

УДК 630.1

Монолдорова Акылай Монолдоровна,*мл. науч. сотр.***Аламанов Саламат Куленбекович,***кандидат географических наук, с.н.с., заведующий отделом географии ИГ НАН КР,
Научно-исследовательский**центр экологии и окружающей среды Центральной Азии***Сатаров Сагынбек Суранчиевич,***мл. науч. сотр.***Дуулатов Элдияр Сапарбекович,***PhD, Синьцзянский институт экологии и географии
Академия наук КНР***Памирбек кызы Мээрим,***PhD, Синьцзянский институт экологии и географии
Академия наук КНР***Бахтиёров Зулфиёр Бахтиёрович,***науч. сотрудник Худжандский научный центр,
Академии наук Республики Таджикистан*

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТА НА ШИРИНУ ГОДИЧНЫХ КОЛЕЦ ТОПОЛЯ И БЕРЕЗЫ В ПОЙМАХ РЕК: река ТАРИМ, КИТАЙ

Аннотация. Ширина годовых колец дерева может дать четкое представление о том, какие параметры влияют на него в тот или иной период роста. Хронология ширины годовых колец деревьев *Populus euphratica* и *Betula platyphylla*, была изучена на основе дендрохронологических стандартов, в поймах реки Тарим, Синьцзянского региона на высоте 500-1000 метров над ур.м. Климатические факторы, влияющие на ширину годовых колец, были исследованы с использованием коэффициента корреляции Пирсона. Для анализа использовались четыре параметра месячных климатических и гидрологических данных (средняя температура, общее количество осадков, сток реки).

Ключевые слова: годовое кольцо, дендрохронология, тополь, береза.

ДАРЫЯ ЖАЙЫЛМАЛАРЫНДАГЫ АК КАЙЫҢ ЖАНА ТЕРЕКТІН ЖЫЛДЫК ШАКЕКЧЕЛЕРИНЕ КЛИМАТТЫН ТИЙГИЗГЕН ТААСИРИ: ТАРИМ дарыясы, КЫТАЙ

Аннотация. Бул макалада деңиз деңгээлинен 500-1000 метр бийиктиктеги Шинжаң аймагындагы Тарим дарыясынын жайылмаларында *Populus euphratica* (ак кайың) жана *Betula platyphylla*, (терек) дарактарынын жылдык шакектеринин жазысынын хронологиясы дендрохронологиялык стандарттарынын негизинде изилденди. Жылдык шакектердин жазылыгына таасир этүүчү климаттык жагдайлар Пирсон статистикалык коэффициентинин жардамы менен изилдөө жүргүзүлдү. Талдоо үчүн төрт параметрдеги климаттык жана гидрологиялык орточо айлык (орточо температура, жаан чачындын саны, дарыя агымы) маалыматтар колдонулду.

Негизги сөздөр: жылдык шакекче, дендрохронология, терек, ак кайың.

CLIMATIC RESPONSE FROM TREE-RING WIDTH OF *POPULUS* AND *BETULA* AT THE FLOODPLAINS: TARIM RIVER, CHINA

Abstract. Tree-ring width can give clear visions of what parameters influence in this or that period of its growth. Tree-rings width chronologies of *Populus euphratica* & *Betula platyphylla*, were investigated based on dendrochronological standards on the Tarim River floodplains, Xinjiang Region at an altitude of 500-1000 m a.s.l. and climatic factors influencing the tree-ring width were examined using a Pearson's correlation coefficient. Four parameters of monthly climatic data [mean temperature, total precipitation, river run off] were used for the analysis.

Key words: Tree-ring, dendrochronology, *Populus euphratica*, *Betula platyphylla*

Введение

Климатические изменения, происходящие в последние десятилетия, поднимают вопрос о причинах их возникновения. Подсчеты мирового изменения климата основаны на серии инструментальных метеорологических данных и косвенных источниках климатической информации [9,10]. В то же время нельзя исключать тот факт, что наблюдаемые климатические колебания вписываются в рамки естественных климатических изменений, которые неоднократно имели место в прошлом. Имеются вполне обоснованные сомнения в том, что современные числовые климатические модели, основанные на коротких сериях наблюдений, должным образом учитывают внутренние и внешние факторы, влияющие на физические процессы в климатической системе. Выход из этой ситуации заключается в привлечении косвенных индикаторов изменения климата с высоким временным разрешением, с последующим анализом уровня естественной изменчивости климата за последние одну или две тысячи лет [11,17].

В настоящее время существует ограниченное количество источников, которые сохранили информацию о климатических изменениях: лимнические отложения, палинологические, лихенометрические, ледниковые отложения и т. д. [2,4,6,7]. Однако не все из них позволяют, с высоким временным разрешением (год, сезон) восстанавливать изменчивость условий окружающей среды в течение длительного временного интервала. Что касается континентальных регионов Евразии, то дендрохронологические ряды отвечают требованиям, так как древесная растительность на верхней границе ее роста чувствительна к изменениям.

Река Тарим является самой крупной рекой внутреннего стока в Китае, которая, по оценкам, имеет естественный сток $800-900 \times 10^6$ м³ в год в результате таяния ледников [8]. Как

было обозначено [1,18] река Тарим (покрывает площадь примерно 1020×103 км² [16] находится в огромном внутреннем бассейне Тарим, который в значительной степени занят пустыней Такла-Макан площадью 337,600 км², являющейся второй по величине песчаной пустыней в мире. Влажные воздушные потоки сюда не проходят, так как бассейн окружен горами Памир, Тянь-Шань и Куньлунь [14].

Река Тарим пополняется дождевыми осадками и, в частности, водой от таяния альпийских ледников, в долгосрочной перспективе средний поверхностный сток достигает 3.98×10^3 м³ в год, однако ежегодная дождевая подпитка реки очень низкая, а потенциальное испарение велико. Вода от таяния ледников, осадки и снеготаяние, а также основной поток составляет 48,2%, 27,4% и 24,4% от общего потока, соответственно [13,15]. С 1970 года нижняя часть бассейна реки Тарим постепенно иссушается, а прибрежная растительность на поймах деградирует. Общая площадь бассейна составляет 1.02×10^6 км² и охватывает пять префектур, 42 округа и 55 полков Синьцзянского строительного-производственного корпуса [12].

Цель исследования

Целью нашей работы являлось:

- Составление хронологии ширины годичных колец деревьев на основе древесных пород *P. euphratica* и *B. platyphylla*.
- Выяснить связь с климатическими и гидрологическими условиями (такими, как температура, осадки и сток).

Материалы и методы

Область исследования находится в северной части Китая на водосборе реки Тарим, которая является крупнейшим внутренним водоразделом и бассейном реки внутреннего стока в Китае (Рис.1).

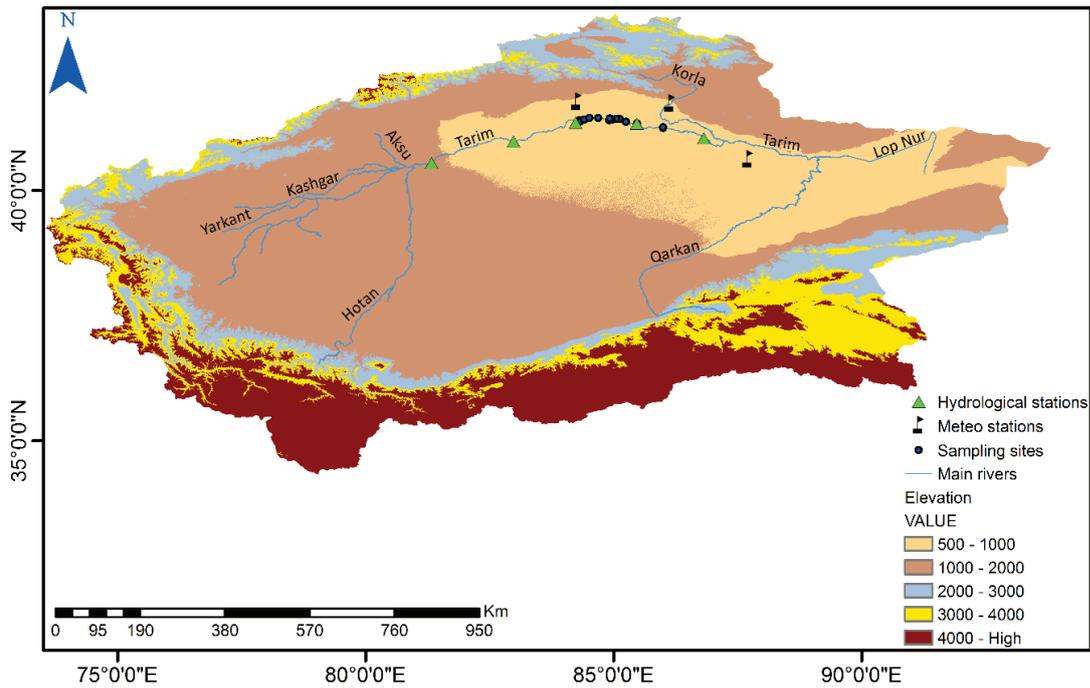


Рис. 1. Область исследования в бассейне реки Тарим, Китай

Данные по климату и стоку

Рис. 2 показывает среднюю месячную температуру/речной сток и общее количество осадков в месяц. Данные о температуре и осадках представлены за короткий период, около 59 лет (1957-2015 гг.), которые были получены на метеорологических станциях Tieganlike (Тиганлайк), Luntai (Лунтай) и Kuerlu (Куерлу) (Таб. 1). Данные о речном стоке также были за очень короткий период примерно за 50 лет

(1957-2006 гг.). Для оценки были применены средние коэффициенты корреляции между индексами годовичных колец со всех участков сбора образцов и 5 гидрологических станций (Alaer, Xinqiman, Yingbazha, Wusiman и Qiala) (Алаер, Синьциман, Инбажа, Всиман и Киала). Важной и основной проблемой использованных данных является то, что гидрометеорологические станции находятся далеко от участков сбора образцов годовичных колец деревьев.

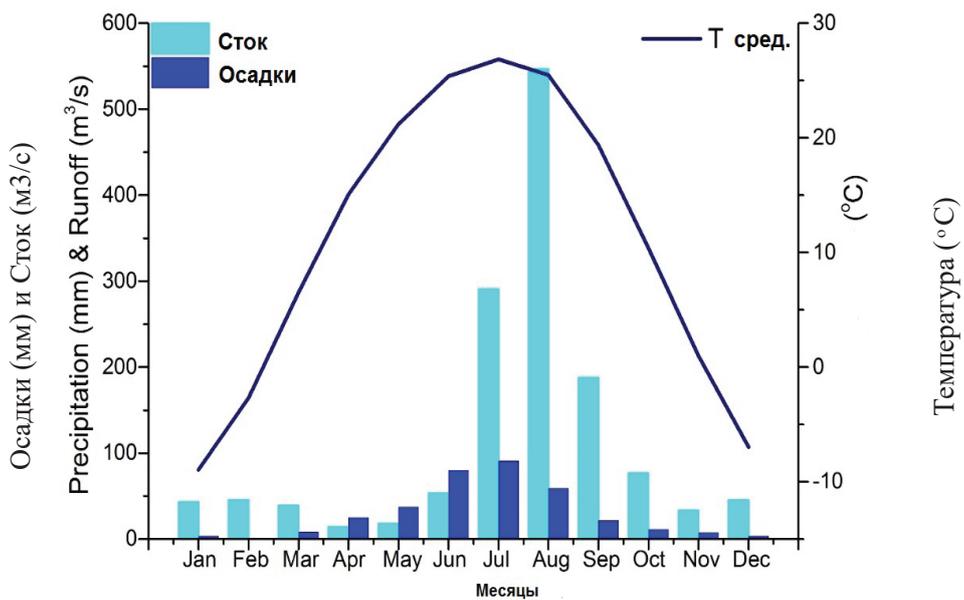


Рис. 2. Климатическая диаграмма со станции Tieganlike.

Таблица 1.

Характеристика метеорологических и гидрологических станций

Станция	Высота (м)	Широта (N)	Долгота (E)	Период
Tieganlike	846	40°38'	87°42'	1957-2015
Luntai	976.1	41°47'	84°15'	1959-2015
Kuerlu	931.5	41°45'	86°08'	1959-2015
Alaer	1009	40°33'	81°20'	1957-2006
Xinqiman	962	40°56'	82°59'	1957-2006
Yingbazha	928	41°12'	84°19'	1957-2006
Wusiman	908	40°58'	85°29'	1957-2006
Qiala	875	40°53'	86°49'	1957-2006

Участок **Talimuhe (Талимухе)** (40°58'~41°11'N, 84°18'~85°59'E, 870–930 м. над уровнем моря) расположен на реке Тарим, где мы собрали образцы с 16 участков (Таблица 2), которые были собраны для одной породы *P. euphratica* в пойме реки Тарим, мы их объединили в группу и присвоили код, на участке **Aqike (Акыайк) (A)** (41°3'2"~41°3'47"N, 85°59'39"~85°59'51"E, 870-900 м. над уровнем моря) мы собрали образцы с 2 мест. Высота деревьев на этом участке варьируется от 4.5 до 14.4 м, а диаметр от 0.45 до 1.7 м. На участке **Shazihokou (Шазихекон) (SH)** (41°9'2"~41°9'38"N, 84°56'51"~84°58'28"E, 900-920 м. над уровнем моря) мы собрали с

3 мест, высота деревьев составляет 7.2-17 м и диаметр 0.54-1.02 м. На участке **Shengtaizha (Шенгтайжа) (S)** (41°10'14"~41°10'17"N, 84°55'23"~84°55'20"E, 900-910 м над уровнем моря) мы отобрали образцы из 2 мест с высотой деревьев 6.3-10.8 м и диаметром 0.8-1.25 м. На участке **Wusiman (Вусиман) (W)** (40°58'27"N, 85°28'19"E, 900 м. над уровнем моря) мы выбрали только одно место, где высота деревьев составляла 6.3-12.6 м и диаметр 0.45-1.4 м. На участке **Yingbazha (Инбазжа) (Y)** (41°0'29"~41°11'12"N, 84°18'16"~85°15'3"E, 890-930м. над уровнем моря) были собраны образцы с 9 мест, высота деревьев составила 4.5-18 м и диаметр 0.45-1.7 м.

Таблица 2.

Характеристика участков отбора образцов

Участок отбора образцов	Код	Высота (м. над уровнем моря)	Широта (N)	Долгота (E)	Высота дерева (м)		Диаметр (м)	
					макс	мин	макс	мин
Aqike	A1	870	41°3'2"	85°59'39"	14.4	6.3	1.70	0.55
	A2	890	41°3'47"	85°59'51"	11.9	9.0	2.00	1.05
Wusiman	W1	900	40°58'27"	85°28'19"	12.6	6.3	1.40	0.45
Shazihokou	SH1	900	41°9'38"	84°56'51"	15.3	7.2	0.89	0.54
	SH2	910	41°9'2"	84°57'48"	11.9	8.1	0.91	0.65
	SH3	920	41°9'24"	84°58'28"	17.0	7.2	1.02	0.73
Shengtaizha	S1	900	41°10'14"	84°55'23"	10.8	6.3	1.25	0.80
	S2	910	41°10'17"	84°55'20"	9.9	8.1	1.16	0.90

Yingbazha	Y1	930	41°11'12"	84°18'16"	8.1	4.5	1.10	0.55
	Y2	920	41°11'0"	84°19'59"	10.8	5.4	1.29	0.51
	Y3	910	41°10'2"	84°24'25"	10.8	8.1	1.70	0.90
	Y4	900	41°0'29"	85°15'3"	12.6	7.7	1.10	0.45
	Y5	890	41°2'39"	85°7'24"	14.4	7.7	0.95	0.51
	Y6	900	41°5'57"	85°3'2"	16.2	6.0	1.14	0.79
	Y7	910	41°9'29"	84°54'37"	18.0	5.4	1.37	0.49
	Y8	900	41°10'56"	84°41'29"	13.5	7.7	1.05	0.56
	Y9	920	41°10'56"	84°30'51"	15.3	6.0	1.05	0.53

Результаты исследования и обсуждение

Наша статистическая стандартная хронология перекрестного датирования, подготовленная COFECNA и ARSTAN, представлена в таб. 3. Хронология годичного кольца дерева варьировалась с 17 до 186 лет (Рис. 3), средняя чувствительность с 0.216 до 0.497; стандартное отклонение от 0.252 до 0.531 и средняя корреляция между значениями основного временного ряда составила 0.408-0.739, что свидетельствует о значительной чувствительности к изменению климата [3]. Поскольку автокорреляция первого порядка была низкой (-0,416-

0,111), за исключением деревьев из A1, A2, Y5 и Y8, которые соответственно имели высокие показатели автокорреляции (0,249, 0,51, 0,253 и 0,569). Эти данные подразумевает, что на некоторых участках выборки в текущем году на рост кольца оказывают влияние условия предыдущего года, на других такое влияние не наблюдается [5]. Отношение сигнал/шум, особенно высокий диапазон от 2,841 до 49,397, и выраженный сигнал популяции также был значительным в основном 0,74-0,98, что предполагает прочные связи с информацией об окружающей среде [3].

Таблица 3.

Статистические данные COFECNA и ARSTAN для стандартных хронологий

Site code	MS	SD	SNR	EPS	AC1	MC
A1	0,329	0,338	5,464	0,845	0,249	0,621
A2	0,387	0,531	6,345	0,864	0,51	0,556
W1	0,329	0,252	14,731	0,936	-0,173	0,696
SH1	0,458	0,346	18,623	0,949	-0,416	0,693
SH2	0,216	0,26	9,093	0,901	0,112	0,577
SH3	0,405	0,333	13,514	0,931	0,002	0,716
S1	0,349	0,263	9,7	0,907	-0,248	0,657
S2	0,338	0,278	13,562	0,931	-0,126	0,669
Y1	0,497	0,419	16,151	0,942	-0,291	0,678
Y2	0,337	0,408	9,376	0,904	0,051	0,695
Y3	0,407	0,357	16,033	0,941	0,108	0,739
Y4	0,336	0,367	16,554	0,943	0,111	0,681
Y5	0,281	0,365	24,803	0,961	0,253	0,731
Y6	0,234	0,253	11,459	0,92	-0,039	0,61
Y7	0,37	0,369	49,397	0,98	-0,261	0,583
Y8	0,228	0,339	2,841	0,74	0,569	0,408
Y9	0,344	0,258	11,203	0,918	-0,218	0,710

*MS - средняя чувствительность; SD - стандартное отклонение; SNR - отношение сигнал/шум; EPS - выраженный сигнал популяции; MC - средняя корреляция значений основного временного ряда; AC1 - первая автокорреляция

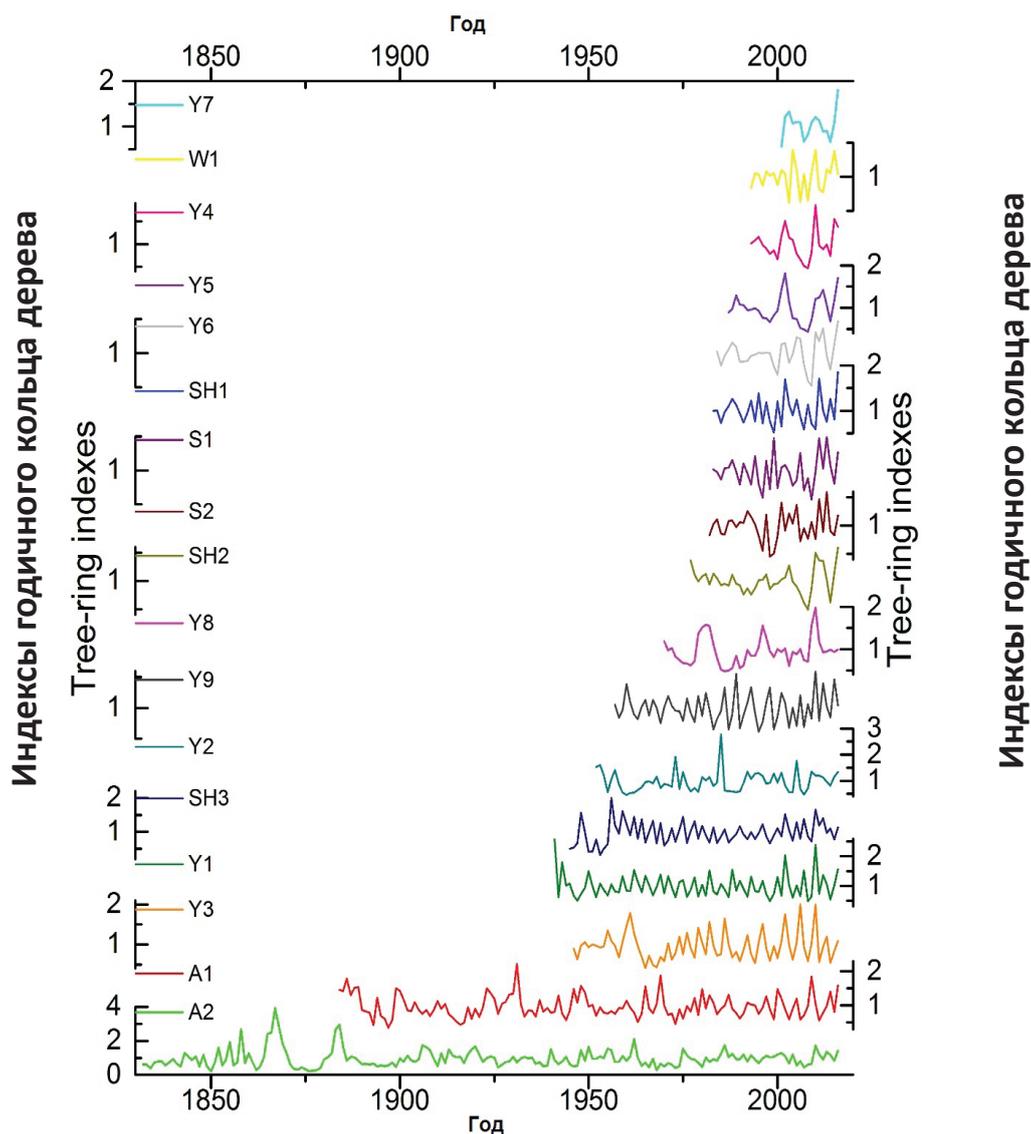


Рис. 3. Хронология ширины годичных колец дерева бассейна реки Тарим вдоль реки Тарим. Перекрестная корреляция между хронологиями годичных колец: Связь между породами была определена с помощью показателя корреляции Пирсона, который свидетельствует о хорошем и сильном сходстве между хронологиями (Рис. 4). Как правило, большинство коэффициентов корреляции были в основном на уровне 99%. Наибольшая корреляция была найдена между SH2 с Y4-Y7 (0,777) и Y4 с Y5 (0,787).

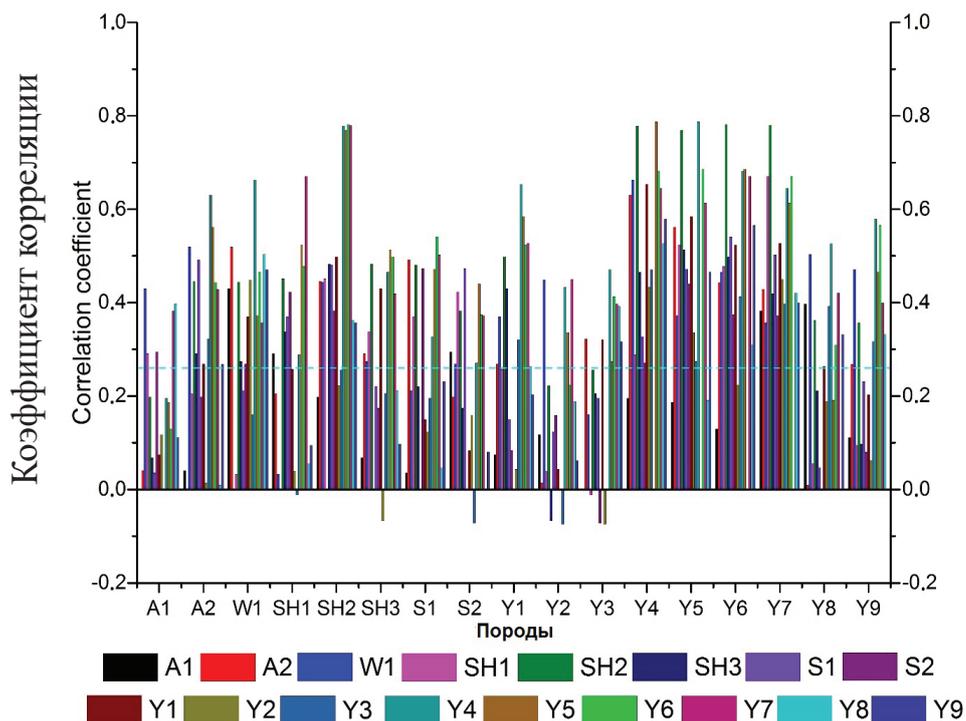


Рис. 4. Перекрестная корреляция между различными хронологиями ширины годичных колец.

Корреляция между хронологией и стоком (Рис. 5а): Хотя стандартная хронология *P. euphratica* показала положительную корреляцию в январе-декабре, однако, сильную значительную корреляцию с апреля по август и ноябре мы обнаружили только в 40% пород (то есть не менее 6 пород). Самая высокая корреляция со всеми месяцами, которые мы оценивали на участке Y7, из-за очень короткого промежутка, чем апрель-июнь, с участком Y4. При продолжительном периоде примерно 50 лет (т. е. SH3, Y1 и Y3) мы находим положительные корреляции в период с марта по ноябрь; в апреле и октябре; в апреле и августе соответственно. В периоде, который составлял от 20 до 50 лет SH1, SH2, S1, Y5, Y6 и Y8, корреляция была исследована с апреля по июль; в январе, с апреля по август и с ноября по декабрь; в апреле и с августа по декабрь; с апреля по июль и в ноябре; в марте и с июля по ноябрь; в апреле и ноябре соответственно.

Корреляция между хронологией и осадками (Рис. 5б): Анализ реакции на климатические изменения показал, что ширина годичного кольца на участке A2 положительно

коррелирует с количеством осадков в ноябре, на участке W1 положительно коррелирует с количеством осадков в январе (как Y9), с марта по май, сентябре (как SH1 и Y7) и декабре (как SH1, SH3 и Y4 -Y7). Участок Y4 демонстрирует значительные положительные корреляции с периодом январь-май и сентябрь-октябрь. Участок Y7 показывает с февраля по июнь. Мы также обнаружили корреляции с апрелем участков SH2, Y1 и Y5. Хотя июль и август являются самыми влажными месяцами, однако мы не обнаружили ни одной существенной корреляции с этими месяцами. В марте и октябре условия аналогичны, поэтому мы нашли положительные корреляции с SH3 и Y8; также влияние осадков в октябре на Y3 и Y8.

Корреляция между хронологиями и температурой (Рис. 5с): Чтобы понять, как влияет температура на рост годичного кольца, мы использовали среднюю температуру с 3 метеорологических станций и обнаружили, что период самых высоких температур - с июля по август, который положительно коррелирует с A2, W1, Y1, Y4-Y6 и S1. В Марте (SH2), апреле (Y4), мае (Y7) и сентябре (W1, Y4 и Y5) было выявлено негативное влияние температуры.

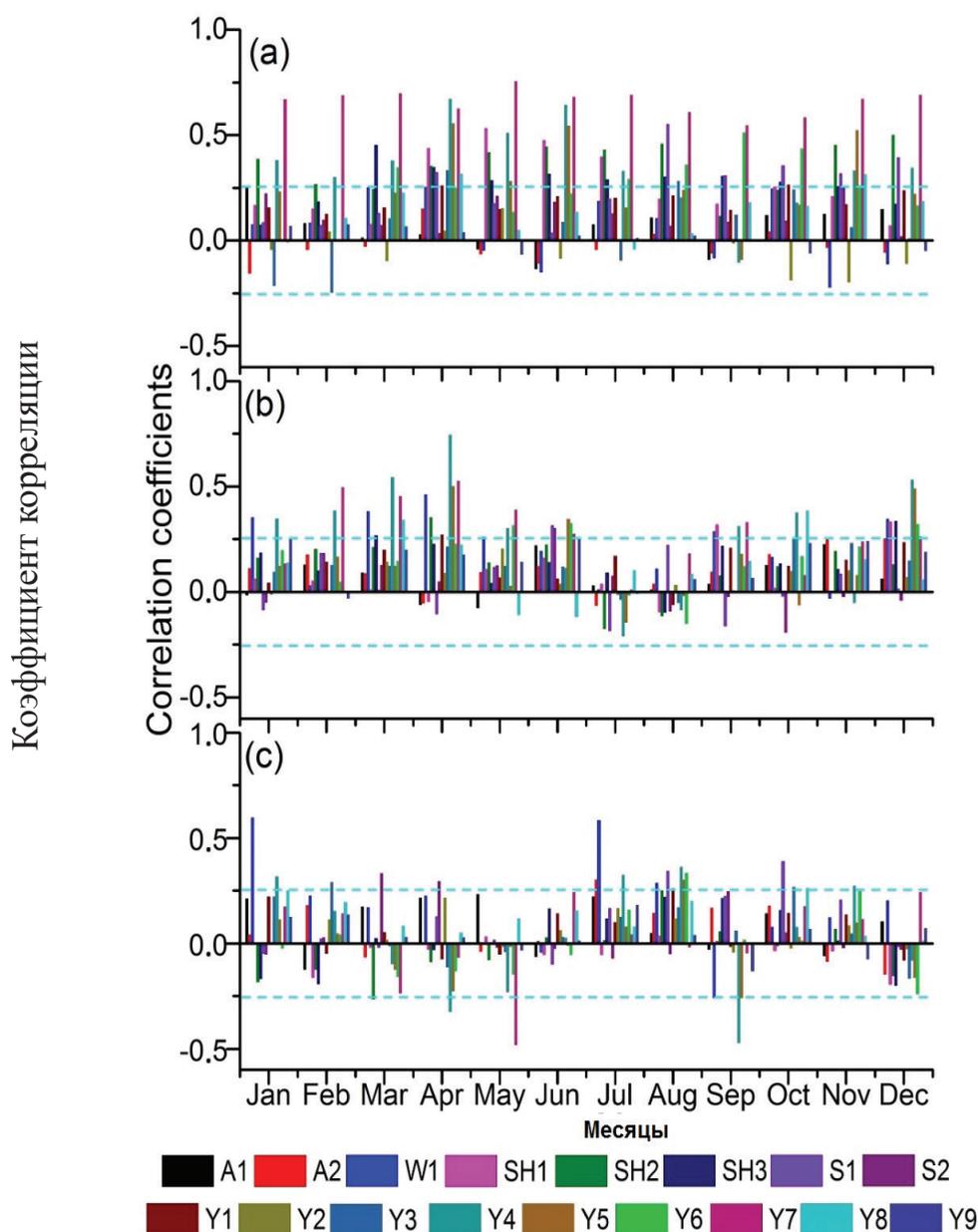


Рис. 5. Коэффициенты корреляции между хронологией годичного кольца в бассейне реки Тарим и а) стоком, б) осадками, в) температурой.

Заклучение

Было успешно проведено анализ *P. euphratica* и *B. platyphylla* по перекрестным и дендрохронологическим данным в бассейне реки Тарим. В ходе исследования было установлено различное проявление роста и развитие этих деревьев, на которое оказывают влияние внешние климатические показатели.

Отрицательная температура с апреля по май, которая указывала на засуху в начале вегетационного периода, сохраняла дефи-

цит воды в древовидной структуре с июля по сентябрь, таким образом мы нашли прочную связь с объемом стока. Летняя температура с июня по август может привести к значительному поднятию уровня воды в реке и привести к затоплению из-за таяния ледников в данной области.

а) *B. platyphylla* имеет сильную корреляцию с осадками с апреля по июль.

б) На *P. euphratica* оказывает значительное влияние сток с июля по сентябрь (объем руслового речного стока).

Для лучшего понимания климатической взаимосвязи между ростом деревьев и особенностями климатического воздействия необходимы дальнейшие исследования на разных высотах и участках, а также другие параметры годичного кольца дерева (ранняя и поздняя ширина древесины), другие параметры инструментальных данных (продолжительность инсоляции, индекс тепла, относительная влажность, испарение или грунтовой поток), чтобы в полной мере определить потенциал влияния изменения климата на развитие деревьев в данной области.

Литература

- Chen, G.T., Feng, Q., 1997. Development and evolution of the eolian sand environment along the "Oil-Highway" through the desert of the Tarim Basin (塔里木盆地沙漠石油公路沿线风沙环境的形成与演变). Beijing. (China Environmental Science Press (北京: 中国环).
- Cook-Talbot, J.D., 1991. Sorted circles, relative-age dating and palaeoenvironmental reconstruction in an alpine periglacial environment, eastern Jotunheimen, Norway: lichenometric and weathering-based approaches. *The Holocene* 1, 128-141.
- Cook, E.R., Kairiukstis, L.A., 1990. *Methods of dendrochronology*, Kluwer, Dordrecht.
- Demske, D., Mischke, S., 2003. Palynological investigation of a Holocene profile section from the Palaeo-Gaxun-Nur-Basin. *Chinese Science Bulletin* 48, 1418-1422.
- Fritts, H., 1976. *Tree rings and climate*, 567 pp. Academic, London, New-York, San-Francisco.
- Gaillard, M.-J., Lemdahl, G., 1994. Early-Holocene coastal environments and climate in southeast Sweden: a reconstruction based on macrofossils from submarine deposits. *The Holocene* 4, 53-68.
- Heusser, C.J., 1978. Palynology of quaternary deposits of the lower Bogachiel River area, Olympic peninsula, Washington. *Canadian Journal of Earth Sciences* 15, 1568-1578.
- Hou, P., Beeton, R., Carter, R., Dong, X., Li, X., 2007. Response to environmental flows in the lower Tarim River, Xinjiang, China: ground water. *Journal of Environmental Management* 83, 371-382.
- IPCC, 2001. *Climate change 2001: The Physical Science Basis. Contribution of working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge University Press., Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- IPCC, 2013. *Climate change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge University Press., Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Liu, Y., An, Z., Linderholm, H.W., Chen, D., Song, H., Cai, Q., Sun, J., Tian, H., 2009. Annual temperatures during the last 2485 years in the mid-eastern Tibetan Plateau inferred from tree rings. *Science in China Series D: Earth Sciences* 52, 348-359.
- Liu, D., Tian, F., Hu, H., Lin, M., Cong, Z., 2012. Ecohydrological evolution model on riparian vegetation in hyperarid regions and its validation in the lower reach of Tarim River. *Hydrological processes* 26, 2049-2060.
- Tang Qicheng, Jiebin., Z., 2001. Water resources and eco-environment protection in the arid regions in northwest of China (西北干旱地区水资源与生态环境保护). *Progress in Geography (地理科学进展)*. 20, 227-233.
- Thevs, N., 2005. Tugay vegetation in the middle reaches of the Tarim River—Vegetation types and their ecology. *Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung* 44, 63-84.
- Wang, S.-d., Li, H.-d., Xu, Z.-r., Han, P., Wang, J., 2003. Flood detention region in the middle reaches of Tarim River mainstream and its impact on ecological environments. *Journal of Glaciology and geocryology* 25, 712-718.
- Xu, H., Zhou, B., Song, Y., 2011. Impacts of climate change on headstream runoff in the Tarim River Basin. *Hydrology Research* 42, 20-29.
- Yin, Z.Y., Shao, X., Qin, N., Liang, E., 2008. Reconstruction of a 1436-year soil moisture and vegetation water use history based on tree-ring widths from Qilian junipers in northeastern Qaidam Basin, northwestern China. *International Journal of Climatology* 28, 37-53.
- Zhu, Z.D., 1986. *Deserts in China*. Lanzhou (Institute of Desert Research, Academia Sinica).