

НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ

Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии

2018. – Т. 27, № 1. – С. 131-138.

УДК551.583+581.584 + 581.526

DOI: 10.24411/2073-1035-2018-10003

ДЕНДРОИНДИКАЦИЯ КЛИМАТОГЕННОЙ ДИНАМИКИ ПРОДУКТИВНОСТИ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ НА ТИХООКЕАНСКОМ МЕГАЭКОТОНЕ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ

© 2018 Э.Г. Коломыц¹, П.С. Петренко²

¹ Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти (Россия)

² Филиал Комсомольский ФГБУ «Заповедное Приамурье». г. Комсомольск-на-Амуре (Россия)

Поступила 25.05.2017

Анализом дендрохроноклиматических рядов по кернам модельных деревьев уствновлены определенные связи динамики продуктивности островных и окраинно-материковых лесов со сменой основных циркуляционных эпох на Тихоокеанском мегаэктоне Северной Евразии. Выявленные тенденции роста, либо, наоборот, снижения продуктивности бореальных лесов наиболее конформны атмосферным процессам в окраинно-материковом субпацифическом секторе мегаэктона. В неопацифическом же островодужном секторе такая однозначная связь отсутствует. Проведенный сравнительный анализ дендрохроноклиматических рядов двух секторов Северо-Западной Пацифики показал также отсутствие полной синхронности этих рядов как по климатическим параметрам, так и по продуктивности лесов.

Ключевые слова: вулканические острова, материковая окраина, бореальные лесные экосистемы, дендрохронологические ряды, циркуляционные эпохи, климатические колебания.

Kolomyts E.G., Petrenko P.S. Dendro-indication of climate dynamic of forest ecosystems productivity on the Pacific Ecotone of Northern Eurasia. – The analysis of the dendrochrono-climatic series by model tree cores has revealed a certain relationship between the dynamics of productivity of insular and marginal-continental forests and the change of the main circulation epochs on the Pacific Ocean mega ecotone of Northern Eurasia. The revealed tendencies of the increase or, on the contrary, decrease in the production of boreal forests are most conformal to the atmospheric processes in the marginal-continental sub-Pacific sector of the mega ecotone. In the Neo-Pacific insular-arc sector there is no such unambiguous relationship. The comparative analysis of the dendrochrono-climatic series of the two Northwestern Pacific sectors has also shown the absence of complete synchronization of these series both by climatic parameters and by forest productivity.

Key words: volcanic islands, continental frontier areas, boreal forest ecosystems, circulation epochs, climatic changes.

ВВЕДЕНИЕ

¹Известным индикатором как естественных (гелиофизических, климатических, эдафиче-

ских и др.), так и антропогенных изменений экосистем в планетарном, региональном и локальном масштабах служит многолетняя динамика прироста деревьев по диаметру (Битвинский, 1974; Адаменко и др., 1982; Горчаковский, Шиятов, 1985; Кренке, 1995; Бочкарев, 2006; Дьяконов и др., 2012; Дьяконов, 2014). Возникло целое научное направление в учении о ритмах биосферы – дендроклиматохронология, занимающаяся восстановлением климатиче-

¹ Коломыц Эрланд Георгиевич, доктор географических наук, профессор, egk2000@mail.ru; Петренко Полина Сергеевна, кандидат географических наук, старший научный сотрудник, petrenkopolina8710@mail.ru

ских условий прошлого по годичным древесным кольцам на основе выявляемых корреляционных связей динамики прироста деревьев с колебаниями солнечной активности, с ритмами атмосферной циркуляции, с многолетним изменением температуры воздуха и атмосферных осадков.

В данном исследовании мы не стали применять уже достаточно разработанные статистические методы дендрохронологии: расчеты коэффициентов синхронности прироста древесных колец, ранжирование прироста с помощью периодограмм Фурье, построение обобщенных хронологий прироста, использование специальных программ ARSTAN и STATISTICA и т.д. (Cook et al., 1990; Cook, Holmes, 1999; Дьяконов и др., 2012). Перед нами стояла более простая задача – выявить по 10–11-летним скользящим средним дендрохронологических рядов модельных деревьев *наиболее общие закономерности динамики продуктивности лесов* двух рассматриваемых нами экорегионов при тех или иных вариациях фоновых гидротермических условий. При этом величина годичного прироста древесных колец была принята, согласно (Дьяконов, 2014), как показатель общей продуктивности лесного сообщества.

Керны модельных деревьев (хвойных пород) были взяты из двух экорегионов на Юге Российского Дальнего Востока: 1) окрестностей вулкана Менделеева на о-ве Кунашир Южно-Курильской гряды и 2) Комсомольского заповедника в Нижнее Приамурье. Первый экорегион относится, согласно (Сочава, 1980), к островодужному Неопацифическому сектору Тихоокеанского мегаэктона, второй – к окраинно-

материковому сектору Субпацифики. По ботанико-географическому районированию (Атлас Курильских..., 2009), Менделеевский экорегион входит в Курильско-Хоккайдский округ и Южно-Курильский район с господством темнохвойно-широколиственных лесов, обогащенных южными восточноазиатскими элементами. Экорегион же Комсомольского заповедника принадлежит обширной Амуро-Сахалинской физико-географической области (Сочава, 2005) и входит в Нижнеамурскую ветвь трансконтинентального бореального экотона Евразии (Базилевич и др., 1986), с сохранившимися еще крупными массивами хвойных и хвойно-широколиственных лесов.

1. ЭМПИРИЧЕСКИЕ СВЯЗИ ПРОДУКТИВНОСТИ ЛЕСОВ С КЛИМАТИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ

Для лесных сообществ Менделеевского экорегиона получены нелинейные парциальные зависимости общей продуктивности от средней августовской температуры и годового количества осадков (рис. 1). Здесь важно отметить общую положительную связь в первом случае и отрицательную – во втором, что говорит о неоднозначном интерферирующем воздействии указанных предикторов на продуктивность южнокунаширских лесов. Так, термоаридный тренд должен способствовать повышению продуктивности, в особенности на первых этапах процесса термоаридизации. В дальнейшем скорость роста продуктивности будет снижаться.

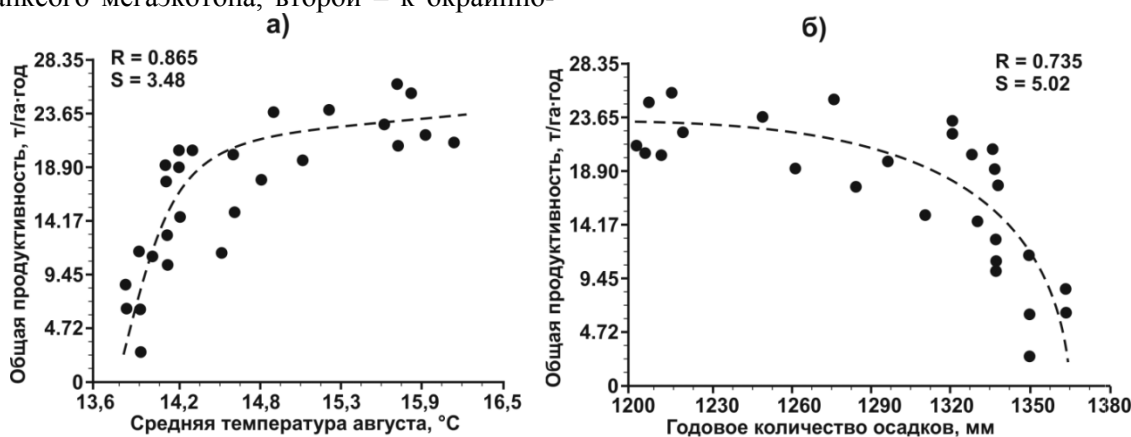


Рис. 1. Менделеевский вулканический ландшафт. Корреляционные связи общей продуктивности лесных сообществ (PC) с климатическими параметрами

При холодно-гумидном же климатическом сигнале лесные сообщества должны, наоборот, сокращать свою продуктивность, причем сначала сравнительно медленно, а затем все более

интенсивно. В обоих случаях температура и осадки будут интерферировать с одинаковым знаком, усиливая друг друга.

Таблица

Нижнее Приамурье. Комсомольский заповедник. Корреляционные связи таксономических (средневзвешенных) норм общей продуктивности лесных сообществ с гидротермическими условиями почвы

Параметры	Группы типов леса					
	Широколиственная	Кедрово-широколиственная	Елово-широколиственная	Пихтово-еловая	Лиственничная	Лесоболотная (мари)
Область доминирования температуры почвы на глубине 50 см	12.0–13.5	13.5–16.6	7.1–10.7	8.0–9.5	9.0–10.0	7.1–10.0
Состояние влажности почвы в гор. А1 и В	Свежее и сухое	Сухое и свежее	Влажное и свежее	Сырое	Свежее и влажное	Мокрое
Общая продуктивность лесного сообщества, т/га·год	8.07	8.52	8.10	6.02	8.57	3.45

Гораздо более сложная картина возникнет при холодно-аридном климатическом тренде, который ожидается в регионе Южных Курил на ближайшие столетия по глобальной прогнозной модели E GISS (Climate Change..., 1996). Понижение летней температуры должно вызвать сокращение продуктивности лесов, а уменьшение годовых осадков – их увеличение. При этом решающую роль сыграет соотношение термических и плювиометрических градиентов продуктивности (эти градиенты представлены на графиках связей степенью крутизны самих кривых). На начальных этапах холодно-аридного тренда, когда будет доминировать плювиометрический градиент (при слабо выраженном градиенте термическом), следует ожидать рост продуктивности лесов, а в дальнейшем, по мере усиления термического градиента и ослабления градиента плювиометрического, наступит этап сокращения продуктивности. В целом же холодно-аридный сигнал вызовет гораздо меньшие вариации продукционных процессов по сравнению с сигналами термоаридным и холодно-гумидным.

Общие гидротермические условия продуктивности бореальных лесов Нижнего Приамурья характеризуются в неявном виде по температуре и влажности почвы (см. таблицу). Наиболее высокой продуктивностью (почти в равной степени) отличаются кедрово-широколиственные и лиственничные леса. Однако если в первом случае максимум *РС* достигается благодаря исключительно высокой температуре почвы в условиях недостаточного эдафического увлажнения, то во втором – за счет повышенной влажности почвы, которая компенсирует недостаток тепла. Некоторое

снижение температуры почвы в широколиственных лесах по сравнению с кедрчарами (при почти той же почвенной влажности) вызывает определенное сокращение продуктивности лесов. В условиях еще более низких температур елово-широколиственные леса на влажных и свежих почвах обладают гораздо более высокой производительностью по сравнению с пихто-ельниками, с их сырыми почвами. Минимальной продуктивностью отличаются переувлажненные редкостойные лиственничные мари, несмотря на то, что летом здесь верхние горизонты почвы прогреваются достаточно хорошо.

Таким образом, в целом можно полагать, что в окраинно-материковом экорегионе Нижнего Приамурья максимальная продуктивность бореальных лесов достигается в условиях наиболее теплого и сухого вегетационного периода, либо при сочетании пониженной температуры с умеренным увлажнением. Однако переход к повышенному увлажнению при относительно низких летних температурах резко снижает производительность лесов.

2. ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ РЕАКЦИИ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ НА КЛИМАТИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ

Полученные средние скользящие 10-летние кривые прироста древесных колец показали в большинстве случаев определенную согласованность многолетнего хода, хотя встречаются отдельные особи древостоев, которые оказываются метахронными большинству особей (с временным сдвигом прироста) и даже имеют противоположный с ними ход (отрицательную синхронность). Это существенно снизило до-

стоверность дендрохроноклиматических связей и вынудило вести поиски таких связей по выборочным особям, которые проявили наибольшую чувствительность к внешним климатическим сигналам. Невысокие коэффициенты корреляции ($\leq 0,70-0,75$) прироста древесных колец с этими сигналами обусловлены существенным «шумовым» эффектом внутренних фитоценологических взаимоотношений в самом лесном сообществе и соответствующими эдафическими режимами, которые непрерывно меняются на протяжении срока жизни каждого поколения древостоев. Снижение степени межфациальной синхронности прироста колец обусловлено внутриландшафтной дискретностью локальных геоморфологических и почвенно-гидрологических условий (Дьяконов, 2014). Именно по этой причине большинство кернов не дали значимой зависимости динамики прироста древесных колец с погодичным ходом гидротермических условий. Такие связи, да и то весьма выборочные, обнаружены только для тех климатических параметров, которые имеют в данном регионе наиболее резко выраженный амплитуды своих межгодовых изменений.

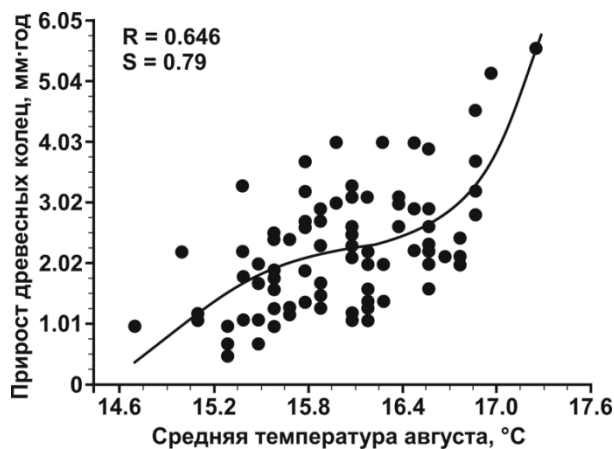


Рис. 2. Менделеевский островной ландшафт. Связь годовичного прироста древесных колец со средней температурой августа. Взят образец пихтового керна в горном темнохвойно-лесном поясе (абс. высота 510 м), с возрастом дерева 124 г. Интервал времени, взятый для анализа, – 1880–1972 гг.

Для Менделеевского вулканического ландшафта по выборочным кернам выявлена общая тенденция увеличения годовичного прироста древесных колец $M_{\text{ДК}}$ с ростом средней температуры августа t_{VIII} (рис. 2). Линейный вариант этой связи выражается уравнением:

$$M_{\text{ДК}} = 1.06 \cdot t_{\text{VIII}} - 14.74;$$

$$R = 0.590; S = 0.82 \text{ мм.}$$

Здесь R – коэффициент корреляции; S – статистическая ошибка.

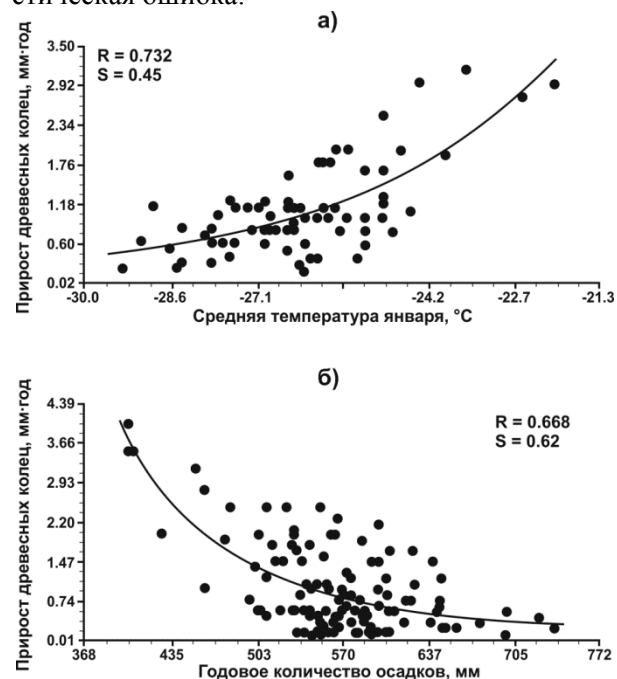


Рис. 3. Комсомольский заповедник. Связи годовичного прироста древесных колец со средней температурой января (а) и годовым количеством осадков (б). Взят образец елового керна в средней полосе низкогорья (абс. высота 250 м), с возрастом дерева 130 лет (1886–2016 гг.)

Продуктивность бореальных островодужных лесов северо-западной Неопацифики определяется термическими условиями вегетационного периода не более чем на 35%. Остальное – вклад помянутого выше «информационного шума». В большинстве образцов керна этот «шумовой» эффект почти целиком заглушает внешние климатические сигналы, особенно сигналы атмосферного увлажнения. По этой причине связи параметра $M_{\text{ДК}}$ с годовым количеством осадков здесь не обнаружены. Однако, как уже было показано (см. рис. 1), росту продуктивности островодужных лесов, находящихся в условиях крайне избыточного атмосферного увлажнения, должно способствовать уменьшение осадков.

В окраинно-материковом низкогорном ландшафте Комсомольского заповедника выявлены определенные, хотя и весьма «размытые», связи годовичного прироста древесных колец со средней температурой января $t(\text{янв})$ и годовой суммой осадков $r(\text{год})$ (рис. 3). В первом случае связь положительная, во втором – отрицательная:

$$M_{\text{ДК}} = a \cdot b^{t(\text{янв})}, \text{ где } a = 1490.6; b = 1,32; R = 0,732;$$

$M_{\text{ДК}} = a \cdot e^{b/r(\text{год})}$, где $a = 0.026$; $b = 1995.56$; $R = 0,668$.

С повышением зимней температуры воздуха улучшаются в целом условия перезимовки деревьев, увеличивается продолжительность вегетационного периода и соответственно возрастает продуктивность древостоев. Этот рост идет по восходящей траектории, которая описывается модифицированной степенной функцией. Относительно слабая межгодовая изменчивость средней температуры июля (см. ниже рис. 5) не позволила выявить сколько-нибудь значимого ее влияния на динамику продуктивности скелетной массы древостоев.

Как и в островной Неопацифике, на субпацифической материковой окраине продуктивность бореальных лесов возрастает при сокращении осадков, т.е. при ослаблении действия летнего океанического муссона в обоих секторах Тихоокеанского мегаэктона Евразии. В Японии и Южных Курилах львиная доля годовой суммы осадков поставляется летним юго-западным океаническим муссоном (Аракава, 1975). При ослаблении муссонных дождей снижается летнее переувлажнение почвы, которое особенно характерно для данного региона (Иванов, 1976), что способствует активизации автотрофного биогенеза. Таков механизм обратной экспоненциальной связи продуктивности бореальных лесов с муссонной циркуляцией воздушных масс: чем интенсивнее летняя муссонная циркуляция, тем слабее продуктивность.

3. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДЕНДРОХРОНОКЛИМАТИЧЕСКИХ РЯДОВ

Сопоставление многолетней динамики прироста древесных колец с основными циркуляционными эпохами на Юге Российского Дальнего Востока (рис. 4 и 5) и с динамикой климатических параметров дало хотя и качественные, но вполне выразительные результаты. Они позволили выявить особенности продукционных процессов в тех гидротермических ситуациях (термоаридных и холодно-аридных), которые прогнозируются глобальными климатическими моделями для Южных Курил и Нижнего Приамурья. Был охвачен достаточно большой период с различными типами атмосферной циркуляции, по классификации Вангейгенма-Гирса (Гирс, 1971; Дружинин и др., 1974). В целом по Евразийскому континенту в данный период господствовали формы западной W (+C +E) циркуляции в 1880–1928 и 1980–1987 г.г., с сочетанием восточной E и меридиональной C форм (+W) в 1929–1970 г.г. и с новым сочета-

нием форм C + W в период 1971–1985 г.г. На этом фоне в восточном (притихоокеанском) секторе материка складывались свои специфические сочетания циркуляции атмосферы – восточная зональная E₃, а также меридиональная южная M₁, с привнесением тепла и влаги, и меридиональная северная M₂, с вторжениями холодных воздушных масс.

В течение довольно продолжительной циркуляционной эпохи 1842–1878 г.г. в районе Южных Курил в условиях частой адвекции меридиональных (северных и южных) атмосферных потоков шло общее понижение температуры вегетационного периода при относительно низком, по-видимому, уровне атмосферного увлажнения. Этому усиливающемуся *холодно-аридному гидротермическому тренду* соответствовало в большей или меньшей степени выраженное по керновым образцам Менделеевского островного ландшафта увеличение годичного прироста древесных колец (с 0,3–1,0 до 1,5–2,0 мм/год; см. рис. 4). В следующую эпоху до 1900 г., когда в Южнокурильском экорегионе преобладали восточная зональная и меридиональная северная формы циркуляции, так же развивались признаки похолодания, при том же низком уровне увлажнения. В этих условиях продуктивность бореальных лесов островной Неопацифики имела дальнейшую общую тенденцию к увеличению ($M_{\text{ДК}} \rightarrow 2,0\text{--}3,0$ мм/год и более).

Максимум продуктивности кунаширских лесов ($M_{\text{ДК}} \rightarrow 3,5\text{--}4,0$ мм/год и более) пришелся на циркуляционную эпоху 1900–1928 г.г., когда господствовали меридиональная южная и зональная западная формы атмосферной циркуляции, вызвавшие в данном регионе ярко выраженный *термоаридные климатические условия*. Нелишне отметить, что в соседней Японии это был период роста урожая риса и этот рост шел так же вслед за общим повышением температуры июля–августа (Аракава, 1975). Однако в Нижнем Приамурье в данную эпоху произошла смена холодно-гумидного тренда на термогумидный, что отразилось в низких и средних значениях параметра $M_{\text{ДК}}$ (см. рис. 5).

На очередном временно-м интервале 1928–1949 г.г. господство восточной и меридиональной (почти исключительно северной) форм циркуляции привело на тихоокеанской окраине материка к понижению зимних температур (при незначительном повышении летних) на фоне достаточно высокого атмосферного увлажнения. Развился характерный *холодно-гумидный климатический тренд*, которому в Комсомольском заповеднике соответствовали

низкие значения прироста древесных колец ($\leq 0,5 - 1,0$ мм·год). На Кунашире в данный период так же произошло резкого снижения продуктивности бореальных лесов (средние значения из четырех кернов $M_{ДК} = 3,0 \rightarrow 2,2$ мм·год, см. рис. 4), однако это снижение было вызвано

термо-гумидным трендом. По-видимому, решающее значение в падении продуктивности здесь сыграло резкое увеличение годового количества осадков, которое перехлестнуло положительную роль повышения летних и зимних температур.

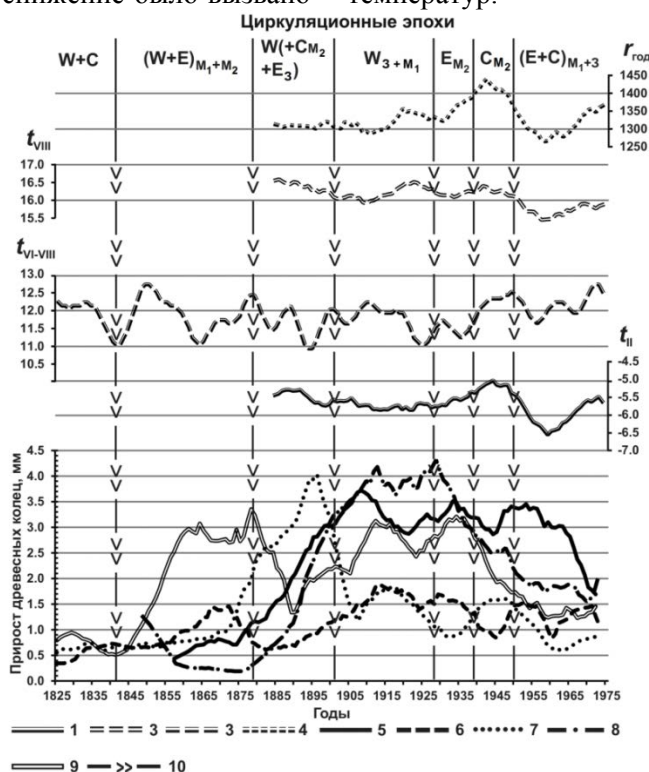


Рис. 4. Остров Кунашир. Вулкан Менделеева. Сопоставление скользящих 11-летних кривых годового прироста древесных колец пихты и ели с эпохами преобладающих форм атмосферной циркуляции и со скользящими 10-летними кривыми хода климатических параметров

Макроформы глобальной циркуляции: W – западной (широтной); C – меридиональной (долготной); E – восточной. Соответствующие им формы циркуляции в восточном (азиатско-тихоокеанском) секторе Евразии: З – зональная; M₁ – меридиональная южная (циклоны, идущие со стороны Японии на Камчатку и несущие с собой тепло и влагу); M₂ – меридиональная северная (связана с системой циклонов алеутского минимума и с вторжениями арктического воздуха на восточную окраину Евразии). Климатические параметры: 1 – годовое количество осадков ($r_{год}$); 2 – средняя августовская температура воздуха (t_{VII}); 3 – средняя температура за период июнь-август ($t_{VI-VIII}$); 4 – средняя февральская температура воздуха (t_{II}).

Образцы кернов: 5, 6, 8, 9 – пихты; 7 – ели. 10 – границы циркуляционных эпох

В течение следующей эпохи 1949–1964 г. развивались формы меридиональной южной и зональной восточной циркуляции, приведшие в Южнокурильском регионе к некоторому повышению летних, но к более существенному снижению зимних температур, с одновременным сокращением годовой суммы осадков (более чем на 100 мм). При таком комбинированном *термо-холодно-аридном климатическом тренде* продуктивность островных бореальных лесов продолжала снижаться ($M_{ДК} \rightarrow$ до 1.0–1,5 мм·год). В это же время (вплоть до 1971 г.) в Нижнем Приамурье имел место типичный

термоаридный климатический тренд (круглогодичный рост температур и сокращение осадков), который вызвал резкое повышение продуктивности бореальных лесов ($M_{ДК} = 0,5-1,0 \rightarrow 2,0-2,5$ мм·год и более). Достигнутый уровень продуктивности несколько снизился ($M_{ДК} = 15,5-2,5 \rightarrow 1,0-2,0$ мм·год) в последующий временной интервал 1971–1985 г.г., с господством форм M₁ и M₂ циркуляции, снизивших как температуры, так и атмосферное увлажнение (см. рис. 5). Это был период *холодно-аридного климатического тренда*.

Наконец, последний период 1985–2016 г.г. знаменовался в Нижнем Приамурье беспрецедентным ростом средней январской температуры с $-27,0$ – $-26,7^{\circ}$ до $-26,2$ – $-25,7^{\circ}$ (в среднем на 1°), с гораздо более слабым повышением средней июльской температуры ($19,5 \rightarrow 20,0^{\circ}$), при незначительном росте годовых осадков (500 – $520 \rightarrow 540$ – 560 мм) после их существенного

уменьшения в течение второй половины XX в. Налицо явные признаки *глобального антропогенного потепления* в виде качественно нового *термального, умеренно гумидного тренда*, который вызвал в Комсомольском заповеднике *резкое повышение продуктивности бореальных лесов* ($M_{\text{дк}} \rightarrow$ до 2.5 – $4,0$ мм·год и более).

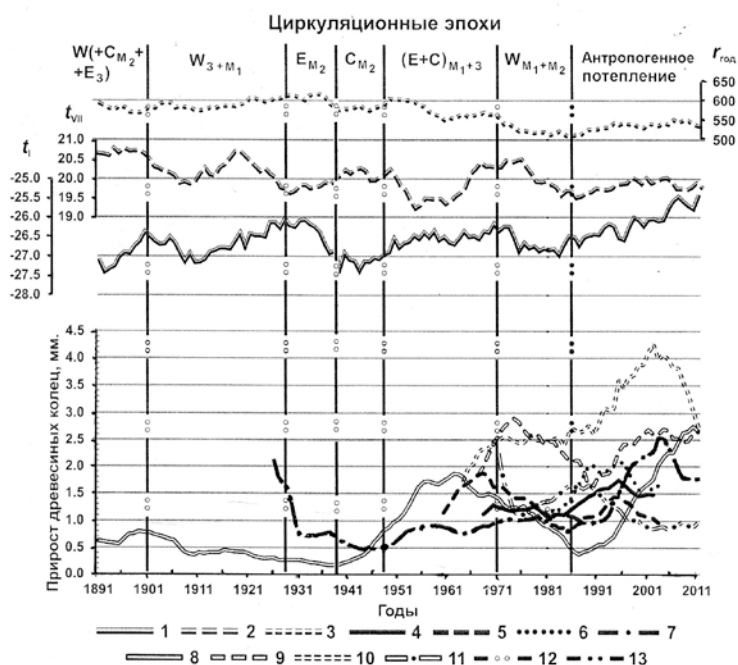


Рис. 5. Нижнее Приамурье. Комсомольский заповедник. Сопоставление скользящих 11-летних кривых годичного прироста древесных колец пихты и ели с эпохами преобладающих форм атмосферной циркуляции и со скользящими 10-летними кривыми хода климатических параметров

Климатические параметры: 1 – средняя январская температура воздуха (t_1); 2 – средняя июльская температура воздуха (t_{VII}); 3 – годовое количество осадков ($r_{\text{год}}$). Образцы кернов: 4, 7, 8, 10 – ели; 5, 6 – кедр; 9, 11 – пихты. 12 – границы циркуляционных эпох. 13 – начало современного глобального антропогенного потепления. Остальные обозначения те же, что и на рис. 4

Таким образом, выявленные тенденции роста, либо, наоборот, снижения продуктивности бореальных лесов наиболее конформны атмосферным процессам в окраинно-материковом субпацифическом секторе мегаэктона. В низкорослом ландшафте Комсомольского заповедника годичный прирост древесных колец увеличивается преимущественно при развитии термоаридного климатического тренда и снижается – при холодно-аридном, а также холодно-гумидном трендах. В неопацифическом же островодужном секторе такая однозначная связь отсутствует. В Менделеевском вулканическом ландшафте увеличение годичного прироста древесных колец было наиболее отчетливым при холодно-аридных трендах, однако максимальных значений оно достигало в условиях термоаридизации. Термогумидный же

тренд мог вызвать существенное сокращение продуктивности островных бореальных лесов, если происходило аномально высокое увеличение годовой суммы осадков.

В этой сложной картине дендрохроноклиматологии Северо-Западной Неопацифики, по-видимому, решающую роль сыграло то, насколько однозначными были температурные сдвиги зимы и лета и каковы были их «весовые» соотношения с изменением количества атмосферных осадков (в их общем влиянии на продуктивность). Повышенная продуктивность островных бореальных лесов могла быть обеспечена заметным ростом летних температур при уменьшенных атмосферных осадках и вопреки зимнему похолоданию. С другой стороны, резкое зимнее потепление, при относительном слабом потеплении летом, давал рост

продуктивности лесов, несмотря на повышенный уровень годового атмосферного увлажнения.

Проведенный сравнительный анализ дендрохроноклиматических рядов островодужного и окраинно-материкового секторов Северо-Западной Пацифики выявил отсутствие полной синхронности этих рядов как по климатическим параметрам, так и по продуктивности лесов. Так, в эпоху 1900–1928 гг. наблюдались согласованные в обоих секторах мегаэктона изменения летних температур и годовой суммы осадков, при отсутствии таковых по зимним температурам. На этом фоне продуктивность бореальных лесов на Кунашире достигала максимальных значений, а в Нижнем Приамурье оставалась гораздо более низкой. В большинстве случаев имели место метахронность и даже резко выраженная зеркальность рядов. Примером последней служит эпоха 1948–1971 г.г. В первом приближении можно полагать, что синхронность рядов отвечала господству исключительно меридиональной северной циркуляционной формы, а зеркальность – сочетанию

форм зональной и южной меридиональной циркуляции. В последнем случае широтные биоклиматические контрасты на Тихоокеанском мегаэктоне Северной Евразии были выражены наиболее отчетливо.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализом дендрохроноклиматических рядов по ядрам модельных деревьев выявлены определенные связи динамики продуктивности островных и окраинно-материковых бореальных лесов со сменой основных циркуляционных эпох на Тихоокеанском мегаэктоне Северной Евразии. Для субпацифического окраинно-материкового сектора мегаэктона установлены наиболее тесные связи продуктивности бореальных лесов с типами атмосферных процессов. В неопацифическом же островодужном секторе такая однозначная связь отсутствует. Характерно также отсутствие полной синхронности секторальных рядов, как по климатическим параметрам, так и по продуктивности лесов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Адаменко В.Н., Масанова М.Д., Четверикова А.Ф.** Индикация изменений климата. Методы анализа и интерпретация. Л.: Гидрометеиздат, 1982. 111 с.
- Атлас Курильских островов** / Российская академия наук. Институт географии РАН. Тихоокеанский институт географии РАН. М.; Владивосток: ИПЦ «ДИК», 2009. 516 с.
- Битвинская Т.Т.** Дендроклиматические исследования. Л.: Гидрометеиздат, 1974. 172 с.
- Бочкарев Ю.Н.** Изучение внутривековой динамики ландшафтов северной тайги Западной Сибири методами дендрохронологии // Вестн. МГУ. Сер. 5. География. 2006. № 3. С. 62-67.
- Гирс А.А.** Многолетние колебания атмосферной циркуляции и долгосрочные гидрометеорологические прогнозы. Л.: Гидрометеиздат, 1971. 280 с.
- Горчаковский П.Л., Шиятов С.Г.** Фитоиндикация условий среды и природных процессов в высокогорьях. М.: Наука, 1985. 209 с.
- Дружинин И.П., Сазонов Б.П., Ягодинский В.Н.** Космос–Земля: Прогнозы. М.: Мысль, 1974. 288 с.
- Дьяконов К.Н.** Дендрохронологические методы исследования динамики и функционирования ландшафтов // Вопросы ландшафтоведения. Вып. 138. Горизонты ландшафтоведения. М.: Кодекс, 2014. С. 271-294.
- Дьяконов К.Н., Бочкарев Ю.Н.Ю Ретеюм А.Ю.** Геофические и астрофизические факторы биопродуктивности ландшафтов на северной и верхней границах леса // Вест. МГУ. Сер. 5. География. 2012. № 4. С. 3-8.
- Кренке А.Н.,** ред. Изменчивость климата Европы в историческом прошлом. М.: Наука, 1995. 224 с.
- Сочава В.Б.** Географические аспекты сибирской тайги. Новосибирск: Наука, 1980. 256 с.
- Climate Change 1995.** The Science of Climatic Change / J.T. Houghton, L.G. Meira Filho, B.A. Callander et al. (eds). The Cambridge Univ. Press: Cambridge, UK, 1996. 572 p.
- Cook E.R., Briffa K.R., Shiyatov S.g., Mazera V.S.** Tree-ring standardization and growth-trend estimation // Methods of Dendrochronology. Application in the Environment Science Dordrecht. 1990. P. 104-123.
- Cook E.r., Holmes R.L.** Program ARSTAM. Chronology development with statistical analysis. Users manual for Program ARATAN. Laboratory of Tree-Ring Research/ University of Arizona, Tucson, Arizona USA, 1999. 12 p.