На правах рукописи

УДК 574:574.5(282.05):630*18(571.1)

Агафонов Леонид Иванович

ВЛИЯНИЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ И КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПРИРОСТ ДРЕВЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ПОЙМЕ НИЖНЕЙ ОБИ

03.00.16 - экология

Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук

Екатеринбург - 1996

Работа выполнена в лаборатории дендрохронологии Института экологии растений и животных Уральского отделения Российской Академии Наук.

Научный руководитель - доктор биологических наук, старший научный сотрудник Шиятов С.Г.

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор Чиндяев А.С.

кандидат биологических наук, научный сотрудник Кучеров С.Е.

Ведущая организация: Институт географии Сибирского отделения Российской Академии Наук

Защита состоится "19" XI 1996 г. в 12 часов на заседании диссертационного совета Д 002.05.01 в Институте экологии растений и животных УрО РАН по адресу: 620144, г.Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института экологии растений и животных УрО РАН.

Автореферат разослан "18" X 1996 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат биологических наук

Нифонтова М.Г.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В последнее время исследованиям гидрологического режима уделяется много внимания в связи с увеличением водопотребления, вызванного интенсивным развитием промышленности и сельского хозяйства, ростом населения, освоением новых территорий. Преобразования растительного покрова Земли в последние десятилетия оказывают большое влияние на колебания речного стока и состояние ресурсов поверхностных вод. Ведутся исследования влияния глобального потепления климата на гидрологию и управление водными ресурсами в рамках Программы ООН по окружающей среде. Гидрологический цикл стал важным звеном исследований изменения климата.

Большинство гидрологических исследований базируется на данных инструментальных наблюдений, которые, как правило, имеют непродолжительный период наблюдений. Использование биологических объектов (в частности радиального прироста деревьев) как источника информации о гидрологическом режиме, позволяет получать сведения для периодов длительностью в несколько сотен и даже тысяч лет.

Пойма Оби среди природных комплексов Западной Сибири занимает особое место. Уникальность этого природного образования для Северного полушария отмечалась многими исследователями (Барышников, 1933, 1961; Петров, 1979 и др.). Основными факторами образования феномена поймы стали рельеф Западно-Сибирской равнины и сток Оби. Протекая с юга на север, Обь пересекает все существующие на территории Западной Сибири ботанико-географические подзоны, перенося при этом гигантское количество тепла (Одрова, 1980). Наряду с переносом тепла, сток Оби оказывает охлаждающее влияние на температуру атмосферного воздуха поймы (Природа таежного Прииртышья, 1987). Исходя из названных особенностей, пойма Оби является уникальным объектом для исследования гидрологического и климатического режимов не только на региональном уровне, но и в глобальном масштабе.

В 1985–1990 гг., работа выполнялась по программе ГКНТ СССР "Поймы рек Севера", для продолжения исследований получена финансовая поддержка от Российского Фонда Фундаментальных Исследований, грант № 96–05–64520 "Реконструкция и прогноз изменений гидрологического режима в пойме Средней и Нижней Оби на основе использования древесно-кольцевых хронологий".

Цель и задачи исследований. Цель работы – оценка и анализ статистических связей и изменчивости радиального прироста основных лесообразующих видов деревьев поймы и надпойменных местообитаний с гидрологическим режимом и климатическими факторами Нижней Оби, а также исследовать возможность использования древесно-кольцевых хронологий (ДКХ) для реконструкции и прогноза некоторых элементов гидрологического режима.

Для достижения этих целей потребовалось решить следующие задачи:

1. Построить в 2-х природных пойменных районах Нижней Оби, Октябрьском и Мужинском, ДКХ основных видов деревьев пойменных и надпойменных местообитаний.

2. Оценить статистические связи радиального прироста деревьев с гидрологическими и климатическими факторами.

3. Проанализировать циклическую структуру многолетних колебаний радиального прироста деревьев и элементов гидрологического режима.

4. Произвести реконструкцию и сделать прогноз развития некоторых элементов гидрологического режима Нижней Оби.

Научная новизна работы. Показана зависимость изменчивости радиального прироста древесной растительности от динамики водности Оби и температуры воздуха. Выявлен различный характер связи радиального прироста деревьев пойменных и надпойменных местообитаний с элементами гидрологического режима (водностью, максимальным уровнем половодья, датами начала, окончания и продолжительностью затопления различных высотных уровней поймы) и температурой воздуха летних месяцев. Показана возможность использования ДКХ для реконструкции и прогноза элементов гидрологического

режима. По характеру связей прироста деревьев с гидрологическим режимом и температурой воздуха летних месяцев показано, что водность Нижней Оби является в пойме климатообразующим фактором.

Практическая значимость работы. Полученные ДКХ и реконструированные характеристики элементов гидрологического режима могут использоваться при кратко- и долгосрочном прогнозировании прироста древостоев и изменений гидрологического режима Оби. Результаты исследования могут быть использованы для оценки влияния зарегулирования и возможного увеличения забора части стока Оби на древесную растительность поймы и прилегающих к ней территорий. Исследования такого рода являются составной частью комплексного экологического мониторинга природной среды. Результаты исследования также могут найти применение при организации перевозок речным транспортом, в рыбном промысле при планировании уловов и учете численности молоди промысловых рыб, в сельском и лесном хозяйствах при освоении пойменных земель.

Апробация работы. Основные положения диссертации были представлены на Всесоюзной конференции "Экология нефтегазового комплекса" (Надым, 1988), V Всесоюзном совещании по проблемам дендрохронологии и дендроклиматологии (Свердловск, 1990), конференции "Проблемы рационального использования, воспроизводства и экологического мониторинга лесов" (Свердловск, 1991), международной конференции "Tree Rings, Environment and Humanity: Relationships and Processes" (Tucson, Arizona, USA, 1994), конференции "Популяции и сообщества растений: экология, биоразнообразие, мониторинг" (Кострома, 1996), Second International Workshop on Disturbance Dynamics in Boreal Forests (Rouyn Noranda, Quebec, Canada, 1996).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 8 работ.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 10 глав, выводов и списка литературы. Изложена на 202 страницах, содержит 27 рисунков, 55 таблиц. Список литературы включает 156 наименований, в том числе 29 на иностранных языках.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ.

Глава 1. Реакция древостоев на гидрологические и климатические факторы среды и использование древесно-кольцевых хронологий для реконструкции этих факторов (литературный обзор).

Представлен обзор литературы по влиянию гидрологических и климатических факторов на прирост деревьев, а также публикаций, в которых использованы ДКХ для реконструкции гидрологических событий прошлого.

Глава 2. Природные условия районов исследования.

Исследования проводились в 2-х природных пойменных районах-Октябрьском и Мужинском (Петров,1979, рис. 1). Октябрьский район характеризуется как долгопоемный (длительность затопления до 129 дней), проточный, с 3-ярусной сорово-островной мелкогривистой суглинистой поймой и среднетаежной лесо-кустарниково-сорово-луговой растительностью на аллювиальных дерновых, дерново-глеевых и болотных почвах. Пойма левостороняя, шириной до 20 км. Мужинский район характеризуется как долгопоемный (длительность затопления до 130 дней), с проточной пониженной 3-ярусной (Гафуров, Скулкин, 1987; Природа поймы Нижней Оби, 1992) иловато-тяжелосуглинистой останцево-гривистой с северотаежной лугово-болотно-соровой растительностью на аллювиальных дерново-глеевых и болотных почвах. Пойма левосторонняя шириной до 60 км.В Октябрьском пойменном районе отсутствует сплошная многолетняя мерзлота, а Мужинский пойменный район относится к области распространения

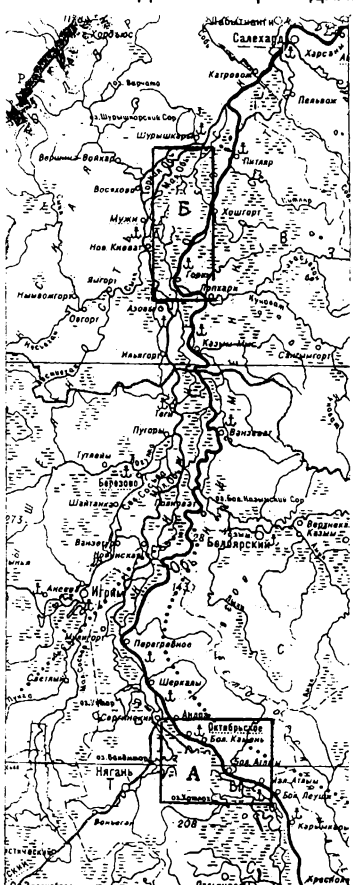


Рис.1. *Районы исследования: А-Октябрьский; Б-Мужинский.*

сплошной многолетней мерзлоты (Фоминых, Чигир, 1988). Максимальный уровень половодья был в Октябрьском районе 1176 см (1941 г.), в Мужинском районе – 940 см (1941 г.) от нуля гидропоста. Средние колебания уровня за год в Октябрьском пойменном районе составляют 773 см, в Мужинском пойменном районе – 532 см. В стоке Оби хорошо выражен тренд снижения водности с 1890-х гг. до настоящего времени, который связан со снижением общей увлажненности территории водосборного бассейна (Шнитников, 1969; Маркова и др., 1984). Средняя температура воздуха июля в Октябрьском пойменном районе +16.6°С, осадки за год 539 мм, за апрель-октябрь 377 мм; в Мужинском пойменном районе соответственно, +14.9°С, 475 мм, 358 мм. В период с 1953 по 1988 гг. средняя многолетняя температура воздуха июля в Октябрьском и Мужинском природных пойменных районах возросла на 1.4°С, по сравнению с предшествующим периодом 1905–1952 гг.

Глава 3. Объекты и методика исследований.

Полевые работы в пойме Нижней Оби проводились в 1985–1990 гг. Для выявления характера связей прироста деревьев с гидрологическим и температурным режимом все местообитания, где отбирались образцы древесины, были разделены на 4 зоны, параллельные руслу реки:

1 – пойменные местообитания, с тремя высотными уровнями поймы (Петров, 1979; Гафуров, Скулкин, 1987), где произрастают ива белая (*Salix alba* L.), ива шерстистопобеговая (*S. dasyclados* Wimm.), осина (*Populus tremula* L.);

2 – граничная полоса произрастания деревьев шириной 1–1.5 м на границе между поймой и надпойменными местообитаниями с елью сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) и кедром сибирским (*Pinus sibirica* Du Tour);

3 – полоса надпойменных местообитаний древесной растительности до 100 м шириной от границы с поймой (те же виды);

4 – надпойменные местообитания, удаленные от поймы более чем на 100 м (те же виды).

Высотные отметки местообитаний определяли от уровня максимального половодья, следы которого хорошо видны по абразии берегов, старому

плавнику и следам наилков на стволах деревьев, а также с помощью топографических карт масштаба 1:25000 и 1:100000.

Отбор образцов древесины осуществлялся на пробных площадях или на маршрутах (Миронов, Агафонов, 1990). Древостои имели полноту от 0.3 до 1.0. Для построения ДКХ использовались спилы и керны, которые брали по общепринятой методике (Комин, 1970; Шиятов, 1973, 1986).

У образцов замерялась ширина годичных колец, строились графики абсолютного радиального прироста, которые подвергались перекрестной датировке для выявления выпадающих и ложных колец. С целью избавления от возрастных изменений и случайных явлений в многолетней динамике радиального прироста каждого дерева, проводилось индексирование полученных рядов по программе INDEXMS для IBM PC (D.A.Graybill, 1983). Затем, с помощью программы GNRL (В.С.Мазепа, 1989) строились обобщенные ряды индексов прироста. Их характеристика дана в табл. 1.

Для характеристики гидрологического и температурного режимов использовались ряды наблюдений на гидрометеостанциях Октябрьское (период наблюдений за температурой воздуха 1904–1988 гг., за уровнем воды 1922–1987 гг., за температурой воды 1937–1987 гг.) и Мужи (период наблюдений за температурой воздуха 1932–1988 гг., за уровнем воды 1933–1987 гг., за температурой воды 1938–1987 гг.).

За точку нуля в экологических исследованиях поймы принимают средний многолетний низкий уровень периода открытого русла (средняя многолетняя межень), поскольку подъем уровней воды выше указанного имеет наибольшее экологическое значение (Петров, 1979,1980).

Для характеристики водности Оби использовали суммарные средние суточ-ные уровни воды за различные периоды времени (период открытого русла, для каж-дого месяца периода открытого русла), которые получали суммированием средних

Таблица 1. *Характеристика обобщенных древесно-кольцевых хронологий.*

Зона место-обитаний	Ряд	Вид	Высота над ур. моря, м.	Число моделей, шт.	Временной интервал, годы	Длина ряда, лет	Коэфф. чувствитель-ности
Октябрьский природный пойменный район.							
2	1К	кедр	22.5-23.0	15	1850-1987	138	0.16
2	1Е	ель	22.5-23.0	9	1857-1987	131	0.20
4	2К	4	23.0-24.0	23	1863-1987	125	0.16
3	3К	кедр	27.0	15	1873-1987	115	0.15
3	3Е	ель	27.0	8	1880-1987	108	0.17
3	4К	кедр	23.5-24.0	18	1908-1987	79	0.17
3	5К	кедр	23.0-23.5	16	1759-1987	229	0.19
3	5Е	ель	23.0-23.5	6	1848-1987	140	0.24
1	6И	ива белая	17.0-17.5	17	1883-1987	105	0.28
1	70с	осина	21.5-22.5	20	1922-1987	65	0.35
4	8К	кедр	27.0-28.0	16	1760-1987	228	0.16
2	9К	кедр	22.3-22.5	23	1773-1987	215	0.22
2	10К	кедр	22.3-22.5	20	1744-1987	244	0.17
Мужинский природный пойменный район							
1	8И	ива шерст.	8.5-9.0	18	1902-1989	88	0.30
1	17И	ива шерст.	8.0-8.5	13	1937-1989	53	0.31
1	24И	ива шерст.	9.0-9.5	13	1934-1989	56	0.36
1	32И	ива шерст.	9.0-9.5	16	1932-1989	58	0.36
2	11К	кедр	9.5-10.0	14	1857-1989	133	0.22
3	12К	кедр	10.5-11.0	21	1572-1987	417	0.24
3	13К	кедр	11.0-12.5	26	1653-1987	335	0.16
2	7Е	ель	10.0	14	1732-1989	258	0.23
2	14Е	ель	9.5-10.0	9	1731-1989	259	0.36
4	19Е	ель	15.0	15	1742-1989	248	0.24
2	1Л	лиственница	16.0-17.0	14	1900-1989	90	0.19

суточных замеров ежедневных уровней воды за соответствующий период. Суммарный уровень воды за период открытого русла можно использовать для оценки водности Оби отдельных лет и на его основе выделять серии лет повышен-ной и пониженной водности, т.к. на этот период приходится 70% годового стока ре-ки, а в годы высокой водности – до 90% (Государственный водный кадастр, 1984).

Важнейшей составляющей гидрологического режима рек является поемность – процесс затопления и опорожнения пойм. Затопление различных высотных уровней поймы происходит нерегулярно и чтобы определить это влияние на древесную растительность поймы и внепойменных местообитаний по данным инструментальных наблюдений на гидропостах были подобраны

высотные уровни поймы с частотой затопления 50% и 70% случаев. В обоих пойменных районах это оказались уровни, соответствующие 1/2 и 1/3 части средней поймы.

Исследовалось влияние следующих элементов гидрологического режима: средние месячные температуры воды периода открытого русла (май-октябрь), °С; суммарный уровень воды периода открытого русла (водность) м от нуля гидропоста; суммарный уровень воды над низкой поймой, 1/3 и 1/2 части средней поймы, в м от их верхних границ; сроки начала, окончания и продолжительность затопления низкой поймы, 1/3 и 1/2 части средней поймы; суммарные уровни воды мая, июня, июля, августа, сентября и октября, в м от нуля гидропоста; максимальные уровни воды мая, июня, июля, августа, сентября и октября, см от нуля гидропоста.

Запаздыванием повышения или понижения уровней воды в пойме по сравнению с их ходом в створах русел гидропостов можно пренебречь ввиду большой продолжительности затопления (Попова, 1973).

Для определения связей радиального прироста с климатическими факторами использовались средние месячные осадки и температуры воздуха с мая по август.

При определении тесноты связи радиального прироста с гидрологическими и климатическими факторами использовали графический метод сопоставления временных рядов, корреляционный анализ и коэффициент синхронности между рядами.

Исследование структуры многолетних колебаний гидрологических рядов и ДКХ осуществлялось методом спектрального анализа с помощью программы SPEKTR (В.С. Мазепа, 1989). Для реконструкции элементов гидрологического режима использовался метод множественной линейной регрессии (Fritts, 1986; Cook, 1987) с использованием программы RESPO (Lough, 1983).

Прогнозный ряд получен методом долгосрочного прогнозирования, основанного на выделении (фильтрации) и аппроксимации периодической функцией основных циклов в динамике индексов прироста и экстраполяцией

подобранных функций на будущее (В.С.Мазепа, 1986). Для этой цели использовалась программа SINUS (В.С.Мазепа, 1989).

Глава 4. Анализ древесно-кольцевых хронологий.

Исследовалась теснота связи и синхронность ДКХ внутри каждого пойменного района и между ними. Для количественной характеристики годичных колебаний прироста использовался коэффициент чувствительности (к), показывающий степень воздействия внешних факторов на изменение величины прироста (Шиятов, 1986). Выявлено, что наибольшую чувствительность к изменениям факторов внешней среды проявляют лиственные виды деревьев (к=0.30–0.36, табл. 1), а из исследованных хвойных видов – ель (к=0.23–0.36). В обоих пойменных районах наиболее высокая теснота связи и сходство между обобщенными рядами индексов прироста характерны для деревьев одного вида и сходных типов местообитаний, что особенно хорошо отражает коэффициент синхронности. Выявлена низкая теснота связи и сходство между рядами различных видов деревьев на одних и тех же местообитаниях, что объясняется их видовыми особенностями. Сопоставление рядов приростов двух пойменых районов отражает те же особенности, что и внутри каждого из них, но эти связи менее тесные, а диапазон варьирования коэффициентов шире.

Глава 5. Анализ связей между температурой воздуха, воды и водностью в пойме Нижней Оби.

Связи между температурой воды Оби и атмосферного воздуха поймы показаны в табл. 2. Наибольшая теснота связи и синхронность между рядами по температуре воздуха и воды Оби в обоих пойменных районах проявляется в период максимального подъема уровня полых вод – в июле в Октябрьской пойме (средняя многолетняя дата пика половодья 5 июля) и в июне в Мужинской пойме (средняя многолетняя дата 11 июня).

Сопоставление многолетней динамики водности Оби с динамикой средней температуры воздуха летних месяцев выявило отрицательную связь и

Таблица 2. *Коэффициенты корреляции (r) и синхронности (S) между средними многолетними температурами воды и воздуха.*

Коэффициенты	Месяцы						
	V	VI	VII	VIII	IX	X	V-X
	Октябрьский природный пойменный район						
r	0.73	0.68	0.84	0.84	0.74	0.74	0.85
S%	79	73	85	82	78	71	86
	Мужинский природный пойменный район						
r	0.78	0.87	0.81	0.75	0.77	0.40	0.82
S%	74	80	82	82	74	61	82

асинхронность между этими рядами (для Октябрьской поймы r=-0.47, S=39%; для Мужинской поймы r=-0.42, S=45%; рис. 2). Отепляющий эффект стока в Октябрьской пойме проявлятется в сентябре (r=0.10, S=53%) и октябре (r=0.20, S=61%), а в Мужинской пойме – с августа (r=0.10, S=61%), в сентябре (r=0.02, S=46%) и октябре (r=0.35, S=72%).

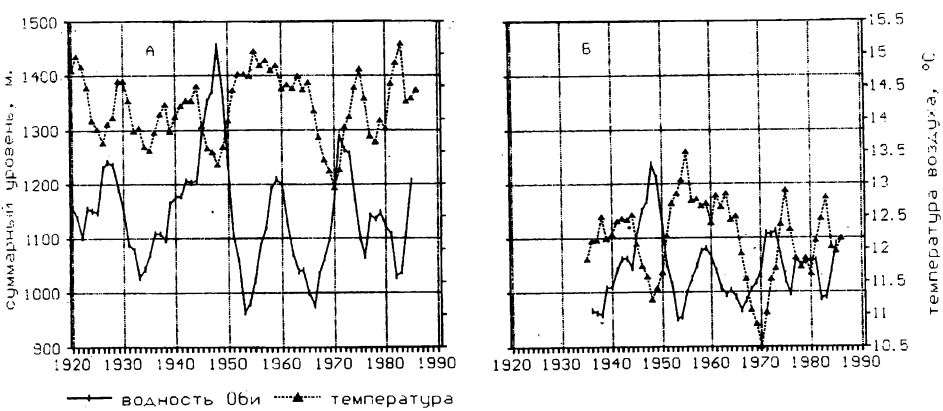


Рис. 2. *Графики водности и температуры воздуха летнего периода поймы Нижней Оби:*
(А) – Октябрьская пойма, (Б) – Мужинская пойма (5-летние скользящие средние).

Сопоставление многолетней динамики водности Оби периода открытого русла в обоих пойменных районах показало высокую тесноту связи и синхронность (r/S) между ними: в июне 0.77/74, в июле 0.92/75, в августе

0.98/93, для трех летних месяцев 0.92/87, что характеризует эту связь как высокую и очень высокую.

Таким образом, в Октябрьском и Мужинском пойменных районах в многолетней динамике сериям лет высокой водности Оби соответствуют серии лет с низкими температурами воздуха летнего периода и, наоборот, сериям лет с низкой водностью соответствуют серии лет с более высокими температурами летнего периода. Многолетняя динамика водности Оби и температуры воздуха летних месяцев проявляет сходные черты в обоих пойменных районах, а это сходство объясняется единым процессом изменения водности Оби. На основании выявленных связей можно констатировать, что водность Оби является одним из основных климатообразующих факторов в пойме Нижней Оби в период открытого русла.

Глава 6. Связь радиального прироста деревьев с гидрологическим режимом Оби.

Местообитания 1 зоны. В обоих пойменных районах у лиственных видов деревьев (осина, ива белая, ива шерстистопобеговая) выявлены годичные кольца с аномальной клеточной структурой. В Октябрьской пойме такие кольца сформировались в 1914, 1941, 1966 (у осины), 1979 гг., в Мужинской пойме в 1914, 1941, 1971 и 1979 гг., т.е. в годы с максимально высокими и продолжительными половодьями (половодья катастрофического характера). Годичные кольца этих лет имеют исключительно малую ширину, наличие в центральной части кольца клеточных образований, похожих на повреждения от поздневесенних заморозков. Клетки имеют меньшие размеры и более тонкие клеточные стенки (у ивы), они как-бы смяты и имеют неправильную форму (у осины). Такое годичное кольцо хорошо отличается от соседних ярко-желтой окраской, видимой на свежих спилах и кернах даже невооруженным глазом. Эти кольца являются указательными (реперными) (Schweingruber, 1992) при перекрестной датировке ДКХ и использовались нами для выявления лет с половодьями катастрофического характера.

В Октябрьском пойменном районе связь прироста деревьев с гидрологическим режимом Оби текущего года не выражена (за исключением лет с половодьями катастрофического характера), но она возрастает на несколько порядков и принимает значимую величину при сопоставлении текущего прироста с гидрологическими условиями предшествующего года. Особенно это характерно для ивы белой.Наиболее тесная связь прироста выявлена с такими элементами гидрологического режима, как максимальный уровень воды июня (r=0.41), суммарные уровни воды над 1/2 и 1/3 средней поймы (r=0.40 и 0.38), максимальный уровень половодья (r=0.37) и гидрологические условия августа-октября (r=0.28–0.37).

В Мужинском пойменном районе выявлена связь прироста ивняков с гидрологическим режимом Оби текущего и предшествующего года, но характер этой связи неодинаков для различных высотных уровней поймы. На низко расположенных местообитаниях эта связь имеет значимый положительный характер с условиями текущего и предшествующего года, а по мере повышения абсолютных отметок ослабевает в текущем году и становится отрицательной при сопоставлении с условиями предшествующего года. Тесная связь существует с такими элементами гидрологического режима, как сроки начала (r от -0.35 до -0.55), окончания (r=0.31–0.42) и продолжительность затопления низкой поймы (r=0.39–0.49), водность Оби открытого русла (r=от 0.38 до -0.34).

Местообитания 2, 3 и 4 зоны. На местообитаниях 2, 3 и 4 зоны выявлен различный характер связей прироста деревьев для Октябрьского и Мужинского пойменных районов.

На местообитаниях 2 зоны Октябрьского пойменного района выявлена связь прироста деревьев с гидрологическим режимом текущего и предшествующего года, причем, связь в текущем году более значима, а связь с гидрологическим режимом предшествующего года имеет тенденцию к отрицательной и усиливается по мере удаления местообитаний от постоянных русел водотоков.Выявлена тесная связь прироста с такими элементами гидрологического режима текущего года, как суммарный уровень воды над 1/2

части средней поймы (r=0.25–0.32), максимальный уровень воды июня (r=0.28–0.30), максимальный уровень половодья периода открытого русла (r=0.25–0.28), продолжительность затопления 1/2 средней поймы (r=0.25–0.29). С элементами гидрологического режима предшествующего года ель проявляет значимую положительную связь (гидрологические условия августа-сентября, r=0.28–0.34), а кедр незначимую, но устойчивую отрицательную связь.

На местообитаниях 4 зоны Октябрьского пойменного района выявлены значимые отрицательные связи прироста с гидрологическими условиями текущего года, усиливающиеся при сопоставлении текущего прироста с гидрологическими условиями предшествующего года: продолжительность затопления 1/2 средней поймы (r=-0.58), суммарный уровень воды над 1/3 средней поймы (r=-0.57), водность Оби открытого русла (r=-0.56).

На местообитаниях 3 зоны Октябрьского пойменного района выявлены связи характерные как для местообитаний 2, так и 4 зон. Характер связи зависит от удаленности местообитаний от регулярно затапливаемых участков поймы.

В Мужинском пойменном районе на местообитаниях 2, 3, 4 зоны выявлен единый характер связи всех видов деревьев с гидрологическим режимом Оби. Эта связь значимо отрицательна в текущем году и усиливается при сопоставлении с условиями гидрологического режима предшествующего года. Наибольшая теснота связи выявлена с датой начала полного затопления низкой поймы текущего (r=0.27–0.44) и предшествующего года (r= от -0.38 до -0.67), продолжительностью затопления всех высотных уровней поймы (r= от -0.27 до -0.45), водностью Оби периода открытого русла (r= от-0.27–0.39). Выявлено, что существует различный характер связей прироста деревьев местообитаний 2, 3 и 4 зон с датой начала полного затопления низкой поймы. Для местообитаний 1 зоны эта связь отрицательна, т.е. чем раньше происходит полное затопление низкой поймы – тем выше прирост. Сопоставление прироста с датами начала полного затопления более высоких элементов поймы (1/3 и 1/2 средней поймы) показывает иной характер связи, т.е. чем позже происходит затопление этих

элементов – тем выше прирост. Для местообитаний 2, 3 и 4 зон выявлен обратный характер связи прироста с датами затопления высотных уровней поймы по сравнению с местообитаниями 1 зоны, т.е. положительная связь с датами начала затопления низкой поймы и отрицательная с датами начала затопления 1/3 и 1/2 части средней поймы. Различие в связях объясняется положительным влиянием раннего начала половодья на температурный режим пойменных почв местообитаний 1 зоны и отрицательным ожлаждающим влиянием на температуру воздуха поймы и надпойменных территорий местообитаний 2, 3, 4 зоны.

Глава 7. Связь радиального прироста деревьев с температурным режимом.

Так как существует тесная связь между температурой воздуха и воды Оби в период открытого русла, эти два фактора рассматриваются совместно, при этом, температура воды Оби оказывает прямое влияние на термический режим почв местообитаний 1 зоны.

В обоих пойменных районах выявлена значимая связь прироста деревьев местообитаний 1 зоны с температурным режимом воздуха и воды Оби в текущем году. Наиболее тесная связь наблюдается с температурой воздуха июня (r=0.30–0.47), а для осины – и августа (r=0.35), и температурой воды июня (r=0.28–0.46) и августа (r=0.29–0.37). С увеличением абсолютных отметок местообитаний теснота связи между приростом и температурой воздуха и воды возрастает.

Во второй зоне местообитаний Октябрьской поймы выявлена слабая связь прироста ели с температурой воздуха летнего периода (r=0.26) и более тесная с температурой воды (r=0.34) текущего года. Для кедра эта связь не выражена. Сопоставление прироста с температурными условиями предшествующего года выявило значимые отрицательные связи у ели (r= от-0.29 до -0.31) и слабые у кедра.

В Мужинской пойме выявлен положительный характер связи прироста деревьев местообитаний 2, 3, 4 зон с температурным режимом текущего и

предшествующего годов, причем, теснота связи с температурой воды Оби выше (r=0.28–0.43), чем с температурой воздуха (r=0.27–0.39).

В Октябрьской пойме на местообитаниях 4 зоны выявлена тесная связь прироста с температурой воздуха (r=0.22–0.23) и еще более тесная с температурой воды (r=0.28–0.37) текущего и предшествующего годов. На местообитаниях 3 зоны характер связи неустойчивый. Ближе к постоянным руслам водотоков связь прироста с температурой воздуха и воды текущего года не выражена, а с температурным режимом предшествующего года – отрицательная. С удалением от русла и поймы как по горизонтали, так и по вертикали, связь прироста с температурным режимом все более принимает характер, присущий местообитаниям 4 зоны.

Глава 8. Анализ совместного влияния гидрологических и температурных факторов на радиальный прироста деревьев.

Анализ связей индексов радиального прироста деревьев из различных зон местообитаний в обоих пойменных районах с водностью Оби периода открытого русла и температурным режимом текущего года и нескольких

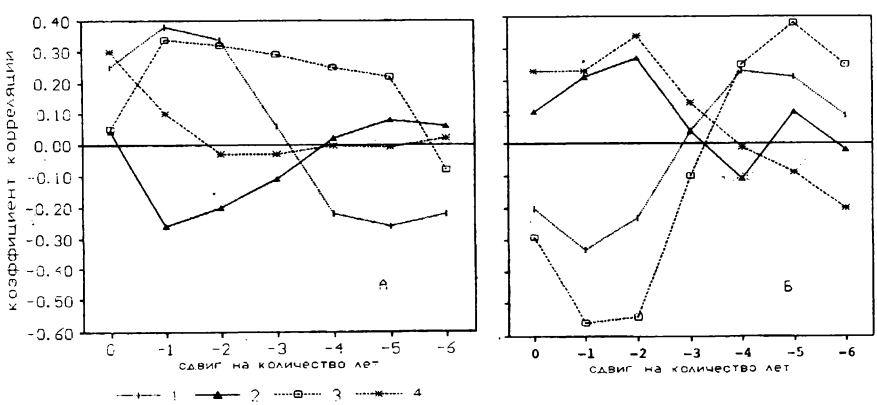


Рис. 3. *Связь прироста деревьев местообитаний 1 (А) и 4 (Б) зоны Октябрьской и Мужинской поймы с водностью Оби и температурой воздуха текущего года и предшествующих лет (1, 2 - с водностью и температурой для Мужинской поймы; 3, 4 – для Октябрьской поймы).*

предшествующих лет показал различный характер этих связей. На местообитаниях 1 зоны выявлена положительная связь прироста деревьев с водностью Оби открытого русла и отрицательная с температурным режимом (рис. 3А). Подобное наблюдается и на местообитаниях 2 зоны Октябрьской поймы, а на местообитаниях 4 зоны (рис. 3Б) связи прироста с водностью и температурным режимом противоположны связям на местообитаниях 1 и 2 зон. На местообитаниях 3 зоны связи не так однозначны и имеют черты сходства с местообитаниями 1, 2 или 4 зоны. В Мужинской пойме на местообитаниях 2, 3 и 4 зон выявлен единый характер связи прироста с водностью Оби и температурным режимом (рис. 3Б), который сходен с таковым на местообитаниях 4 зоны в Октябрьской поймы.

Сопоставление многолетней динамики прироста деревьев из местообитаний 1 и 2 зоны Октябрьской (рис. 4А) и 1 зоны Мужинской поймы (рис. 4Б) с водностью Оби показывает, что сериям лет высокой водности соответствуют серии лет повышенного прироста, а сериям лет низкой водности – серии лет пониженного прироста.

Сопоставление прироста с многолетней динамикой температуры воздуха летнего периода показывает асинхронность или отсутствие синхронности

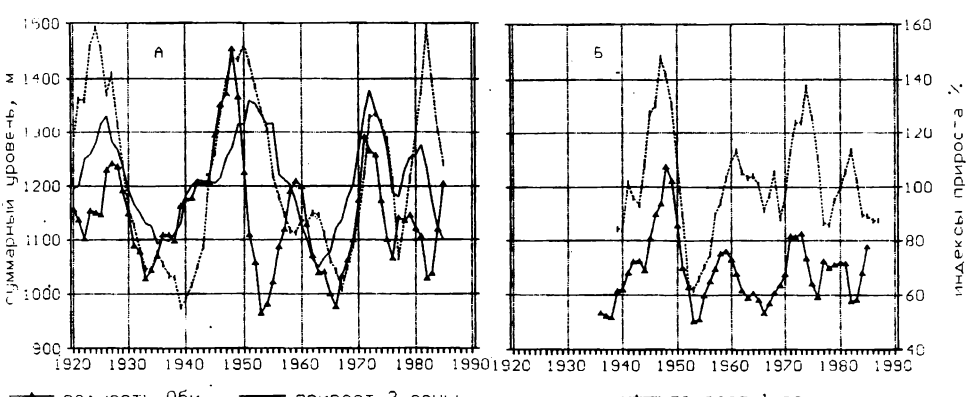


Рис. 4. *Многолетняя динамика водности Оби и прироста деревьев местообитаний 1 и 2 зоны в Октябрьской (А) и 1 зоны местообитаний в Мужинской (Б) пойме (5-летние скользящие средние).*

между этими рядами (S=39–59%). Для динамики прироста деревьев из 4 зоны местообитаний Октябрьской (рис. 5А) и 2, 3 и 4 зон местообитаний Мужинской поймы (рис. 5Б) характерно соответствие сериям лет высокой водности серий лет пониженного прироста, а сериям лет с высокими температурами летнего периода, особенно июля, соответствуют серии лет повышенного прироста. Объяснить эти связи можно следующим образом. Величина прироста деревьев на местообитаниях 1 и 2 зон в Октябрьской пойме и 1 зоны в Мужинской пойме зависит от гидрологического режима Оби. Это влияние может быть не только прямым, но и косвенным, через изменение термического режима почв поймы. Это подтверждается характером связи прироста деревьев из местообитаний 1, 2, 3 и 4 зон, когда наблюдается ослабление связей прироста с гидрологическим режимом по мере удаления от поймы в Октябрьском районе. Отсутствие связей прироста с гидрологическим режимом Оби на местообитаниях 2 и 3 зон в Мужинской пойме объясняется наличием здесь многолетней мерзлоты, которая не позволяет распространению отепляющего эффекта стока Оби на почвы за пределами собственно поймы, в результате чего не выявляется связь прироста с гидрологическим режимом Оби. На местообитаниях 4 зоны в обоих пойменных районах величина прироста

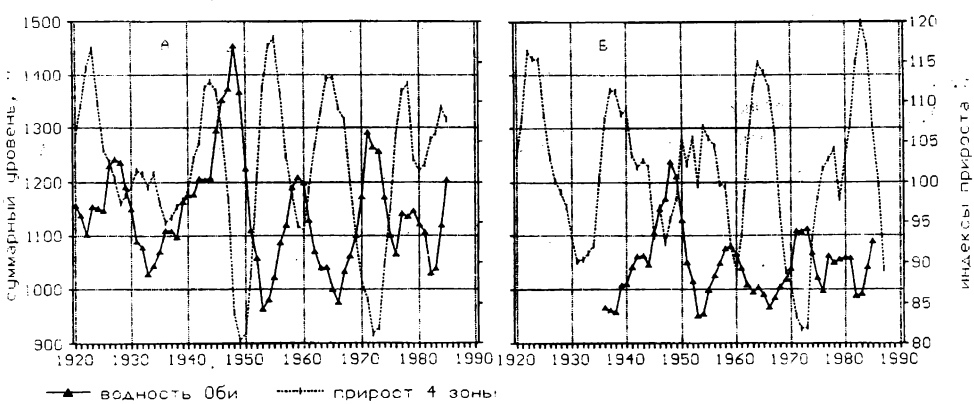


Рис. 5. *Многолетняя динамика водности Оби и прироста деревьев местообитаний 4 зоны в Октябрьской (А) и 2, 3 и 4 зоны местообитаний в Мужинской (Б) поймы (5-летние скользящие средние).*

деревьев обуславливается температурой воздуха, которая, в свою очередь, зависит от водности Оби (гл. 5).

На местообитаниях 3 зоны в Октябрьской пойме, где отсутствует многолетняя мерзлота, динамика прироста зависит как от динамики гидрологического режима Оби, так и от динамики температуры воздуха (в зависимости от удаленности местообитаний от поймы), что подтверждает предположение о влиянии гидрологического режима Оби на прирост деревьев через изменение термического режима почв и связанного с ним всего комплекса процессов, происходящих в них.

Глава 9. Структура многолетних колебаний некоторых элементов гидрологического режима Оби и прироста деревьев.

Известно, что главная роль в колебании речного стока принадлежит климатическим элементам – атмосферным осадкам и испарению. Изменчивость компонентов общей увлажненности наблюдается в циклах различной длительности – от 2–4 до 20–50 лет (Bruckner, 1890; Афанасьев, 1967; Шнитников, 1969; Дружинин, 1976). Это справедливо и для Нижней Оби.

Таблица 3. *Структура многолетних колебаний некоторых элементов гидрологического режима Нижней Оби.*

Район	Средняя длительность циклов, лет									
	20-40	12-14	10-11	7-7.9	5-6	4-4.9	3-3.9	2.7-2.8	2.3-2.5	2.1-2.2
Водность Оби за период открытого русла										
Октябрьское	25.0		11.8		6.7	4.4	3.2	2.7	2.4	2.1
Мужи	25.0	12.5		7.7	6.5	4.4	3.2	2.7	2.3	2.1
Суммарный уровень воды над низкой поймой										
Октябрьское	22.2		10.5		6.1	4.5	3.2	2.8	2.4	
Мужи	22.2	12.5		7.7		4.6	3.3	2.8	2.4	2.2
Максимальный уровень половодья										
Октябрьское	22.2		11.1	7.4	5.6	4.5	3.2	2.7	2.4	2.2
Мужи	40.0	13.3		7.4		4.3	3.4	2.7	2.4	2.2
Продолжительность затопления низкой поймы										
Октябрьское	25.0		11.1		5.9	4.5	3.2	2.7	2.4	2.1
Мужи	28.6	14.3	11.1	7.4	5.4	4.5	3.2	2.8	2.5	2.2-2.1

В обоих пойменных районах Нижней Оби отчетливо выявлены циклы малой продолжительности от 2 до 4 лет, но далее идет некоторое несовпадение в структуре колебаний сравниваемых элементов гидрологического режима (табл. 3). В Мужинской пойме хорошо выражены для всех исследуемых гидрологических элементов циклы продолжительностью 7 и 12–14 лет, не

Таблица 4. *Структура многолетних колебаний радиального прироста деревьев в пойме Нижней Оби.*

Ряд	Средняя длительность циклов, лет															
	30-40	25-29	20-24	15-19	10-14	8.0-9.0	7.0-7.9	5.5-6.0	5.0-5.4	4.0-4.9	3.5-3.9	3.0-3.4	2.8-2.9	2.7-2.8	2.3-2.6	2.1-2.2
Местообитания 1 зоны										Октябрьский пойменный район						
6И		28.6			12.5	9.5		6.7		4.4		3.4			2.4	
7ОС		28.6			12.5		7.4		5.4	4.5	3.5		2.9		2.5	2.2
										Мужинский пойменный район						
17И		25.0			13.3	8.3		6.4		4.6	3.8	3.4		2.7	2.3	2.1
8И		28.6			11.1		7.7	5.9		4.4	3.5			2.7		2.2
24И			20.0		11.1			6.8		4.9	3.9	3.4		2.7	2.3	2.1
32И			22.2		11.1			6.5		4.3	3.5	3.0		2.7		2.2
Местообитания 2 зоны										Октябрьский пойменный район						
1Е		25.0			11.8	8.3		5.9		4.3	3.5		2.9	2.6		2.1
1К		25.0			14.3		7.7		5.3	4.2		3.3		2.7	2.3	2.1
9К			22.0		12.5		7.1		5.4	4.3		3.3		2.7	2.3	
10К		25.0			14.3	8.7		6.9	5.3	4.2		3.4	2.9		2.5	2.2
										Мужинский пойменный район						
7Е			22.0		14.3	9.5		5.6			3.8	3.4	2.8	2.6	2.3	2.1
14Е	33.0			16.7	11.1		7.1	5.6		4.4	3.8		2.8		2.5	2.1
11К	40.0			15.4		8.7		6.4	5.4	4.0		3.4	2.9	2.6	2.3	2.1
13К	40.0						7.7			4.8		3.3	2.8			2.2
Местообитания 3 зоны										Октябрьский пойменный район						
3Е		25.0		15.4		9.5	7.1	5.7		4.3			2.9	2.6	2.4	2.2
3К		25.0			14.3	8.7		5.7		4.1			2.9	2.7	2.4	2.1
4К			20.0		13.3		7.1	5.7		4.7	3.8	3.3	2.8	2.6	2.3	
5Е		28.5		15.4		9.1			5.3	4.4		3.0		2.6		2.1
5К			22.2		14.3		7.4			4.8		3.2	2.9		2.4	2.1
										Мужинский пойменный район						
12К			20.0			9.5	7.4	5.5			3.8	3.2	2.8			2.2
1Л				15.4		9.5		6.9		4.2	3.8	3.0		2.7	2.4	2.2
Местообитания 4 зоны										Октябрьский пойменный район						
2К	33.3			15.4		8.0		5.7		4.3		3.3		2.7	2.4	2.2
8К				15.4	10.0			5.6		4.0		3.3	2.9	2.7	2.5	2.2
										Мужинский пойменный район						
19Е		25.0			11.1		7.1			4.4	3.5		2.9	2.6		2.1

выявленные в Октябрьской пойме, для которой хорошо прослеживаются 6- и11-летние циклы, которых нет в Мужинской пойме. Из более длительных циклов очень хорошо выражен 22–25-летний цикл в Октябрьской пойме, тогда как в Мужинской пойме присутствуют циклы длительностью от 22 до 40 лет.

Более стабильную структуру многолетних колебаний элементов гидрологического режима в Октябрьской пойме можно объяснить морфометрическими особенностями ее строения: меньшей шириной (в 3 раза), большим вертикальным профилем поймы (в 2 раза) и, соответственно, большей динамичностью протекания гидрологических процессов на фоне небольшой разницы в объеме стока.

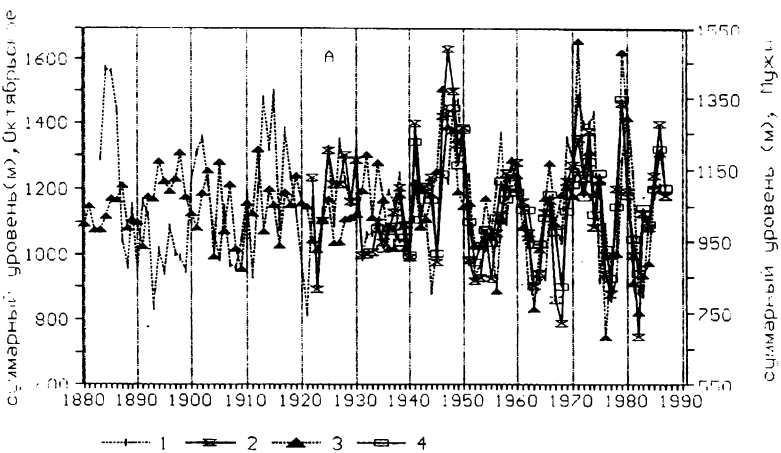
Результаты исследования структуры многолетних колебаний радиального прироста деревьев в двух пойменных районах представлены в табл. 4 и они во многом совпадают с результатами исследования структуры колебаний элементов гидрологического режима. Вобоих пойменных районах на всех исследованных местообитаниях наиболее четко выделяются циклы продолжительностью 4 года, а на местообитаниях 1 и 2 зон – 11- 14-летние циклы. Для 1 зоны местообитаний в обоих районах хорошо выражен 25–28-летний цикл, а в Октябрьской пойме он выражен и на местообитаниях 2 и 3 зон. Циклы длительностью более 30 лет характерны для местообитаний удаленных от поймы и не связаны с колебаниями гидрологического режима Оби.

Таким образом, можно предположить, что колебания радиального прироста деревьев на местообитаниях 1 и 2 зоны в Октябрьской, и 1 зоны Мужинской поймы вызваны многолетними колебаниями гидрологического режима Оби. Менее эти колебания выражены в приросте деревьев местообитаний 3 и 4 зоны в Октябрьской и 2, 3 и 4 зоны Мужинской поймы.

Глава 10. Использование древесно-кольцевых хронологий для реконструкции и прогноза элементов гидрологического режима Оби.

Исходя из выявленных устойчивых и значимых связей прироста деревьев с гидрологическим режимом Оби, на основе полученных ДКХ были выполнены реконструкции следующих элементов гидрологического режима Оби: водность

периода открытого русла, максимальные уровни июня и июля для Октябрьской поймы и максимальный уровень половодья для Мужинской поймы, продолжительность затопления низкой поймы, дат начала полного затопления низкой поймы для Мужинского района. Реконструированные ряды имеют



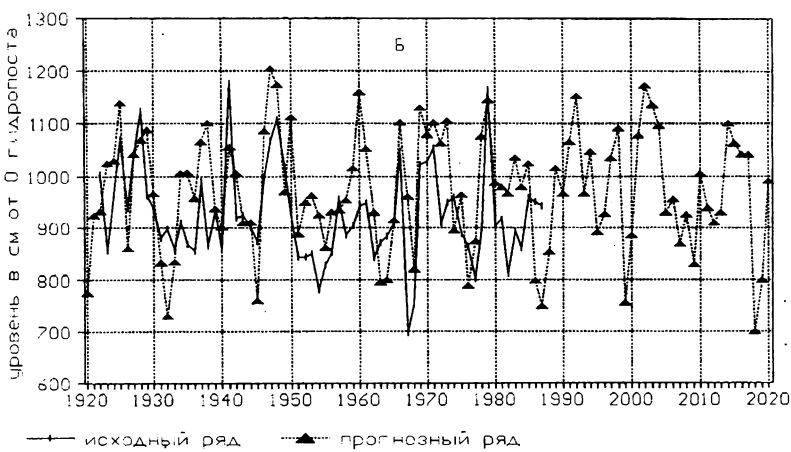


Рис. 6. *А – реконструкция водности Оби периода открытого русла для Октябрьской и Мужинской поймы (1, 2 – реконструированный и исходный ряды для Октябрьской поймы; 3, 4 – для Мужинской поймы). Б – исходный и прогнозный ряды максимального уровня половодья для Октябрьского пойменного района.*

длительность до 200 лет, значимую тесноту связи (r=0.60–0.72) и сходство (S=64–79%) с рядами элементов гидрологического режима, полученных на основе инструментальных наблюдений. На рис. 6А показан пример одной из реконструкций.

Прогнозный ряд строился для максимального уровня половодья периода открытого русла. Полученный прогнозный ряд имеет хорошую аппроксимацию с исходным рядом инструментальных замеров (r=0.64, S=80%, рис. 6Б). Просматривая полученный прогнозный ряд можно сказать, что:

– очередной минимум уровня половодья будет наблюдаться в 1995– 1996 гг., что в настоящее время подтверждается;

– пик очередного максимума половодья будет наблюдаться в 2002–2003 годах;

– в фазе роста уровня половодья в 1997–2002 гг. возможно проявление его минимального уровня в 1999–2000 гг., что, вероятно, будет связано с общей недостаточной увлажненностью водосборного бассейна Оби.

Выводы

1. Гидрологический режим Оби является основным экологическим фактором, определяющим величину и многолетнюю динамику радиального прироста древесной растительности поймы и соседних с ней местообитаний.

2. В пойме Нижней Оби и на прилегающих к ней территориях существуют различные зоны местообитаний, где влияние гидрологического режима на древесную растительность осуществляется напрямую (пойменные местообитания) или опосредованно, через изменение термического режима почв и атмосферного воздуха (надпойменные местообитания).

3. В исследованных пойменных районах, в зависимости от морфометрических особенностей и географического расположения, на древесную растительность оказывают наибольшее влияние различные элементы гидрологического режима Оби. В Октябрьской пойме это гидрологические условия июня (водность и максимальный уровень подъема полых вод) и максимальный уровень половодья периода открытого русла. В Мужинской пойме – это даты начала и продолжительность полного затопления

низкой поймы, а также водность Оби периода открытого русла. В обоих пойменных районах выявлена тенденция возрастания отрицательной связи прироста деревьев с водностью Оби периода открытого русла по мере удаления их местообитаний от поймы, что можно рассматривать как свидетельство климатообразующего влияния водности Оби.

4. Многолетние циклические колебания водности Оби вызывают синхронные колебания радиального прироста древесной растительности поймы и прилегающих к ней местообитаний, что проявляется в значительном запаздывании (на 1–3 года) реакции радиального прироста деревьев и его тесной связи с гидрологическими условиями предшествующих лет.

5. У лиственных видов деревьев из пойменных местообитаний формируются аномальные годичные кольца в годы с половодьями катастрофического характера, которые могут использоваться для определения лет с ними половодьями в прошлом.

6. Древесно-кольцевые хронологии всех видов исследованных деревьев хорошо описывают многолетнюю динамику изменений гидрологического режима Оби и могут использоваться для его реконструкции и прогноза.

Список работ по материалам диссертации.

1. *Миронов Б. А., Агафонов Л. И.* Экологические особенности лесов поймы Нижней Оби // Экология нефтегазового комплекса: Тез. докл. Москва 1988. С. 212–213.

2. *Агафонов Л. И.* Сезонный рост кедра в северном Приобье // Экология лесов Севера: Тез. докл. Сыктывкар, 1989. т. 1. С. 7–8.

3. *Миронов Б. А., Агафонов Л. И.* Методика отбора модельных деревьев для выявления влияния паводковых вод на радиальный прирост // Проблемы дендрохронологии и дендроклиматологии: Тез. докл. Свердловск, 1990. С. 108–109.

4. *Агафонов Л. И.* Радиальный прирост ивняков поймы Нижней Оби как индикатор режима поемности // Проблемы рационального использования, воспроизводства и экологического мониторинга лесов: Тез. докл. Свердловск, 1991. С. 5.

5. *Миронов Б. А., Агафонов Л. И.* Лесная растительность поймы Нижней Оби // Природа поймы Нижней Оби. Наземные экосистемы. Екатеринбург, 1992. С. 92–117.

6. *Agafonov L. I.* The Influence of Hydrological Regime on Radial Growth of Salix Alba in the Flood-Lands of the Lower Ob River // International Conference on Tree Rings, Environment, and Humanity: Relationsships and Processes. Tucson, Arizona, USA. P. 30.

7. *Агафонов Л. И.* Влияние гидрологического и температурного режимов на радиальный прирост лиственных видов деревьев в пойме Нижней Оби // Экология. 1995. N 4. С. 436–443.

8. *Агафонов Л. И.* Гидрологический режим как основной экологический фактор в лесах поймы Нижней Оби // Популяции и сообщества растений: экология, биоразнообразие, мониторинг: Тез. докл. междун. научн. конф. Кострома, 1996