насекомых во времени и для прогнозирования будущих ВМР. Прямые наблюдения за популя-

циями листогрызущих насекомых имеются лишь за сравнительно небольшие промежутки времени и охватывают ограниченные территории. Дендрохронологические реконструкции позволяют получать более обширную информацию о пространственно-временной структуре ВМР.

Сопоставление дат ВМР с ходом некоторых внешних факторов дает возможность прогнозировать будущие ВМР, исходя из прогнозов изменчивости этих факторов. Большинство исследователей считает, что ведущим модифицирующим фактором, определяющим динамику численности листогрызущих насекомых, является климат (Uvarov, 1931, Ильинский, 1955 и др.). В связи с этим вопрос о повторяемости ВМР тесно связан с изучением изменчивости климата. Ряд исследователей считает, что повторяемость ВМР листогрызущих насекомых тесно связана с цикличностью солнечных процессов (Schedl, 1936; Ханисламов и др., 1958). Так, в работах М.Г. Ханисламова с соавторами (1958, 1962) было показано, что начало ВМР непарного шелкопряда в центральной части Башкирии, как правило, связано с низкими зимними температурами предшествующей зимы и засушливой погодой в начале лета (май–июнь), причем начало ВМР приурочено к ветвям спада или минимумам солнечной активности (средних годичных чисел Вольфа). Проведенная нами реконструкция дат ВМР листогрызущих насекомых для юга Башкирии подтвердила приуроченность ВМР к ветвям спада и минимумам солнечной активности (рис.4).

Средний интервал между датами ВМР за период с 1845 по 1986 гг. в районе исследований составил II, I года, при этом брались в расчет только первые годы из каждой ВМР. Сходная периодичность по данным прямых наблюдений за непарным шелкопрядом была получена М.Г. Ханисламовым (1958) для Уфимского района Башкирии (II, 0 лет).

Реконструкция, проведенная на основе использования дендрохронологической информации, показала, что за период с 1845 по 1986 гг. ВМР листогрызущих насекомых происходили через 1–4 года после засух.

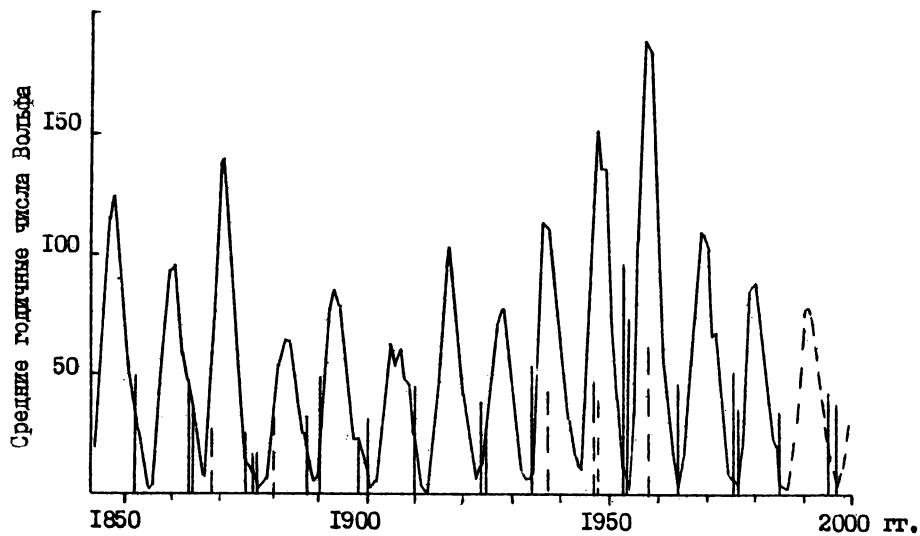


Рис.4. Даты ВМР листогрызущих насекомых (вертикальные линии) в сопоставлении с ходом солнечной активности.

На основании приуроченности дат ВМР к минимумам и ветвям спада солнечной активности и прогноза наступления очередного минимума солнечной активности (Bitvinskas, 1986), нами дан прогноз следующей ВМР непарного шелкопряда, которая ожидается на юге Башкирии с 1995 по 1997 гг.

ВЫВОДЫ.

I. В результате выполненного исследования была установлена принципиальная возможность на основе анализа дендрохронологической информации вычленять воздействие ряда лимитирующих прирост экологических факторов как климатической, так и биотической природы в условиях, сравнительно благоприятных для произрастания древесных растений. Это оказалось возможным благодаря использованию нового методического подхода, включающего кроме анализа абсолютных и стандартизованных значений радиального прироста деревьев и анатомических особенностей строения годичных слоев древесины, также анализ формы гистограмм индексов прироста одновременно у разных по эколого-биологическим свой-

ствам видов древесных растений (сосна обыкновенная, лиственница сибирская, дуб черешчатый), произрастающих как в одинаковых, так и в различных условиях местообитаний. На основе такого комплексного подхода были установлены диагностические признаки радиального прироста деревьев при действии таких аномальных и катастрофических факторов как засухи, очень влажные летние периоды, сильные зимние морозы, поздние весенние заморозки и вспышки массового размножения листогрызущих насекомых и проведена реконструкция дат и интенсивности этих явлений для юга Башкирии за последние 140 лет.

2. Анализ повторяемости ВМР листогрызущих насекомых в широколиственных лесах Зилаирского плато Южного Урала за период с 1845 по 1986 гг. показал, что ВМР листогрызущих насекомых повторяются в среднем через II, I года и приурочены к минимальным значениям или ветвям спада солнечной активности. На этой основе с использованием прогноза солнечной активности дан прогноз очередной ВМР непарного шелкопряда для юга Башкирии, которая ожидается с 1995 по 1997 гг.

3. Анализ синхронности обедания дуба черешчатого листогрызущими насекомыми на отдаленных друг от друга участках, а также сопряженности дат обедания насекомыми листьев у дуба и хвои у лиственницы, растущей рядом с дубняками, показал, что интенсивность ВМР листогрызущих насекомых возросла в последние 50 лет по сравнению с XIX и началом XX столетий.

4. Для проведения более точных реконструкций экологических факторов необходимы следующие исследования: 1) детальное изучение анатомических, физических и химических характеристик годичных слоев древесины; 2) изучение прироста у большего количества видов древесных растений; 3) проведение исследований в различных типах местообитаний и в различных ботанико-географических районах

Список работ, опубликованных по теме диссертации:

I. Кучеров С.Е. К вопросу о применении дендрохронологического метода для определения периодичности вспышек массового размножения

хвое- листогрызущих насекомых// Проблемы экологического мониторинга и научные основы охраны природы на Урале: информационные материалы.-Свердловск, 1985.-С.34-35.

2. Кучеров С.Е. Особенности годичного радиального прироста стволовой древесины серокорой и желтокорой форм сосны обыкновенной// Экология.-1985.-№5.-С.72-73.

3. Кучеров С.Е. К вопросу о влиянии вспышек массового размножения непарного шелкопряда на устойчивость дубрав Южного Урала// Актуальные проблемы охраны и рационального использования природных и растительных ресурсов: тезисы докл. науч.-практ. конф.-Уфа, 1987.-С.108-109.

4. Кучеров С.Е. Влияние вспышек массового размножения непарного шелкопряда на радиальный прирост дуба черешчатого (*Quercus robur*) на Южном Урале// Дендрохронологические методы в лесоведении и экологическом прогнозировании: тезисы Международного рабочего совещания.-Иркутск, 1987.-С.285-286.

5. Кучеров С.Е. Влияние климатических и биотических факторов на радиальный прирост дуба черешчатого на Южном Урале/ УрО АН СССР. -Свердловск, 1988.-18с.- Деп. в ВИНИТИ 04.03.88 г., №1803-В88.

Кучеров