ЛЕСОВЕДЕНИЕ, 2010, № 4, с. 9–18

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

*УДК 630*561.24:556.16+551.577.54*

ВЛИЯНИЕ СТОКА НИЖНЕЙ ОБИ НА РАДИАЛЬНЫЙ ПРИРОСТ ДЕРЕВЬЕВ*

© 2010 г. Л. И. Агафонов, М. А. Гурская

Институт экологии растений и животных УрО РАН
620144 Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202
E-mail: lagafonov@ipae.uran.ru
Поступила в редакцию 18.08.2007 г.

На севере Западной Сибири исследовано влияние стока нижней Оби на радиальный прирост основных древесных пород-лесообразователей – ели сибирской, кедра сибирского и лиственницы сибирской – из различных мест произрастания вблизи берега и на удалении 3−80 км от обской поймы. Выявлены отличия в климатических функциях отклика радиального прироста на температуру воздуха в октябре, а также повторяемость морозобойных повреждений годичных колец деревьев ели и кедра в зависимости от удаления от берега. Обсуждается связь прироста и образование морозобойных повреждений с влиянием стока нижней Оби.

Нижняя Обь, ель сибирская, кедр сибирский, лиственница сибирская, тепловой эффект речного стока, радиальный прирост деревьев, морозобойные повреждения.

О влиянии температурного режима воздуха летнего периода на радиальный прирост деревьев хорошо известно [24, 27]. На формирование величины прироста годичных колец в субарктическом регионе особенно сильно влияет температура воздуха июня и июля [2, 3]. Преимущественно исследования связи радиального прироста деревьев с температурой выполнялись на обширных водораздельных местоположениях вдали от крупных рек. Однако в Западной Сибири на формирование климата заметное влияние оказывает сток Оби [1]. В таком случае можно полагать, что косвенно речной сток будет оказывать влияние и на радиальный прирост деревьев, и на клеточную структуру годичных колец.

Цель данной работы – изучение связи между стоком Оби, температурой воздуха и шириной годичных колец, а также влияния температуры на образование в годичных кольцах морозобойных повреждений у деревьев, произрастающих как в непосредственной близости от береговой линии, так и на удалении от нее.

РАЙОН РАБОТ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование выполнено на материале, собранном в нижнем течении р. Оби в пределах Мужинского природного пойменного района [12] на территории Ямало-Ненецкого автономного округа. Для исследования использовались керны с живых деревьев ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb), кедра сибирского *(Pinus sibirica* Du Tour.) и лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.). Отбор кернов проводился на тест-полигонах в непосредственной близости от поймы, ширина которой в этом районе достигает 50 км [9], а также за пределами поймы на удалении 3−80 км.

Для выявления особенностей связи прироста с температурой воздуха, обусловленных влиянием реки, исследование проводили на 7 тест-полигонах (ТП), расположенных на обоих берегах Оби (рис. 1). Самые удаленные друг от друга ТП 1 Пароват и ТП 6 Ляксым-пугор расположены вдоль правого и левого коренных берегов Оби на расстоянии 120 км. На правобережье Оби в урочище Береговой керны взяты от трех древесных пород на двух тест-полигонах – на берегу (ТП 3) и на удалении от него на 3–5 км (ТП 2). На левом берегу Оби ТП 4 Лиственичный мыс и ТП 5 южный берег Войкарского сора расположены в устье р. Войкар при ее впадении в Обь, где в период с мая по сентябрь в результате подпора стока р. Войкар обскими водами образуется большое озеро – Войкарский сор площадью до 80 км^2. При этом ТП 4 представляет собой песчано-галечниковую косу, которая узкой полосой с северного берега вдается

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (05-04-48298, 08-04-00964).

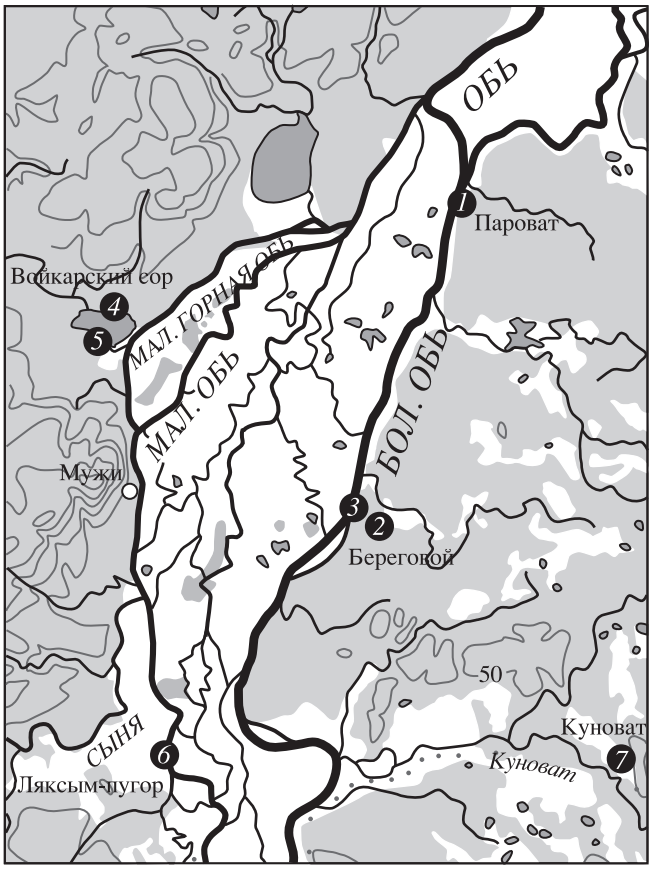

Рис. 1. Карта-схема района исследования. Тест-полигоны: *1* – ТП 1 Пароват; *2* – ТП 2 Береговой (3 км от берега); *3* – ТП 3 Береговой (берег); *4* – ТП 4 Войкарский сор (Лиственничный мыс); *5* – ТП 5 Войкарский сор (южный берег); *6* – ТП 6 Ляксым-пугор; *7* – ТП 7 Куноват.

в акваторию сора на 500 м. ТП 5 расположен южнее мыса на противоположном берегу Войкарского сора и в 4 км к западу от поймы Оби. Самым удаленным от поймы Оби является ТП 7, который располагается в 80 км к востоку от Оби в бассейне р. Куноват. Краткая характеристика древостоев, тест-полигонов и полученных древесно-кольцевых хронологий (ДКХ) приведена в табл. 1.

Керны отбирались буравом на высоте около 1.3 м от шейки корня преимущественно по два с каждого дерева. Подготовка образцов для дальнейших исследований проводилась по общепринятой методике [17]. Измерение ширины годичных колец выполнено на измерительном комплексе LINTAB-V. Полученные ДКХ перекрестно датировались визуально и в программах TSAP [26] и COFECHA [26]. Для устранения влияния возраста деревьев и других сигналов не климатического характера на динамику радиального прироста все хронологии были стандартизированы с помощью программы ARSTAN [25]. В этой же программе на основе стандартизированных индивидуальных хронологий были получены обобщенные ДКХ индексов прироста. При анализе связи радиального прироста ДКХ с температурой воздуха использовались так называемые остаточные (residual) обобщенные хронологии, в которых отсутствует автокорреляция прироста по сравнению со стандартной хронологией. Основные статистические характеристики обобщенных хронологий приведены в табл. 2. Для анализа связи радиального прироста деревьев с температурой воздуха использовалась программа DENDROCLIM2002 [20].

В анализ связи радиального прироста деревьев с температурой закладывались данные о средней за месяц температуре воздуха с августа текущего по сентябрь предшествующего года по метеостанции Салехард за период с 1883 по 1999 г. Ее удаленность от тест-полигонов составляет от 75 до 185 км. Хотя в районе исследования имеется метеостанция в с. Мужи (150 км южнее метеостанции Салехард), но ее ряд наблюдений короче на 51 год, а температура воздуха между этими станциями в период с мая по октябрь изменяется синхронно и имеет небольшой градиент. Все это послужило основанием для выбора в пользу данных метеостанции Салехард.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Все полученные хронологии имеют высокие средние коэффициенты корреляции индивидуальных серий (ель – 0.60–0.70; кедр – 0.60–0.69; лиственница – 0.67–0.78) и синхронности (ель – 0.82–0.92; кедр – 0.83–0.92; лиственница – 0.85–0.94) и заметно различаются по чувствительности древесных пород (табл. 2). Лиственница показывает более высокую чувствительность (0.30–0.42), чем ель (0.21–0.27) и кедр (0.21–0.29). Вероятно, более высокая чувствительность лиственницы объясняется ее способностью ежегодно сбрасывать хвою, тогда как хвоя ели и кедра на севере может жить до 7 лет. Отношения сигнала к шуму во всех хронологиях имеют средние значения 4–17, т.е. климатический сигнал в хронологиях достаточно выражен, при этом более высокие значения отношения сигнал/шум показывают хронологии с удаленных от берега тест-полигонов ТП 2 и ТП 7 у всех древесных пород (табл. 2).

Проведенный анализ связей между приростом и температурой воздуха показал для удаленных от берега тест-полигонов ТП 2 и ТП 7 значимое влияние на прирост преимущественно температуры июня текущего года (рис. 2) и температуры июня–июля

Таблица 1. Характеристика тест-полигонов и древесно-кольцевых хронологий (ДКХ).

Код ДКХ	Порода	Координаты, широта, долгота	Длина ряда, лет	Число деревьев	Условия увлажнения	Высота древостоя, м	Диаметр, см	Полнота древостоя
ТП 1. Пароват (правый берег)								
LPT	Л	65°58'с.ш., 65°56'в.д.	1557 – 1999, 443	27	Свежие	15	42	0.6
ТП 2. Береговой (правый берег), в 3 км от берега Оби								
EBD	Е	65°15 с.ш., 65°29' в.д.	1814 – 1997, 184	22	Свежие	15	40	0.5
KBD	К		1706 – 1997, 292	22	>>			
LBD	Л		1695 – 1997, 305	24	>>			
ТП 3. Береговой (правый берег)								
EBE	Е	65°15' с.ш., 65°25' в.д.	1879 – 1997, 119	20	Свежие	15	40	0.6
KBE	К		1866 – 1997, 132	17	>>			
LBR	Л		1861 – 1997, 137	19	>>			
ТП 4. Войкарский сор, Лиственничный мыс (левый берег Оби)								
ELM	Е	65°41' с.ш., 64°36' в.д.	1717 – 1996, 280	18	Свежие	17	46	0.7
LMY	Л		1538 – 1999, 462	32	>>			
ТП 5. Войкарский сор, южный берег (левый берег Оби)								
KVR	К	65°39' с.ш., 64°20' в.д.	1670 – 1996, 327	30	Влажные	14	40	0.3
LVS	Л		1732 – 1999, 268	14	>>			
ТП 6. Ляксым-пугор (левый берег Оби)								
KLY	К	64°55' с.ш., 64°57' в.д.	1670 – 1996, 327	34	Свежие	15	38	0.4
ELP	Е		1713 – 1996, 284	28	>>			
ТП 7. Куноват (удаление от Оби 80 км)								
EKU	Е	64°55' с.ш., 66°56' в.д.	1764 – 2002, 239	11	Свежие	15	38	0.5
KKD	К		1739 – 2002, 264	11	>>			
LKU	Л		1618 – 2002, 385	16	>>			

Примечание. Л – лиственница, Е – ель, К – кедр.

для береговых ТП (рис. 3). При этом выявилась отличительная особенность в отклике хронологий из береговых ТП по сравнению с ТП, удаленными от берега. Это отличие проявляется в отклике радиального прироста на температуру октября предшествующего года. Хронологии ели, кедра и лиственницы с ТП 2 и ТП 7 не имеют отклика прироста на температуру октября предшествующего года (рис. 2). В то же время, хронологии древесных пород с береговых ТП 1, 3, 4, 5 и 6 показывают значимую связь прироста с температурой октября предшествующего года (рис. 3). Исключение составляет лишь хронология LVS по лиственнице с ТП 5, удаленного от основного русла Оби на 4 км.

Для того чтобы объяснить выявленную связь радиального прироста ели, кедра и лиственницы с температурой воздуха октября предшествующего года, необходимо рассмотреть особенности влияния стока Оби на температурный режим поймы.

Известно, что крупные водные объекты оказывают влияние на метеорологический режим и отдельные элементы климата над акваторией поймы и сопредельных территорий [4, 8]. Для того чтобы показать это для обской поймы, сравнивали средние месячные температуры воды и воздуха в двух пойменных районах Нижней Оби – Мужинском и Салехардском (табл. 3). Для этого

Таблица 2. Основные статистические характеристики обобщенных хронологий индексов радиального прироста

Код ДКХ	Ширина годичных колец, мм, и стандартное отклонение	Средний коэффициент корреляции индивидуальных серий	Средний коэффициент синхронности	Коэффициент чувствительности	Отношение "сигнал/шум"	Коэффициент автокорреляции 1-го порядка
			ТП1			
LPT	0.69 ± 0.40	0.71	0.90	0.32	9	0.03
			ТП2			
EBD	0.57 ± 0.43	0.68	0.92	0.25	12	–0.14
KBD	0.46 ± 0.37	0.69	0.92	0.27	11	–0.06
LBD	0.36 ± 0.37	0.73	0.90	0.41	9	0.02
			ТП3			
EBE	0.94 ± 0.44	0.65	0.82	0.22	4	–0.06
KBE	1.32 ± 0.46	0.60	0.83	0.21	5	–0.10
LBR	0.99 ± 0.47	0.70	0.89	0.29	8	–0.04
			ТП4			
ELM	0.69 ± 0.41	0.70	0.92	0.27	12	–0.02
LMY	0.39 ± 0.39	0.67	0.85	0.42	5	0.02
			ТП5			
KVR	0.41 ± 0.38	0.64	0.87	0.28	7	–0.01
LVS	0.60 ± 0.37	0.69	0.87	0.33	7	–0.06
			ТП6			
ELP	0.58 ± 0.43	0.60	0.87	0.25	7	–0.04
KLY	0.36 ± 0.38	0.60	0.90	0.29	9	–0.01
			ТП7			
EKU	0.75 ± 0.41	0.67	0.89	0.21	9	–0.14
KKD	0.64 ± 0.39	0.67	0.90	0.22	9	–0.83
LKU	0.49 ± 0.40	0.78	0.94	0.30	17	–0.38

использовали данные инструментальных наблюдений на метеостанциях и гидрологических постах Мужи и Салехард, которые располагаются в непосредственной близости от берега, что важно для сравнения данных и характеристики климатического режима.

Действительно, из табл. 3 видно, что с мая по октябрь, даже в самый теплый месяц года – июль, средняя температура воды всегда выше, чем температура воздуха, на 1.3–2.9 °С. При этом следует отметить, что именно в октябре в Мужинском пойменном районе наблюдается максимальная, до 6 °С, разница между температурами воздуха и воды (в первой половине месяца в отдельные годы до 12 °С), так как в течение этого месяца Обь практически остается открытой, поскольку многолетняя средняя дата установления ледового покрова здесь приходится на 2 ноября [5, собственные расчеты авторов].

Мужинский пойменный район достаточно велик. Его площадь составляет 4800 км^2, а суммарная водная аккумуляция может достигать 18.3 км^3 [9] при высокой теплоемкости воды как физического тела. Если проанализировать связь водности Оби за период открытого русла (май−октябрь) с температурой воздуха, то получим значимые положительные связи в мае и октябре и отрицательные в июне–июле, а также за весь период открытого русла (табл. 4). Отрицательные связи указывают на охлаждающий эффект водности в июне–июле (выше водность – ниже температура воздуха), а положительные – на отепляющее влияние (выше водность – выше температура в мае и октябре). Наиболее сильный отепляющий эффект водности на температуру воздуха проявляется в мае, когда пойму заполняют более теплые полые воды, пришедшие с юга. В октябре на фоне сезонного понижения температуры воздуха водность Оби вновь оказывает отепляющее влия-

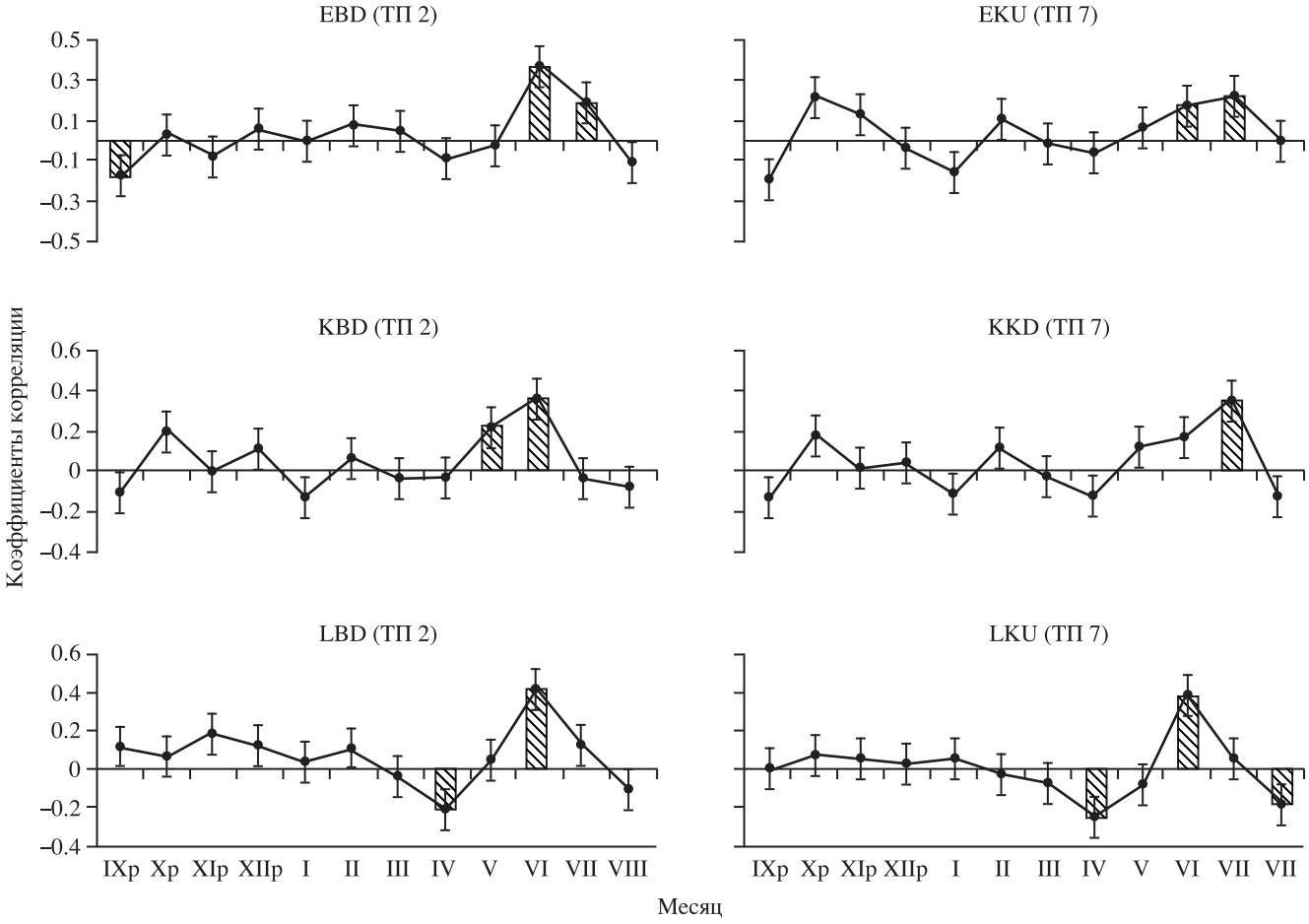

Рис. 2. Климатические функции отклика на температуру воздуха и их доверительные интервалы для обобщенных индексных ДКХ с удаленных от берега тест-полигонов: ТП 2 (слева), ТП 7 (справа) для ели, кедра и лиственницы. Значимые коэффициенты корреляции показаны столбиками. Буквенные коды хронологий даны по табл. 1.

Таблица 3. Средние значения температуры воздуха и воды Оби, коэффициентов корреляции *r* этих показателей для метеостанций и гидрологических постов Мужи и Салехард за период 1937–1987 гг.

Температура, °С	Месяц						
	V	VI	VII	VIII	IX	X	V–X
Мужи (65°23′ с.ш., 64°43′ в.д.)							
Воды	3.8	11.1	17.8	16.1	10.4	2.9	10.4
Воздуха	0.6	9.6	14.9	11.9	5.8	–3.1	6.6
Разница	3.2	1.5	2.9	4.2	4.6	6.0	3.8
r	0.78*	0.87*	0.81*	0.75*	0.77*	0.40*	0.82*
Салехард (66°31′ с.ш., 66°36′ в.д.)							
Воды	0.5	8.8	15.3	14.6	8.3	1.5	8.2
Воздуха	–1.4	8.2	14.0	11.3	5.3	–4.1	5.6
Разница	0.9	0.6	1.3	3.3	3.0	2.6	2.6
r	0.61*	0.72*	0.80*	0.74*	0.65*	0.59*	0.83*

* Различия статистически достоверны при $p < 0.05$.

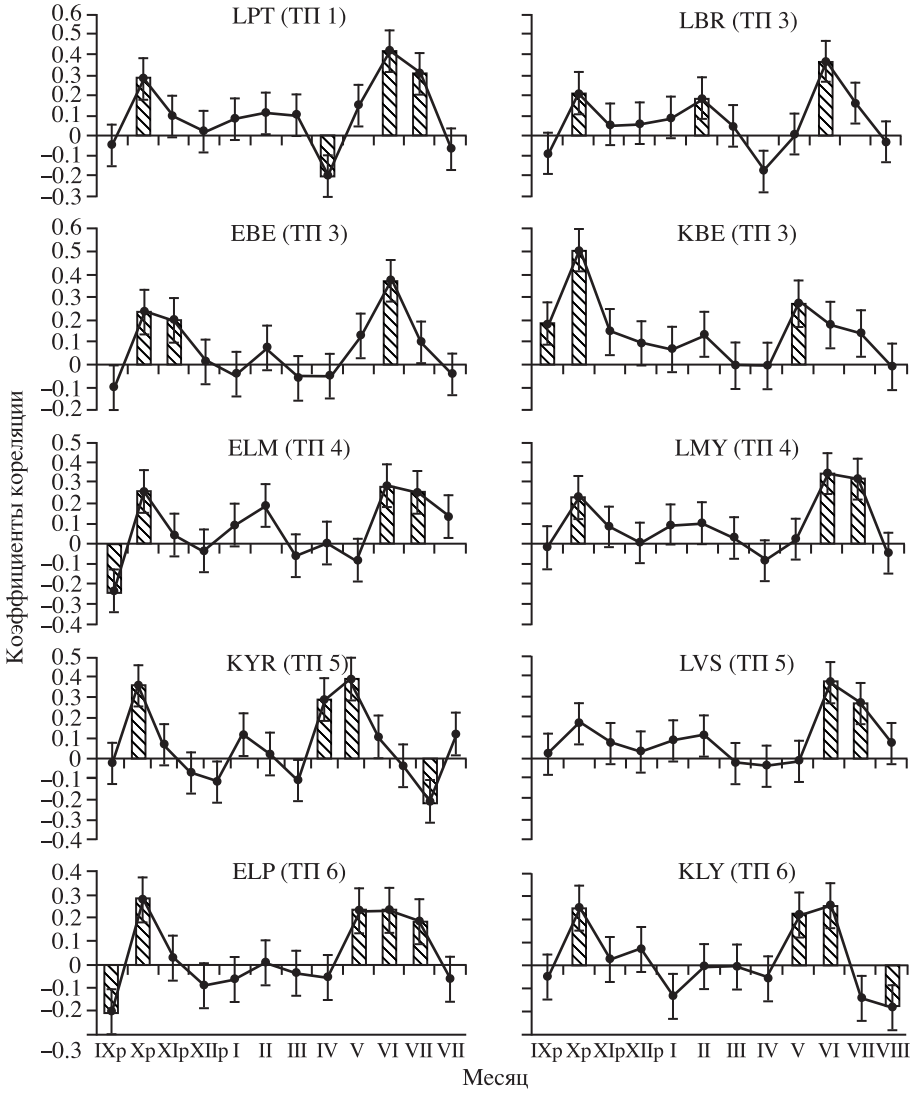

Рис. 3. Климатические функции отклика на температуру воздуха и их доверительные интервалы для обобщенных индексных ДКХ с береговых тест-полигонов ТП 1, 3, 4, 5, и 6 (номера тест-полигонов указаны в скобках) для ели, кедра и лиственницы. Значимые коэффициенты корреляции показаны столбиками. Буквенные коды хронологий даны по табл. 1.

ние благодаря тому, что вода как нагретое физическое тело излучает его в атмосферу, смягчая сезонное похолодание воздуха.

Можно полагать, что именно этот отепляющий эффект водности Оби в октябре отражается в отклике радиального прироста в следующем году у ели, кедра и лиственницы, произрастающих в непосредственной близости от берега. Механизм влияния отепляющего эффекта можно свести к двум основным физиологическим процессам. Во-первых, в сентябре–октябре физиологические процессы хвойных деревьев направлены на подготовку к зимнему периоду покоя, и чем благоприятнее условия среды в это время, тем лучше дерево подготовится к перезимовке. В частности, для сосны известно, что изменения ультраструктуры клеток мезофилла хвои, которые содержат наибольшее количество пластид, начинаются в августе, а в полной мере проявляются в сентябре–октябре [15].

Во-вторых, известно, что фотосинтез у хвойных деревьев (сосны, ели, лиственницы) в осенний период может быть достаточно активным и зависит от температуры воздуха и почвы, а также количества доступной почвенной влаги [14, 18]. При этом фотосинтетическая продуктивность в осенний период (с 1 сентября до конца октября–первой декады ноября) может достигать у

Таблица 4. Коэффициенты корреляции *r* температуры воздуха и водности Оби в Мужинском и Салехардском пойменных районах за период 1934–1996 гг.

Месяц						
V	VI	VII	VIII	IX	X	V–X
Мужи						
0.61*	–0.33*	–0.12	–0.21	0.02	0.35*	–0.46*
Салехард						
0.45*	–0.28*	–0.25*	–0.16	0.07	0.34*	–0.44*

* Различия статистически достоверны при $p < 0.05$.

сосны 14% от сезонной продуктивности, у ели – 20%, у лиственницы – 14% [13], а фотосинтез может происходить даже при достаточно низких отрицательных температурах, до −7 °С [10], хотя при этом отсутствует транспорт ассимилятов и они депонируются в хвое или побегах [15].

Помимо пигментов, содержащихся в хвое, значительное их количество содержится в коре побегов (особенно молодых), стволе, древесине, почках, и они также способны осуществлять фотосинтез. При этом также известно, что концентрация хлорофилла в коре побегов возрастает к концу вегетации [16]. Возможно, эти моменты и вызывают специфическую реакцию радиального прироста текущего года у лиственницы из береговой зоны на температуру воздуха октября предшествующего года, поскольку на севере уже к средине сентября лиственничная хвоя полностью желтеет и осыпается.

Скорее всего, высокая интенсивность фотосинтеза в осенний период и накопление ассимилятов обеспечивают “легкий старт” радиального прироста древесины в следующем году. В октябре в условиях берега температурный режим воздуха и почв более благоприятен для фотосинтетической активности деревьев, чем на удалении нескольких километров, где отепляющий эффект стока Оби уже незначителен или не выражен вовсе. В связи с этим деревья из этих мест произрастания (ТП 2 и ТП 7) и не показывают значимого отклика прироста на температуру октября предшествующего года.

К сожалению, авторы не располагают данными экофизиологических исследований сезонной динамики фотосинтеза в подобных условиях, и лишь полевые эксперименты могут окончательно подтвердить полученные результаты о положительном отепляющем влиянии водности Оби на более высокую физиологическую/фотосинтетическую активность деревьев береговой зоны в сравнении с удаленными от берега условиями произрастания.

Еще одним свидетельством влияния стока Оби на климатические условия и радиальный прирост деревьев могут быть морозобойные кольца. Для этого все керны деревьев с ТП 2 и 3 были тщательно просмотрены с целью выявления морозобойных повреждений годичных колец.

Морозобойные кольца формируются в древесине хвойных деревьев под влиянием заморозков в течение вегетационного сезона. Чаще и сильнее всего повреждаются молодые деревья. Положение повреждения в пределах годичного кольца зависит от времени наступления заморозка [6].

Сравнивали два ближайших ТП 2 и ТП 3. Морозобойные повреждения были найдены у кедра и ели на обоих ТП. У кедра выявлено больше повреждений, чем у ели. В кернах лиственницы повреждения не выявлены. Перекрестной датировкой были определены годы формирования морозобойных повреждений в годичных кольцах (табл. 5).

Таблица 5. Частота проявления морозобойных повреждений у всех моделей кедра и ели на тест-полигонах 2 и 3 (коды хронологий даны в соответствии с табл. 1)

Год	ТП2		ТП3	
	KBE	EBE	KBD	EBD
1708			+	
1722			+	
1729			+	
1734			+	
1735			+	
1738			+	
1741			+	
1748			+	
1768			+	
1773			+	
1779			+	
1780			+	
1803			+	
1859				+
1863				+
1868	+			
1876				+
1894			+	
1898				+
1901	+			+
1907			+	
1910	+			+
1912	+			+
1917			+	
1920	+	+	+	+
1927	+	+		
1969	+			

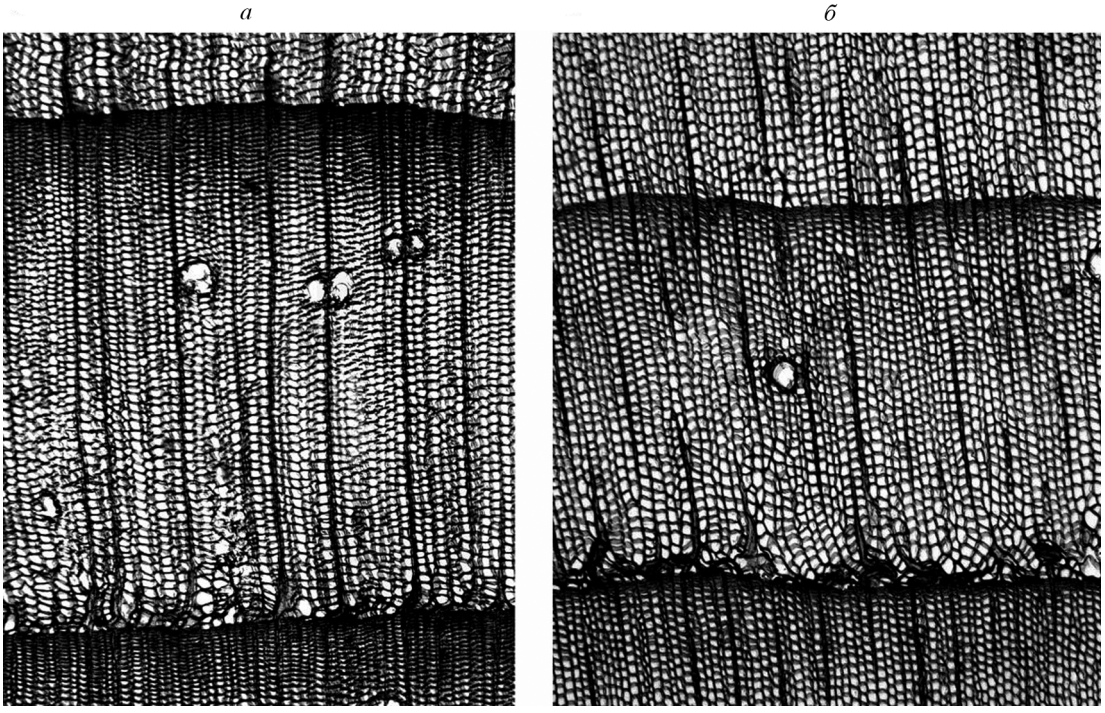

Рис. 4. Морозобойное повреждение 1920 г. у ели (*а*) и у кедра (*б*), увеличение 50×.

Общими для всех хронологий являются морозобойные кольца, сформировавшиеся в 1920 г., поэтому для этого года проведен детальный анализ повреждений. У всех образцов, у которых было выявлено повреждение клеток годичного кольца, они располагались в самом начале слоя прироста (рис. 4). Положение повреждения в начале годичного кольца указывает, что в этот год заморозок был в самом начале периода вегетации, сразу же после весенней реактивации камбиальных клеток.

Образование морозобойных повреждений зависит от возраста деревьев. На ТП 2 к 1920 г. максимальный возраст кедра, у которого выявлено морозобойное повреждение, составил 180 лет, а у ели соответственно 67 лет. В кернах кедра с ТП 3 максимальный возраст дерева составил 43 года, а для ели – 44 года, т.е. поврежденные деревья были значительно моложе.

Для выявления ТП с наиболее сильными заморозками и соответственно наиболее сильным повреждающим воздействием на деревья необходимо рассчитать долю поврежденных деревьев. Известно, что при достижении деревом определенного возраста и морфометрических характеристик повреждения перестают формироваться. Методика выбора моделей для расчета доли морозобойных повреждений годичных колец деревьев в разновозрастных древостоях в конкретный год, когда наблюдалось это явление, описана в работе [7].

По предложенной методике в данном исследовании для сравнения количества поврежденных деревьев на изучаемых ТП выбрали модели, возраст которых в 1920 г. был меньше максимального возраста деревьев с повреждениями, установленного для каждого вида на каждом ТП. Согласно методике на ТП 2 было выбрано 4 дерева кедра возрастом до 180 лет и 7 деревьев ели в возрасте до 67 лет к 1920 г. Морозобойные повреждения в этот год были выявлены у трех и семи деревьев соответственно. Таким образом, у деревьев, произрастающих на ТП 2, повреждено в 1920 г. 75% кедра и 100% ели. У деревьев, произрастающих на ТП 3, было выбрано 7 моделей кедра и 5 моделей ели, которые удовлетворяли указанному условию для этого ТП. Поврежденных в 1920 г. деревьев оказалось меньше, а именно 4 кедра и 3 ели, что в процентном отношении составило 57 и 60%, соответственно.

Многочисленные литературные источники указывают, что возраст деревьев, когда повреждения прекращают формироваться, составляет в среднем около 30–40 лет [7, 11, 19, 21, 22, 23]. Наиболее вероятно, что существенное увеличение возраста чувствительности деревьев к влиянию низких температур на ТП 2 связано с увеличением частоты и силы заморозков здесь по сравнению с ТП 3. Морозобойные повреждения годичных колец указывают на различия микроклиматических условий,

существующих на ТП 2 и 3 не только осенью, но и в первой половине сезона вегетации. Вблизи реки заморозки менее часты и не так сильны по сравнению с удаленными от берега местообитаниями из-за влияния речного стока, который уменьшает суточную амплитуду температуры воздуха. Случаи понижения температуры до критических значений (вызывающих морозобойные повреждения клеточной структуры) в период формирования годичных колец деревьев случаются здесь значительно реже. Увеличение частоты и силы морозобойных повреждений по мере удаления от берега мы связываем с ослаблением теплового влияния стока Оби на температуру воздуха.

Заключение. По результатам выполненного исследования можно утверждать, что сток Нижней Оби, формируя специфический температурный режим воздуха в период с мая по октябрь, оказывает в регионе влияние на радиальный прирост и клеточную структуру годичных колец древесины основных пород лесообразователей – ели, кедра и лиственницы. Выявленные значимые связи прироста ели и кедра с температурой октября указывают на возможность реконструкций температур прошлых столетий. Таким образом расширяются возможности использования древесно-кольцевых хронологий, которые ранее применялись только для реконструкций температур июня и июля. Реконструирование температуры воздуха октября позволит расширить наше понимание гидролого-климатических процессов и условий роста деревьев в прошлом в долинах и поймах крупных рек.

Авторы благодарят С.Г. Шиятова, В.С. Мазепу и Р.М. Хантемирова за высказанные замечания к рукописи статьи, а также экипаж теплохода “Зоолог” и Экологический научно-исследовательский стационар Института экологии растений и животных УрО РАН (г. Лабытнанги, Ямало-Ненецкий автономный округ) за обеспечение экспедиционных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Агафонов Л.И., Мазепа В.С.* Сток Оби и летняя температура воздуха на севере Западной Сибири // Изв. АН. Сер. географ. 2001. № 1. С. 80–92.
2. *Ваганов Е.А., Шашкин А.В.* Рост и структура годичных колец хвойных. Новосибирск: Наука, 2000. 227 с.
3. *Ваганов Е.А., Шиятов С.Г., Мазепа В.С.* Дендроклиматические исследования в Урало-Сибирской Субарктике. Новосибирск: Наука, 1996. 246 с.
4. Влияние водохранилищ лесной зоны на прилегающие территории / Под ред. Л.С. Вендрова. М.: Наука, 1970. 220 с.
5. Государственный Водный Кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Л.: Гидрометеоиздат, 1984. Т. 1. РСФСР. Вып. 10. 320 с.
6. *Гурская М.А., Шиятов С.Г.* Образование двух повреждений в одном морозобойном кольце у ели сибирской в условиях Западно-Сибирской лесотундры // Экология. 2002. № 2. С. 83–90.
7. *Гурская М.А. Шиятов С.Г.* Распределение морозобойных колец в древесине хвойных деревьев // Экология. 2006. № 1. С. 1–8.
8. *Дьяконов К.Н.* Влияние крупных водохранилищ на леса прибрежной зоны. Л.: Гидрометеоиздат, 1975. 126 с.
9. Ландшафтно-гидрологические характеристики Западной Сибири. Иркутск, 1989. 222 с.
10. *Лир Х., Польстер Г., Фидлер Г.И.* Физиология древесных растений. М: Лесная пром-сть, 1974. 420 с.
11. *Нилов В.Н., Чертовской В.Г.* О действии заморозков на подрост ели // Экология. 1975. № 4. С. 47–52.
12. *Петров И.Б.* Обь-Иртышская пойма (типизация и качественная оценка земель). Новосибирск: Наука, 1979. 136 с.
13. *Суворова Г.Г., Щербатюк А.С., Янькова Л.С., Копытова Л.Д.* Фотосинтетическая продуктивность *Pinus sylvestris, Picea obovata и Larix sibirica* // Ботан. журн. 2002. Т. 87. № 9. С. 99–109.
14. *Суворова Г.Г., Щербатюк А.С., Янькова Л.С., Копытова Л.Д.* Максимальная интенсивность фотосинтеза ели сибирской и лиственницы сибирской в Прибайкалье // Лесоведение. 2003. № 6. С. 58–65.
15. *Судачкова Н.Е., Гирс Г.И., Прокушкин С.Г. и др.* Физиология сосны обыкновенной. Новосибирск: Наука, 1990. 248 с.
16. *Харук В.М., Терсков И.А.* Внелистовые пигменты древесных растений. Новосибирск: Наука, 1982. 88 с.
17. *Шиятов С.Г., Ваганов Е.А., Кирдянов А.В., Круглов В.Б., Мазепа В.С., Наурзбаев М.М., Хантемиров Р.М.* Методы дендрохронологии. Часть 1. Основы дендрохронологии. Сбор и получение древесно-кольцевой информации. Красноярск: Изд. центр Красноярского гос. университета, 2000. 80 с.
18. *Щербатюк А.С., Суворова Г.Г., Янькова Л.С., Русакова Л.В., Копытова Л.Д.* Видовая специфичность реакции фотосинтеза хвойных на факторы среды // Лесоведение. 1999. № 5. С. 41–49.
19. *Bailey J.W.* The “Spruce Budworm” Biocoenose: I. Frost rings as indicators of the chronology of specific biological events // Bot. Gaz. 1925. V. LXXX. P. 93–101.

20. *Biondi F., Waikul K.* DENDROCLIM2002: A C++ program for statistical calibration of climate signals in tree-ring chronologies // Computers & Geosciences. 2004. V. 30. P. 303–311.

21. *Block J., Treter U.* The limiting factors at the upper and lower forest limits in the mountain-woodland steppe of Northwest Mongolia / Tree rings and people: An International Conference on the Future of Dendrochronology. 22–26 september 2001. Davos, Switzerland, 2001. P. 250–251.

22. *Day W.R., Peace T.R.* The influence of certain accessory factors on frost injury to forest trees // Forestry. 1937. V. 11. P. 3–29.

23. *Fayle D.C.F.* Frost ring formed in 14-m tall red pine // Forestry Chronicle. 1981. V. 57. № 3. P. 123.

24. *Fritts H.* Tree rings and climate. London, N.Y., San Francisco: Academic Press, 1976. 567 p.

25. *Holmes R.L.* Computer-assisted quality control in tree-ring data and measurement // Tree-ring bulleting, 1983. V. 43. P. 69–78.

26. *Rinn F.* TSAP. Reference manual. Version 3.0. Germany, Heidelberg: Frank Rinn, 1996. 263 p.

27. *Schweingruber F.H.* Tree rings and environment. Dendroecology. Bern, Stuttgart, Vienna: Paul Haupt Publishers, 1996. 609 p.

The Influence of the Ob River Runoff on Radial Increment of Trees

L. I. Agafonov, M. A. Gurskaya

The influence of the Ob River runoff (the northern part of Western Siberia) on the radial growth of the main forest-forming tree species (Siberian spruce – *Picea obovata* Ledeb.), Siberian stone pine – *Pinus sibirica* Du Tour.), and larch (*Larix sibirica* Ledeb.) was studied at the riverside and at distances of 3–80 km from the Ob floodplain. Traditional dendrochronological methods of collection, preparation, and data processing were used. The differences in responses of the radial increment to air temperature in October and repeated disturbance of tree annual rings by frost were found in Siberian spruce and Siberian stone pine. These differences were related to the distance of the test sites from the Ob River banks. The relations between the radial tree growth and formation of annual rings disturbed by frost aganist the river streamflow are discussed.