УДК 630*561.24(574)

ОСОБЕННОСТИ РАДИАЛЬНОГО РОСТА ТУРАНГИ РАЗНОЛИСТНОЙ В ПОЙМАХ РЕК ИЛИ И СЫРДАРЬЯ (КАЗАХСТАН)

В. Е. Бенькова[1], Р. С. Ахметов[2], А. В. Шашкин[1], Ж. С. Дукенов[2], Д. В. Овчинников[1], А. В. Бенькова[1], Д. А. Досманбетов[2], М. А. Уашев[2], Е. А. Шашкин[1], Ю. В. Кладько[1], Д. А. Машуков[1]

[1] *Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН 660036, Красноярск, Академгородок, 50/28*

[2] *Казахский НИИ лесного хозяйства и агролесомелиорации имени А. Н. Букейхана – Алматинский филиал Казахстан, 050050, Алматы, ул. Жарсуат 17А*

Email: benkova@yandex.ru, ars_28@mail.ru, shashkin@ksc.krasn.ru, 7078786694@mail.ru, dovch@mail.ru, annie1977@yandex.ru, daniyar_d.a.a@mail.ru, Uashev.Munarbek@mail.ru, onlytmp@mail.ru, KladaJ@mail.ru, mashukov1988@gmail.com

Поступила в редакцию 13.01.2025 г.
Принята к публикации 11.03.2025 г.

Приведены результаты изучения влияния текущего изменения климата на радиальный рост деревьев туранги разнолистной (син. тополь разнолистный) (*Populus diversifolia* Schrenk) в тугайных лесах Казахстана. Исследования проводили на опытных участках: в поймах рек Или и Сырдарья. Выявлено, что с начала интенсивного потепления и аридизации климата с конца 1990-х гг. радиальный прирост туранги на р. Или уменьшился в 4 раза, в то время как в пойме р. Сырдарья – в 2.5 раза. По корреляционным климатическим функциям отклика индексов радиального прироста выявлено, что изменение климата с конца 1990-х годов модифицировало реакцию деревьев на климатические факторы в пойме на р. Или. Это выразилось в появлении отрицательной их реакции на повышенные апрель-июльские температуры воздуха и положительной реакции на повышенные июньские осадки. Текущее изменение климата не сказалось на климатическом отклике деревьев в пойме р. Сырдарья. На примере туранги разнолистной дендрохронологическим методом показано, что в некоторых случаях отклик древесных растений на потепление климата может нивелироваться другими факторами – обострившимся дефицитом доступной почвенной влаги, антропогенным воздействием. Предполагается, что показатель радиального прироста туранги разнолистной может быть использован в исследованиях влияния гидрологического режима рек на продуктивность тугаев.

Ключевые слова: *изменение климата, Populus diversifolia Schrenk, ширина годичных колец, температура воздуха, количество осадков, модификация климатического отклика.*

DOI: 10.15372/SJFS20250205

ВВЕДЕНИЕ

Термин «тугай», или «тугайные (пойменные) леса», относится ко всему комплексу пойменных экосистем, включающему различные экологические уровни от уреза воды до верховьев пойм (Алпысбаева, 2018). Тугайные леса имеют важное гидрологическое, ландшафтное, социально-экологическое, хозяйственное и биологическое значение. Они поддерживают почвенно-водный баланс, выполняют водоохранную и берегоукрепляющую функции, обеспечивают биодренаж в заболоченных пойменных районах. Тугайные леса могут переносить суровые условия пустынного климата, отличающегося низкой влажностью воздуха, экстремальной интенсивностью солнечной радиации, высокими летними температурами и сильными

© Бенькова В. Е., Ахметов Р. С., Шашкин А. В., Дукенов Ж. С., Овчинников Д. В., Бенькова А. В., Досманбетов Д. А., Уашев М. А., Шашкин Е. А., Кладько Ю. В., Машуков Д. А., 2025

ветрами. Они обладают исключительно высокой транспирационной способностью и переносят значительное засоление почвы (Сиземская и др., 2020; Sizemskaya et al., 2021; Dukenov et al., 2023). Между тем, площадь тугайных лесов за последние годы резко сократилась. На мировом уровне положение оценивается как катастрофическое. В настоящее время в Центральной Азии тугайные лесные массивы составляют менее 10 % площади, занимаемой ими в 1960-е годы (Садыгов, 2017).

В засушливых регионах Казахстана проблема восстановления тугайных лесов стоит очень остро (Трешкин, 2011; Dukenov et al., 2023). В прошлом укоренение и рост молодых тугайных насаждений происходило в соответствии с естественным пойменным режимом рек. Антропогенные воздействия прямого (лесозаготовки, вырубки, пожары) и косвенного (регулирование стока рек) характера привели к трансформации естественной динамики тугайной экосистемы в сторону деградации. Один из ее признаков – постепенное исчезновение аборигенных сообществ деревьев и кустарников (Сапарова, 2020). Наряду с антропогенным фактором негативное влияние на рост и состояние тугайных лесов оказывает современное изменение климата в сторону аридизации. Аридизация вызывает еще большее иссушение почвы в засушливых районах, приводит к нарушению водного баланса «дерево –почва» и уменьшению водообеспечения органов и тканей ниже пороговых значений (Anderegg et al., 2015; Rowland et al., 2015). Как результат – усыхание и гибель деревьев и целых древостоев (Allen et al., 2010) и опустынивание засушливых территорий. Для снижения остроты водного дефицита в тугайных лесах Казахстана предпринимается ряд мер, в число которых входят обязательные поверхностные затопления пойм в июле-августе (Dukenov et al., 2023).

Наиболее ценный вид-лесообразователь тугайных лесов Казахстана – тура́нга разнолистная (син. тополь разнолистный) (*Populus diversifolia* Schrenk), отличающаяся высокой засухоустойчивостью и жаростойкостью (рис. 1, 2).

Деревья туранги обладают исключительно высокой транспирационной способностью и хорошо переносят значительное засоление почвы (Сиземская и др., 2020; Sizemskaya et al., 2021; Dukenov et al., 2023). Сохранению вида *ex-situ* препятствует очень низкая способность к вегетативному и генеративному размножению. При определенных изменениях внешних условий, превышающих адаптивный порог, вид может быстро исчезнуть (Бессчетнов, Грудзинская, 1981). В соответствии с категориями, принятыми Комиссией по редким и исчезающим видам Международного союза охраны природы и при-

Рис. 1. Туранговое редколесье в конце вегетационного периода (04.10.2015 г.) в долине р. Или у с. Айдарлы, Панфиловский р-н, Алмаатинская обл., Казахстан (*фото П. Ю. Горбунова* © 2020).

Рис. 2. Ветвь с листьями и соплодиями туранги разнолистной в период активной вегетации (28.05.2016 г.) в долине р. Или у с. Айдарлы (*фото П. Ю. Горбунова* © 2020).

родных ресурсов (МСОП), туранга разнолистная – редкий, реликтовый вид, рекомендуемый к охране в местах произрастания. Она включена в каталог редких и исчезающих видов растений (Аралбай и др., 2006). Информативным численным показателем жизненного состояния деревьев туранги разнолистной в тугайных лесах является радиальный прирост стволовой древесины. Он содержит информацию об условиях окружающей среды и климата, определявших на разных этапах онтогенеза рост и развитие отдельных деревьев и целых популяций (Schweingruber, 1996; Ваганов, Шашкин, 2000; Schweingruber et al., 2006).

Цель настоящей работы – в выявить изменения радиального прироста туранги разнолистной в поймах рек Или и Сырдарья (Казахстан) при текущих изменениях климата.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследование проводилось на постоянных пробных площадях (пп), заложенных сотрудниками Алматинского филиала Казахского научно-исследовательского института лесного хозяйства и агролесомелиорации им. А. Н. Букейхана (КазНИИЛХА) в поймах рек Или (Алматинская обл., 44°8′ с. ш., 76°27′ в. д; 396 м н. у. м) и Сырдарья (Туркестанская область, 42°19′ с. ш., 69°27′ в. д; 396 м н. у. м) (рис. 3).

Общая характеристика климата на пп представлена на климатограммах, построенных по данным метеостанций «Баканас» и «Шымкент», ближайших к пп «Или» и «Сырдарья» (рис. 4) (Погода…, 2024).

Пойма р. «Или» (рис. 3, 4, *а*). Средняя за 1960–2023 гг. температура января –10.4 °С, июля 25.8 °С; годовое количество осадков 200.0 мм. Самый влажный месяц – май (22.8 мм), самые засушливые – август (8.2 мм) и сентябрь (7.8 мм).

Пойма р. Сырдарья (рис. 3, 4, *б*). Лето жаркое, длинное и исключительно сухое. Зима короткая, с частыми оттепелями, мягкая. Средняя за 1960–2023 гг. температура января –1.7 °С, июля 27.2 °С; среднее годовое количество осадков 578.5 мм, но по сезонам года осадки распределяются крайне неравномерно. В зимние месяцы (декабрь – февраль) выпадает 219.8 мм, что составляет 38 % годовой нормы.

Июль – сентябрь экстремально засушливые, за эти месяцы выпадает в 10 раз меньше осадков, чем зимой, 21.9 мм (3.8 % годовой нормы). Самый влажный месяц – март (85.5 мм), а самый засушливый – август (5.3 мм).

Текущее потепление климата на пп «Или» и «Сырдарья» (по данным метеостанций «Баканас» и «Шымкент») особенно четко демонстри-

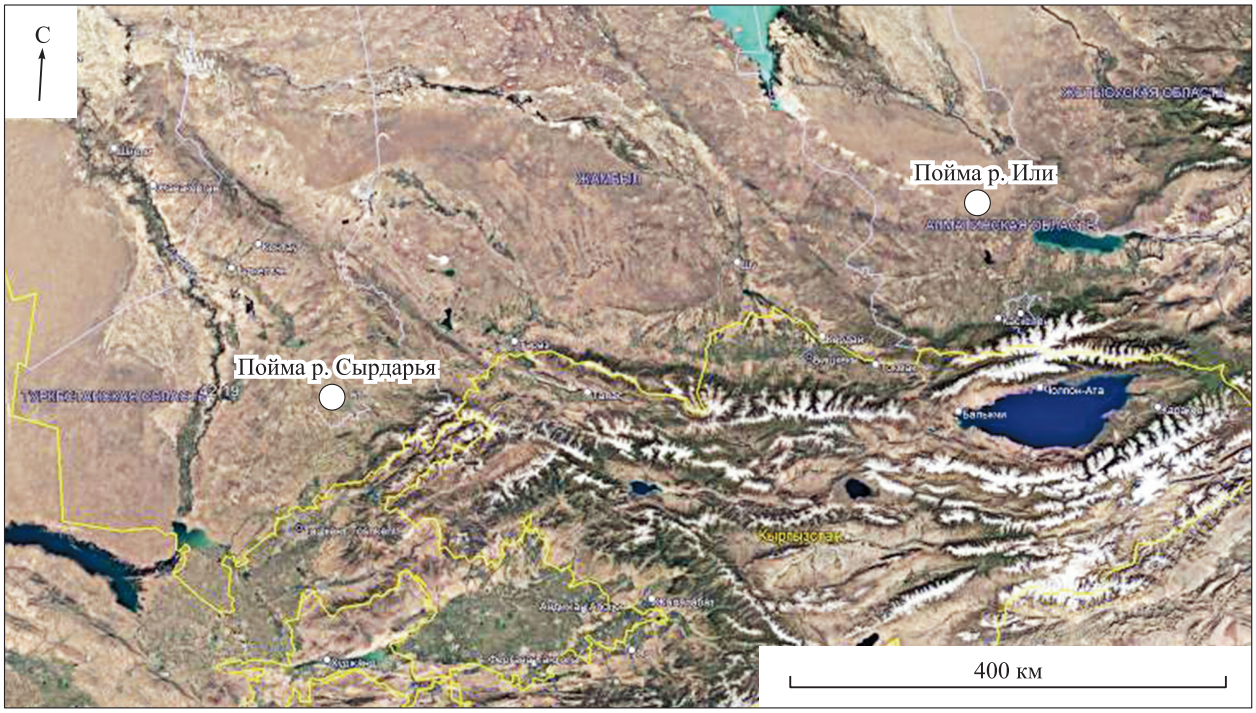

Рис. 3. Расположение пробных площадей в поймах рек Или и Сырдарья (Google Earth, 2024).

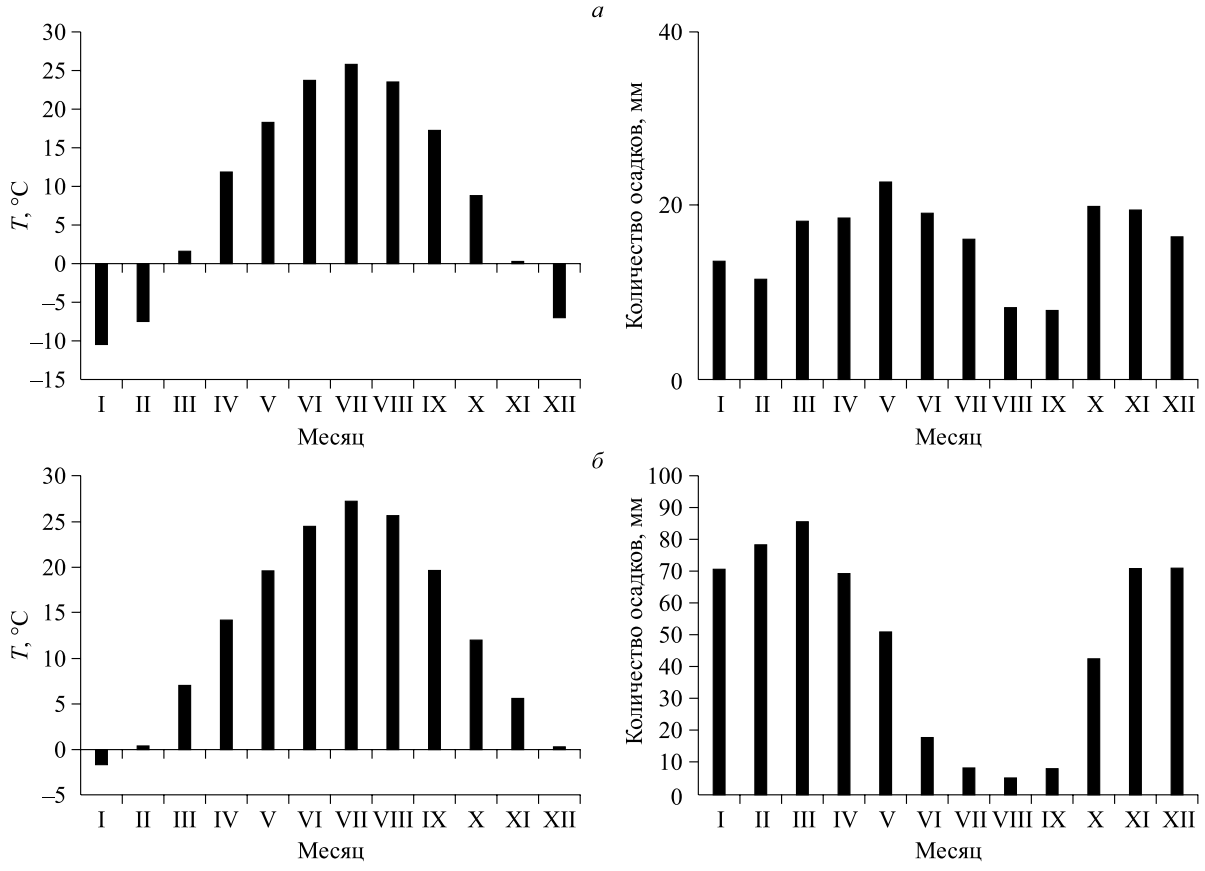

Рис. 4. Климатограммы по данным метеостанций «Баканас» (*а*) и Шымкент» (*б*) (1960–2023 гг.).

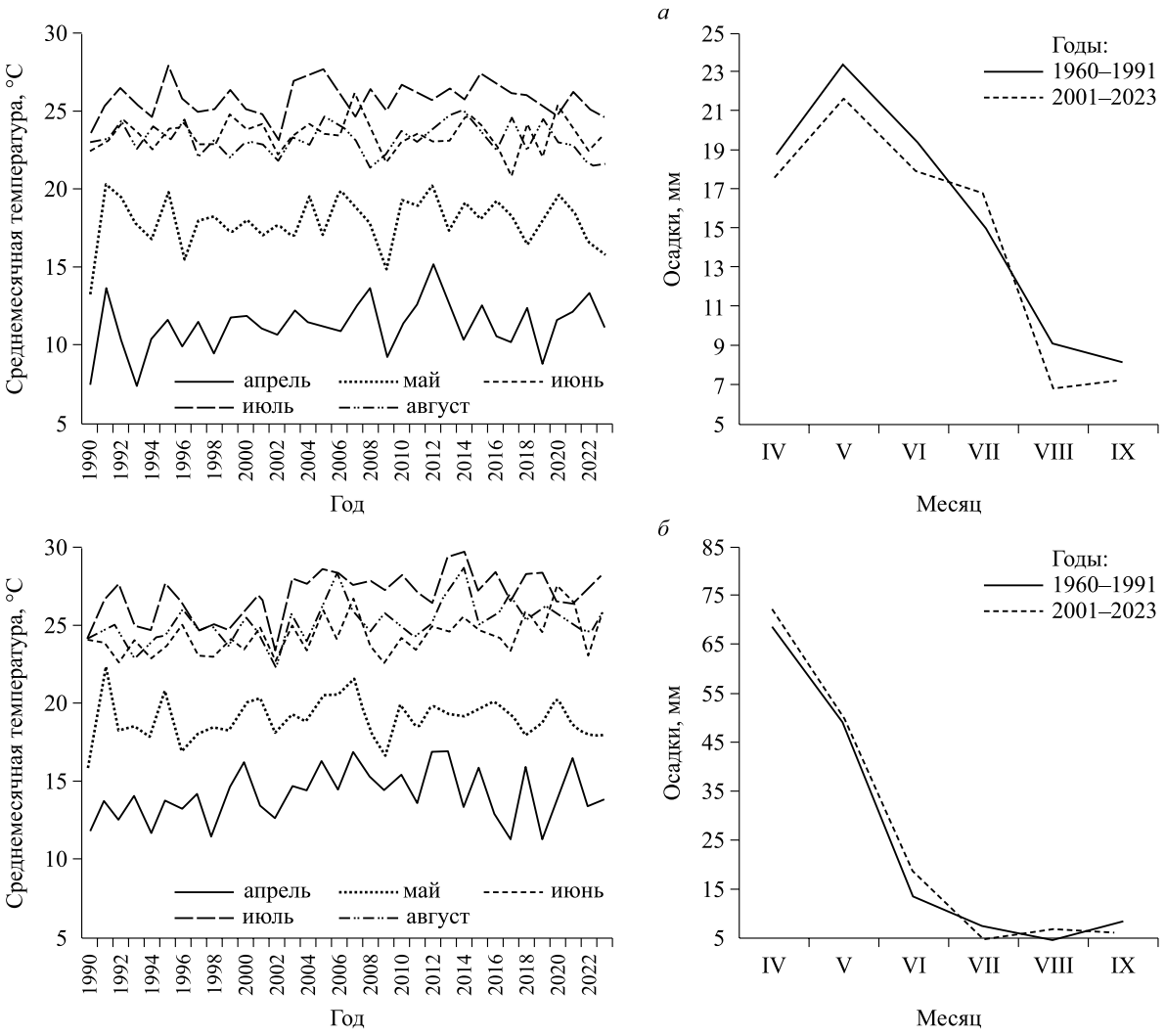

Рис. 5. Средние температуры апреля – августа за 1960–2023 гг. и среднемноголетнее месячное количество осадков в 1960–1991 и 2001–2023 гг. на участках «Или» (*а*) и «Сырдарья» (*б*) (данные метеостанций «Баканас» и «Шымкент»).

руют возрастающие тренды среднемесячных температур весенних месяцев – марта и апреля, более выраженные с конца 1990-х годов (рис. 4). В 2001–2023 гг. количество среднемноголетних месячных осадков в апреле – июне и августе на пп «Или» уменьшилось, а в марте – увеличилось по сравнению с 1960–1991 г. На пп «Сырдарья» в 2001–2023 гг. в марте осадков также стало выпадать больше, а в апреле – июне заметных различий по сравнению с предшествующим периодом нет (рис. 5).

Сбор образцов и обработка первичных данных. На каждой пп сотрудниками Алматинского филиала КазНИИЛХА в 2022–2023 гг. были выбраны для исследования опытные участки (в тексте ОУ «Или» и «Сырдарья»), которые располагались на прирусловой террасе. Небольшие туранговые массивы здесь представлены разновозрастными изолированными экземплярами – не менее 10 взрослых деревьев (рис. 6). Описание опытных участков приведено в работе Z. Dukenov и соавт. (2023).

Рис. 6. Сбор образцов кернов туранги разнолистной на опытном участке в пойме р. Или.

Для исследования динамики радиального роста туранги разнолистной было отобрано 20 деревьев на ОУ «Или» и 21 дерево на ОУ «Сырдарья».

Со стволов деревьев на высоте 1.3 м над поверхностью почвы буравом Пресслера были взяты керны по двум радиусам. Ширину годичных колец (ШГК) измеряли на установках LINTAB v3.0 и LINTAB v5.0 (точность измерения 0.01 мм).

Перекрестное датирование отдельных серий ШГК проводили с использованием программы TSAP-Win.TSAP v3.5, датировку статистически верифицировали программой COFECHA.

Серии ШГК стандартизировали (индексировали) с использованием программного обеспечения ARSTAN (Holmes, 1983). Стандартизацию (удаление из индивидуальных серий убывающего тренда) проводили отрицательной экспоненциальной функцией, наиболее подходящей в нашем случае. Древесно-кольцевые хронологии анализировали во временном интервале 1979–2023 г., общем для хронологий обоих участков.

Для выделения периодов времени в пределах сезона вегетации со значимым влиянием на радиальный прирост климатических факторов использовали корреляционные функции отклика индексов радиального прироста на среднемесячные значения температуры и осадков (Fritts, 1976; Methods…, 1990). Функции отклика рассчитывали для временных периодов 1974–1991 и 2001–2023 гг., чтобы выявить реакцию радиального прироста на изменение климата с конца 1990-х годов (верхнюю границу первого временного интервала определило отсутствие в доступной базе данных по метеостанции «Баканас» данных за 1991–2000 г.).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Индивидуальные серии ширины годичных колец всех деревьев в пределах каждого ОУ в 1979–2023 гг. тесно коррелируют между собой: межсериальные коэффициенты корреляции варьируют в пределах 0.67–0.90 при $p \leq 0.05$. Это дает основание для построения абсолютной древесно-кольцевой хронологии (или усредненной по деревьям кривой ШГК от времени в календарных датах), отражающей особенности радиального роста всех деревьев на каждом ОУ (рис. 7).

По результатам измерений, средняя ШГК за 1979–2000 г. ОУ «Или» была в 3 раза больше (6.01 ± 1.28 мм), чем на ОУ «Сырдарья» (2.02 ± 0.54 мм) (рис. 7). В последующие годы на ОУ «Или» произошло быстрое уменьшение средней ШГК – до 1.48 ± 0.46 мм в 2023 г. В то же время на ОУ «Сырдарья» уменьшение ШГК выражено гораздо слабее; в 2023 г. этот показатель оказался в 1.9 раз меньше (0.79 ± 0.38 мм), чем на ОУ «Или». Судя по значениям ШГК, можно сделать вывод, что условия роста туранги на ОУ «Или» в целом были лучше, чем на ОУ «Сырдарья» в течение всего периода 1979–2023 гг. (рис. 7). Довольно слабая корреляционная связь между абсолютным древесно-кольцевыми хронологиями «Или» и «Сырдарья» (R = 0.18) подтверждает, что различие в динамике радиального роста туранги разнолистной на исследованных ОУ в значительной степени обусловлено различием условий произрастания, в том числе и климата (см. рис. 4, 5).

Влияние изменения погодных условий на радиальный прирост выявляли с использованием индексированных древесно-кольцевых хронологий, характеристики которых приведены в таблице.

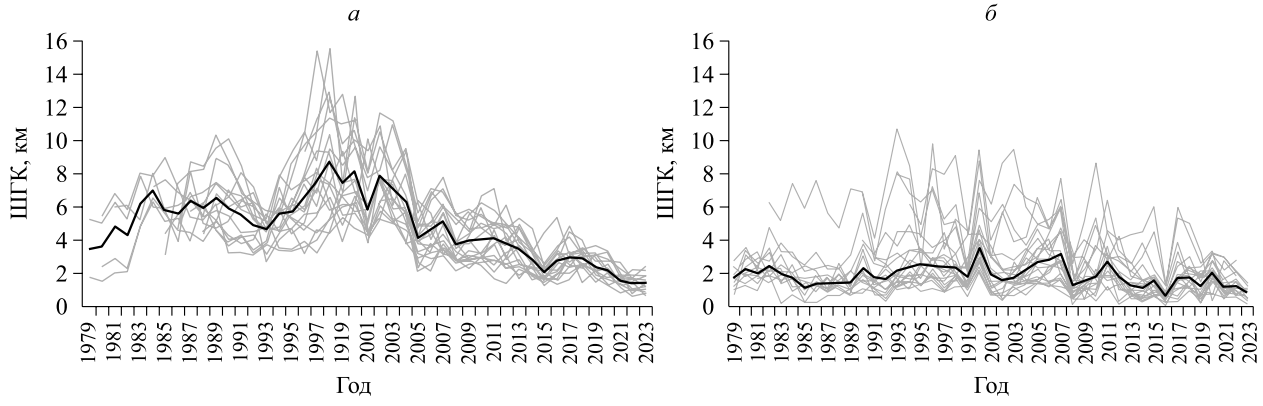

Рис. 7. Ширина годичных колец (ШГК) у опытных деревьев туранги разнолистной (линии серого цвета) на участках «Или» (*а*) и «Сырдарья» (*б*). Черной линией обозначена средняя ШГК.

Статистические характеристики индексированных древесно-кольцевых хронологий

Опытный участок	Длительность хронологий, годы	Средняя ШГК, мм (1979–2023 гг.)	Средний R_{bar}	Средний коэффициент чувствительности	Стандартное отклонение	Автокорреляция первого порядка
«Или»	44	4.91 ± 1.00	0.67	0.23	0.21	0.66
«Сырдарья»	44	1.87 ± 0.62	0.82	0.47	0.55	0.37

Средний по деревьям коэффициент чувствительности выше нижнего предела 0.20 (Шиятов и др., 2000), т. е. обе индексированные хронологии отклик на изменения внешних факторов. Коэффициент R_{bar} характеризует межсериальную корреляцию индивидуальных индексированных хронологий в пределах ОУ. Судя по значениям R_{bar}, серии индексированных ШГК деревьев в пределах каждого ОУ довольно хорошо коррелируют между собой, т. е. погодичную динамику их радиального прироста отражает усредненная индексная кривая. Значение стандартного отклонения индексов ШГК на ОУ «Сырдарья» в 2.5 раз больше, чем на ОУ «Или», что свидетельствует о более выраженной реакции деревьев на влияние погодично меняющихся внешних факторов. Средняя по деревьям автокорреляция первого порядка у деревьев на ОУ «Или» в 2 раза выше, т. е. условия предыдущего сезона более значимы для радиального роста, чем на ОУ «Сырдарья».

Для того чтобы ответить на вопрос, сказалось ли современное изменение климата на климатическом отклике деревьев туранги разнолистной, мы построили корреляционные функции отклика индексов радиального прироста на среднемесячные температуру воздуха и количество осадков для двух временных периодов – до 2000 г. (1979–1991 гг.) и после (2001–2023 гг.) (рис. 8).

Период 1979–1991 гг. Индексированный радиальный прирост у деревьев на р. Или положительно коррелирует (при $P \geq 0.95$) со средней

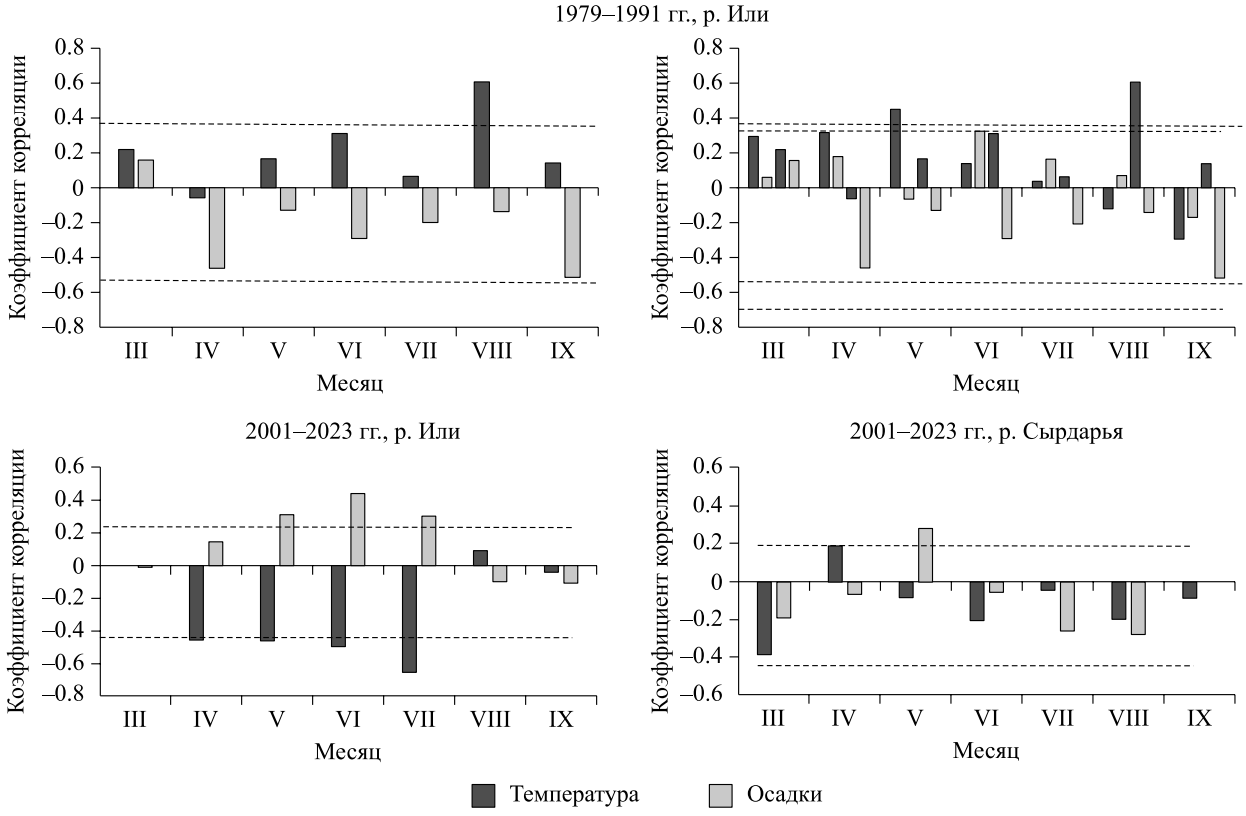

Рис. 8. Корреляционные функции отклика индексов радиального прироста туранги разнолистной на ОУ в пойме рек Или и Сырдарья на температуру воздуха и количества осадков в 1979–1991 и 2001–2023 гг.

Пунктирные линии – пределы значимости коэффициентов корреляции ±0.58 и ±0.42 для первого и второго периода при $P \geq 0.95$. Расчет коэффициентов корреляции проводился с марта по ноябрь, соответствующий сезону роста туранги разнолистной (Гасанова, Мылтыкова, 2017).

температурой августа; корреляция с месячным количеством осадков в марте – ноябре незначима. На р. Сырдарья корреляции между индексами радиального прироста и обоими климатическими факторами незначима.

Период 2001–2023 г. У деревьев на р. Или выявлена отрицательная корреляция индексированного радиального прироста со среднемесячными температурами апреля – июля и положительная корреляция с количеством осадков июня. На р. Сырдарья корреляция между индексами радиального прироста и обоими климатическими факторами незначима, как и в предыдущий временной период (при $P \geq 0.95$).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

На ОУ «Или» текущее изменение климата в сторону потепления и аридизации в течение более чем 20 последних лет происходит более интенсивно, чем на ОУ «Сырдарья», и выражается в положительном тренде весенне-летних температур, который сопровождается снижением количества осадковсм (см. рис. 4, 5). Очевидно, что резкое уменьшение с конца 1990-х годов стволовой продуктивности туранги разнолистной на ОУ «Или» связано как с повышением температуры и уменьшением осадков, так и с обострившимся дефицитом доступной почвенной влаги (рис. 7). Косвенным подтверждением служат результаты, полученные по климатическим корреляционным функциям отклика, по которым выявлено, что при текущем изменении климата на радиальный прирост туранги разнолистной в пойме р. Или негативно влияют повышенные температуры апреля – июля и пониженное количество июньских осадков, чего не было в предшествующий период. Повышение чувствительности деревьев к обоим факторам и «знак» корреляционной связи их с радиальным приростом свидетельствуют о возможной нехватке почвенной влаги. Изменчивость ширины годичных колец, как подчеркивали Крамер и Бойер (Kramer, Boyer, 1995), можно связать с межсезонным изменением водного режима «дерево – почва». Его компонента, почвенная влага пойм, имеет разные источники. Это не только осадки, но и сезонные подтопления пойм талыми водами, искусственные поверхностные затопления пойм, проведение которых в июле-августе является обязательным, близкое залегание грунтовых вод и др. Таким образом, на ОУ «Или» сравнительно высокую интенсивность радиального роста определяют как благоприятные погодные условия (пониженная температура апреля – июля и повышенное количество июньских осадков), так и сравнительно благоприятный для роста гидрологический режим почв, зависящий, в частности, и от режима ежегодного искусственного затопления.

На ОУ «Сырдарья», в отличие от ОУ «Или», при положительном тренде весенне-летних температур заметного снижения количества осадков, по данным метеостанции Шымкент, не зафиксировано. Не было выявлено изменения отклика радиального прироста на влияние климатических факторов при современном изменении климата. Таким образом, можно утверждать, что сравнительно низкая интенсивность радиального роста и слабая связь его с климатическими факторами у туранги разнолистной на опытном участке в пойме р. Сырдарья вызваны острым водным дефицитом, связанным с неблагоприятными гидрологическими почвенными условиями, определяемыми, среди прочих источников, очень малым количеством осадков в жаркое время года и режимом ежегодных искусственных затоплений в июле-августе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изменение климата с конца 1990-х годов в пойме р. Или выражается в положительном тренде весенне-летних температур, который сопровождается снижением количества осадков. В пойме р. Сырдарья при положительном тренде весенне-летних температур снижение количества осадков не зафиксировано. Вместе с тем, интенсивность радиального роста и чувствительность к погодным условиям сезона у деревьев туранги разнолистной в тугайных лесах на р. Или более высокие, чем на р. Сырдарья. Отсутствие модификации климатического сигнала и низкая интенсивность радиального роста в пойме р. Сырдарья при текущем потеплении обусловлены, очевидно, более острым, чем в пойме р. Или, дефицитом доступной почвенной влаги, который определяется не только очень малым количеством летних осадков, но и ухудшением гидрологических свойств почв и ежегодными затоплениями. Таким образом, на примере туранги разнолистной показано, что в ряде случаев отклик древесных видов на потепление может нивелироваться другими факторами, в том числе антропогенным воздействием. Предполагается, что показатель радиального прироста туранги разнолистной может быть ис-

пользован в исследованиях влияния изменения климата и гидрологического режима рек на продуктивность тугаев.

Работа выполнена с использованием оборудования ИЛ СО РАН – обособленного подразделения ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения РАН, приобретенного при поддержке проекта FWES FWES-2024-0023.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алпысбаева А. Современное состояние фауны тугайных экосистем дельты Амударьи // Теор. и практ. совр. науки. 2018. № 6 (36). С. 70–72.

Аралбай Н. К., Кудабаева Г. М., Иманбаева А. А., Веселова П. В., Данилов М. П., Курмантаева А. А. Каталог редких и исчезающих видов растений Мангистауской области (Красная книга). Актау: Классика, 2006. 103 с.

Бессчетнов П. П., Грудзинская Л. М. Туранговые тополя Казахстана. Алма-Ата: Наука, 1981. 152 с.

Ваганов Е. А., Шашкин А. В. Рост и структура годичных колец. Новосибирск: Наука, 2000. 232 с.

Гасанова Г. Г., Мылтыкова Р. Интродукция туранги разнолистной в условиях Мангышлакского экспериментального ботанического сада // Материалы Международной научной конференции, посвященной 85-летию Центрального ботанического сада Национальной академии наук Беларуси. Минск, Беларусь, 06–08 июня 2017 г.: В 2-х ч. Минск, Беларусь: Медисонт, 2017. Ч. 1. С. 55–58.

Погода и климат, 2024. http://www.pogodaiklimat.ru/

Садыгов Т. Н. Состояние естественного возобновления прикуринских тугайных лесов // Агр. наука. 2017. № 5. С. 21–24.

Сапарова Г. К. Экологический мониторинг тугайных экосистем Приаралья // Вестн. науки и образов. 2020. № 4 (82). Ч. 2. С. 5–7.

Сиземская Л. М., Елекешева М. М., Сапанов М. К. Формирование лесных биогеоценозов на нарушенных землях северного Прикаспия // Поволж. экол. журн. 2020. № 1. С. 86–98.

Трешкин С. Е. Деградация тугаев Средней Азии и возможности их восстановления: автореф. дис. … д-ра с.-х. наук: 06.03.03. Волгоград: Всерос. НИИ агролесомелиор., 2011. 47 с.

Шиятов С. Г., Ваганов Е. А., Кирдянов А. В., Круглов В. Б., Мазепа В. С., Наурзбаев М. М., Хантемиров Р. М. Методы дендрохронологии. Ч. I. Основы дендрохронологии. Сбор и получение древесно-кольцевой информации: Учебно-методич. пособие. Красноярск: КрасГУ, 2000. 80 с.

Allen C. D., Macalady A. K., Chenchouni H., Bachelet D., McDowell N., Vennetier M., Kitzberger T., Rigling A., Breshears D. D., Hogg E. H. (Ted), Gonzalez P., Fensham R., Zhang Z., Castro J., Demidova N., Lim J.-H., Allard G., Running S. W., Semerci A., Cobb N. A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests // For. Ecol. Manag. 2010. V. 259. Iss. 4. P. 660–684.

Anderegg W. R. L., Flint A., Huang Ch.-Y., Flint L., Berry J. A., Davis F. W., Sperry J. S., Field C. B. Tree mortality predicted from drought-induced vascular damage // Nat. Geosci. 2015. V. 8. P. 367–371.

Dukenov Z., Rakhimzhanov A., Akhmetov R., Dosmanbetov D., Abayeva K., Borissova Y., Rakymbekov Z., Bekturganov A., Malenko A., Shashkin A., Trushin M. Reforestation potential of tugai forests in the floodplains of Syr Darya and Ili Rivers in the territory of Kazakhstan // SABRAO J. Breed. Genet. 2023. V. 55. N. 5. P. 1768–1777.

Fritts H. C. Tree-rings and climate. London, New York, San Francisco: Acad. Press., 1976. 576 p.

Holmes R. L. Computer-assisted quality control in tree-ring dating and measurement // Tree-Ring Bull. 1983. V. 44. P. 69–75.

Kramer P. J., Boyer J. S. Water relations of plants and soils. San Diego: Acad. Press, 1995. 495 p.

Methods of dendrochronology: Applications in the environmental sciences / E. R. Cook, L. A. Kairiukstis (Eds.). Springer Dordrecht, 1990. 394 p.

Rowland L., da Costa A. C. L., Galbraith D. R., Oliveira R. S., Binks O. J., Oliveira A. A. R., Pullen A. M., Doughty C. E., Metcalfe D. B., Vasconcelos S. S., Ferreira L. V., Malhi Y., Grace J., Mencuccini M., Meir P. Death from drought in tropical forests in triggered by hydraulics not carbon starvation // Nature. 2015. V. 528. P. 119–122.

Schweingruber F. H. Tree rings and environment. Birmensdorf, Bern, Stuttgart, Vienna: Haupt Publ., 1996. 609 p.

Schweingruber F. H., Börner A., Schulze E.-D. Atlas of woody plant stems. Evolution, structure and environmental modifications. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2006. 230 p.

Sizemskaya M. L., Elekesheva M. M., Sapanov M. K. Formation of forest biogeocenoses on disturbed lands of the Northern Caspian Region // Biol. Bull. Rus. Acad. Sci. 2021. V. 48. N. 10. P. 1771–1776.

FEATURES OF RADIAL GROWTH OF TURANGA IN THE FLOODPLAINS OF THE ILI AND SYRDARYA RIVERS (KAZAKHSTAN)

V. E. Benkova[1], R. S. Akhmetov[2], A. V. Shashkin[1], J. S. Dukenov[2], D. V. Ovchinnikov[1], A. V. Benkova[1], D. A. Dosmanbetov[2], M. A. Uashev[2], E. A. Shashkin[2], Yu. V. Kladko[1], D. A. Mashukov[1]

[1] *V. N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch Federal Research Center Krasnoyarsk Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Siberian Branch Akademgorodok, 50/28, Krasnoyarsk, 660036 Russian Federation*

[2] *A. N. Bukeikhan Kazakh Scientific Research Institute of Forestry and Agroforestry – Almaty Branch Zharsuat Str., 17A, Almaty, 050050, Kazakhstan*

E-mail: benkova@yandex.ru, ars_28@mail.ru, shashkin@ksc.krasn.ru, 7078786694@mail.ru, dovch@mail.ru, annie1977@yandex.ru, daniyar_d.a.a@mail.ru, Uashev.Munarbek@mail.ru, onlytmp@mail.ru, KladaJ@mail.ru, mashukov1988@gmail.com

The results of a study of the impact of current climate change on the dynamics of turanga (syn. Euphrates poplar), *Populus diversifolia* Schrenk) radial growth of trees in tugai forests (a form of riparian forest of semi-arid area) of Kazakhstan are presented. The studies were carried out in the study sites (SS) within the floodplains of the Ili river and the Syrdarya river. It has been revealed that since the beginning of intensive warming and aridization of the climate since the late 1990s, the radial increment of Turanga growing in the SS "Ili" has decreased 4-fold, while in the SS "Syrdarya" – 2.5-fold. Climate correlation response functions revealed that climate change since the late 1990s modified reaction of the trees to climate factors in the SS "Ili". This was expressed in the appearance of their negative reaction to increased April-July air temperatures and a positive reaction to increased June precipitation. Current climate change has not affected the climatic response of trees in the SS "Syrdarya". Thus, it is shown by dendrochronological study of Turanga that in some cases the response of woody species to climate warming could be offset by other, factors, for example, deficit of available soil moisture and anthropogenic impact. It is assumed that the radial increment values of Turanga trees can be used in the studies of the influence of various hydrological regimes of rivers on tugai forests productivity.

Keywords: *climate change, Populus diversifolia Schrenk, tree ring width, air temperature, precipitation, modification of climate response.*

How to cite: *Benkova V. E., Akhmetov R. S., Shashkin A. V., Dukenov J. S., Ovchinnikov D. V., Benkova A. V., Dosmanbetov D. A., Uashev M. A., Shashkin E. A., Kladko Yu. V., Mashukov D. A.* Features of radial growth of turanga in the floodplains of the Ili and Syrdarya rivers (Kazakhstan) // *Sibirskij Lesnoj Zurnal* (Sib. J. For. Sci.). 2025. N. 2. P. 72–81 (in Russian with English abstract and references).