

УДК 551.583; 551.582.2; 556.5

Е. В. МАКСЮТОВА, Н. В. КИЧИГИНА, Н. Н. ВОРОПАЙ, А. С. БАЛЫБИНА, О. П. ОСИПОВА

Институт географии СО РАН, г. Иркутск

### ТЕНДЕНЦИИ ГИДРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА БАЙКАЛЬСКОЙ ПРИРОДНОЙ ТЕРРИТОРИИ

*Оценена интенсивность изменений основных гидроклиматических характеристик за период 1961–2008 гг. Установлено, что в формировании положительных тенденций средних годовых температур участвуют все месяцы, при этом максимальные изменения отмечаются в феврале (0,62–1,94 °C/10 лет). Выявлено, что изменения годового количества осадков и годового стока рек разнонаправлены и в основном статистически незначимы. За холодный период года преобладают тенденции уменьшения сумм осадков. Наблюдается преобладание положительных изменений речного стока с октября по декабрь.*

Ключевые слова: температура воздуха, атмосферные осадки, сток рек, тенденции многолетних изменений.

*We have estimated the rate of changes in the main hydroclimatic characteristics for the period 1961–2008. It has been established that all months are involved in the formation of positive tendencies of mean annual temperatures, with the largest changes corresponding to February (0.62–1.94 °C/10 years). It has been found that the changes in annual precipitation amount and annual river runoff are differently directed and mostly statistically insignificant. The cold period of a year is dominated by tendencies for a decrease in the amount of precipitation. A predominance of positive changes in river runoff is observed between October and December.*

Keywords: air temperature, atmospheric precipitation, river runoff, tendencies of long-term changes.

#### ВВЕДЕНИЕ

Согласно многочисленным исследованиям в последние десятилетия происходят значительные изменения климата как в глобальном, так и в региональном масштабах. Как известно, величины трендов температуры в годовом ходе определяются естественными факторами, и современное потепление климата не может быть обусловлено только ростом парниковых газов в атмосфере [1–4]. Повышение температуры воздуха отражается и на других природных процессах, в частности на формировании стока рек и их гидрологическом режиме. С середины 1960-х гг. межгодовые колебания количества осадков имеют сложный характер. Главные особенности изменения сезонного стока рек в последние десятилетия заключаются в увеличении их водности в зимний период практически на всей территории России, а также в более раннем вскрытии и более позднем замерзании [2].

Региональные проявления изменения климата имеют ряд особенностей, обусловленных местными физико-географическими условиями [5]. Детальное изучение современных климатических и гидрологических изменений необходимо для получения надежного прогноза будущих природных условий и для принятия практических мер по адаптации к изменениям климата.

#### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Для определения правовых основ охраны оз. Байкал, являющегося природным объектом всемирного наследия, принят федеральный закон «Об охране озера Байкал» [6]. В нем дано понятие «Байкальская природная территория» (БПТ), определены ее границы и выделены экологические зоны. В состав БПТ входят части территорий Иркутской области, Забайкальского края и Республики Бурятия.

На формирование климата Байкальской природной территории оказывают влияние положение этой территории в поясе умеренных широт (между 50 и 57° с. ш.) и особенности горно-котловинного рельефа. Территория исследования является зоной активного взаимодействия западных и восточных воздушных масс. В нижних слоях тропосферы преобладает континентальный воздух умеренных широт, в средней тропосфере — западно-восточный перенос [7].

© 2012 Максютова Е. В. (emaksyutova@irigs.irk.ru), Кичигина Н. В. (kichigina@irigs.irk.ru),  
Воропай Н. Н. (nadya@irigs.irk.ru), Балыбина А. С. (balybina@irigs.irk.ru),  
Осипова О. П. (olga@irigs.irk.ru)

БПТ находится на границе таежной и степной ландшафтных зон и характеризуется континентальными климатическими условиями с большими колебаниями температур воздуха и неравномерным распределением атмосферных осадков по сезонам года. В холодный период года здесь устанавливается область высокого давления воздуха — Сибирский антициклон. Благодаря этому преобладает малооблачная погода со слабыми ветрами и малым количеством осадков. В теплый период года (с мая по сентябрь) преобладает циклоническая деятельность и выпадает 65–85 % суммы осадков.

Согласно исследованиям Н. К. Кононовой в Сибирском секторе [8], анализируемый в нашей работе многолетний период (1961–2008 гг.) захватывает две циркуляционные эпохи. Это конец второй эпохи, характеризующийся колебаниями продолжительности циркуляционных групп около средней, и третья зональная. На юге Восточной Сибири еще с середины 1970-х гг. отмечалось усиление интенсивности зональной циркуляции. Наибольший вклад в рост зональных процессов вносят переходные сезоны — весна и осень. В летние месяцы зональная циркуляция существенно ослабевает из-за уменьшения межширотных градиентов [9].

М. И. Будыко [10] почти всю территорию Предбайкалья и Забайкалье относит к районам с влажным климатом (индекс сухости 0,45–1,00), с умеренно теплым летом (суммы температур выше 10 °С составляют 1000–2200 °С) и умеренно суровой малоснежной зимой (средняя температура января до –32 °С, а максимальная высота снежного покрова составляет менее 50 см). На этом фоне в Предбайкалье отдельными пятнами встречаются острова лесостепи, которые приурочены к районам с недостаточно влажным климатом. Долины рек Забайкалья, отличающиеся большой сухостью, относятся так же к районам с недостаточно влажным климатом (индекс сухости 1,00–3,00).

В гидрографическом отношении к Байкальской природной территории относится вся речная сеть оз. Байкал; часть бассейна р. Ангары в ее верхнем и среднем течении, а также часть бассейна верхней Лены. В БПТ насчитывается более 25 тысяч рек и ручьев с суммарной длиной около 125 тыс. км. Главные реки, впадающие в оз. Байкал, — Селенга, Баргузин, Верх. Ангара, Большая, Кабанья, Томпуда, Тья, Голоустная, Выдренная, Снежная и др. Около 53 % речных вод формируются на территории Бурятии, 27 % — на территории Монголии, 16 % — Забайкальского края и 4 % — Иркутской области.

Цель работы — описать современное состояние и установить направленность изменений гидроклиматических характеристик Байкальской природной территории во второй половине XX в., влияющих на формирование речного стока, с использованием материалов наблюдений Росгидромета.

### ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

В качестве меры интенсивности гидроклиматических изменений использовался коэффициент линейного тренда, определенный по методу наименьших квадратов и характеризующий среднюю скорость изменений исследуемой переменной за 10 лет. Мера существенности тренда определялась долей дисперсии исследуемой переменной, объясняемой трендом и выраженной в процентах от полной дисперсии за рассматриваемый интервал времени. Статистическая значимость тренда оценивалась путем проверки статистической нулевой гипотезы об отсутствии различий между регрессионной моделью и экспериментальными данными с 95 %-ным доверительным интервалом. Коэффициент вариации  $S_v$  использовался как мера изменчивости атмосферных осадков. Интенсивность изменений речного стока рассчитывалась по модулям стока.

Исходными данными послужили материалы наблюдений на 29 метеорологических станциях по температуре воздуха и атмосферным осадкам и 28 гидрологических постах по расходам воды Иркутского УГМС и Бурятского ЦГМС [10–15] за период 1961–2008 гг. (рис. 1). Для анализа рассматривались средние месячные и годовые величины, а для атмосферных осадков и сезонные суммы. Материалы по атмосферным осадкам представляют собой однородные ряды наблюдений с поправками на смачивание. За холодный период принята часть года с преобладанием твердых осадков с октября по апрель. Их количество определялось за гидрологический год.

Для оценки изменений гидрологического режима были использованы данные стока на створах преимущественно средних рек БПТ. Поскольку средняя река протекает в пределах одной географической зоны и ее сток формируется в более или менее однородных физико-географических условиях, то изменение стока по территории подчиняется закону географической зональности, а изменчивость стока в наибольшей степени зависит от климатических факторов. Гидрологические посты расположены в бассейнах Ангары — 9, верхней Лены — 6 и оз. Байкал — 13.

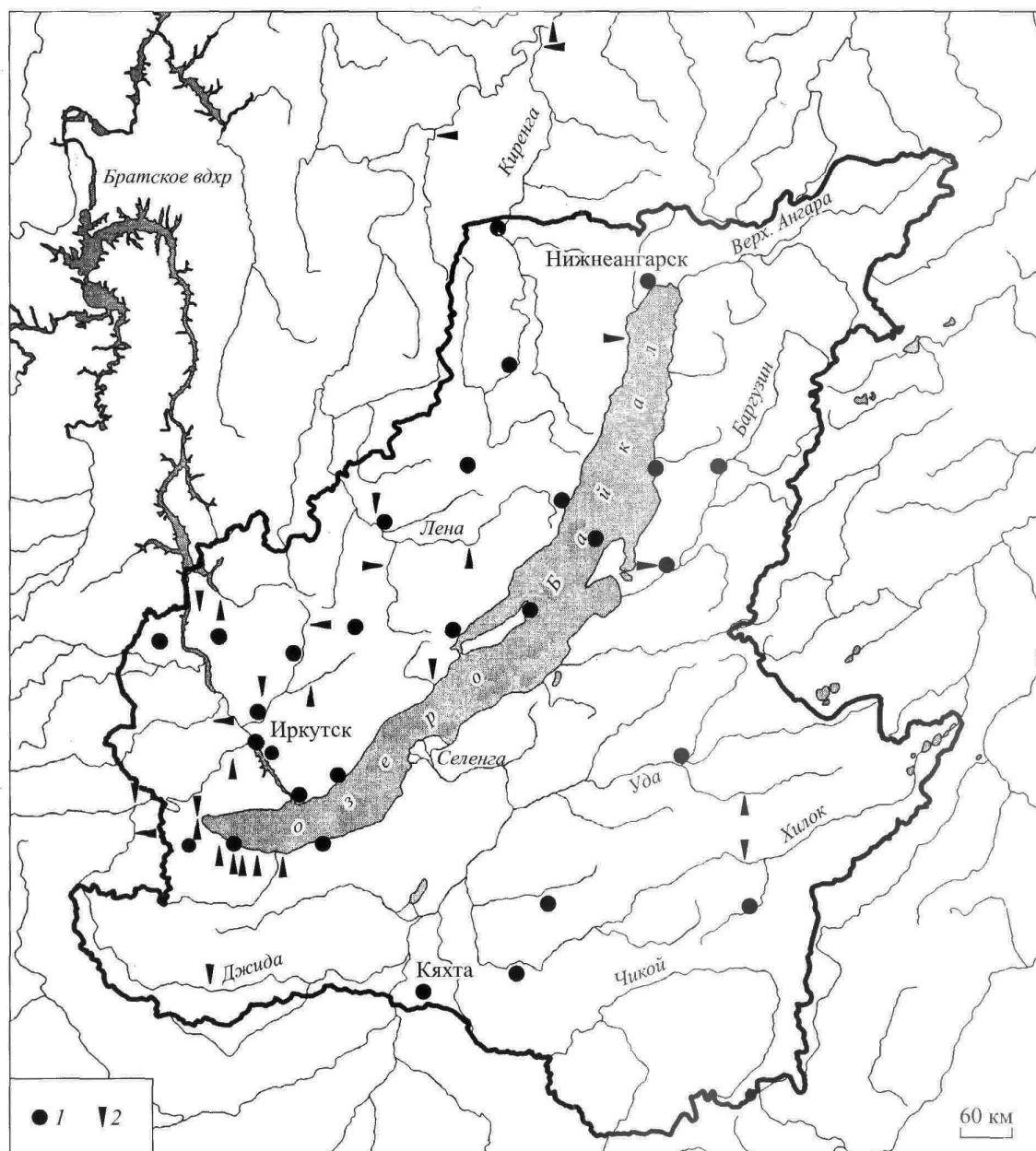


Рис. 1. Схема расположения метеорологических станций (1) и гидрологических постов (2) на территории БПТ.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

**Температура воздуха.** В процессе исследования определены основные статистические характеристики температуры воздуха на метеорологических станциях БПТ. Средняя многолетняя годовая температура воздуха почти на всей территории отрицательная. Исключение составляет Иркутск ( $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), Бол. Голоустное, Сарма, Танхой ( $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). При движении с юга на север и с запада на восток среднегодовые температуры понижаются (станции Казачинское  $-3,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , Бичура  $-1,4$ , Черемхово  $-0,4$ , Хоринск  $-1,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). На станциях, расположенных на побережье Байкала, температуры выше, чем на континентальных станциях, находящихся на тех же широтах (Баяндай  $-1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ , Сарма  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

Самый холодный месяц — январь, его средняя месячная температура колеблется от  $-15,2$  (ст. Байкальск) до  $-29,7$  °С (ст. Курумкан); на большей же части территории температура изменяется от  $-20$  до  $-25$  °С. Самый теплый месяц — июль, средняя температура которого  $18$  °С. Максимальная температура воздуха в некоторые дни поднимается до  $37$  °С, причем на северных станциях отмечаются более высокие температуры, чем на всей остальной территории. Относительно невысокие летние температуры воздуха характерны для станций, расположенных в горных районах и на побережье оз. Байкал, где они не превышают  $12,9$  °С (ст. Хамар-Дабан) —  $15,9$  °С (ст. Байкальск).

Максимальные значения среднеквадратического отклонения температуры не превышают  $14,3$  и отмечаются в основном в зимние месяцы, а минимальные ( $1,1-1,7$ ) — в июле–августе. Годовая амплитуда колебаний среднемесячных температур воздуха составляет  $28$  °С (ст. Бол. Ушканий остров)– $49,1$  °С (ст. Курумкан). Суточная амплитуда колебания температуры воздуха достигает  $30$  °С, главным образом за счет ночного выхолаживания.

Наиболее подробную картину современного изменения температуры приземного воздуха можно составить по распределению по территории коэффициентов линейного тренда. Средняя годовая температура воздуха увеличивается на всей территории. По данным станций БПТ термический режим характеризовался значительной изменчивостью, которая наиболее заметна в зимние месяцы.

Годовые величины тренда за 1961–2008 гг. на всех станциях положительны и колеблются в пределах от  $0,24$  до  $0,52$  °С/10 лет, что на порядок превышает аналогичные коэффициенты, рассчитанные в среднем для Северного полушария. Колебания температуры воздуха в регионе идут синхронно с глобальными, причем на фоне потепления можно отметить уменьшение континентальности климата за счет уменьшения годовых амплитуд температуры, которое связано с положительным трендом минимальных температур.

Статистически значимые тренды за все месяцы положительны (см. таблицу). В среднем для территории исследования они изменяются от  $0,33$  °С/10 лет (сентябрь) до  $1$  °С/10 лет (февраль). Среднеквадратическое отклонение для всей выборки колеблется от  $0,07$  (апрель, май) до  $0,37$  (январь), для значимых трендов — от  $0,07$  (апрель) до  $0,41$  (декабрь). Отрицательные тенденции фиксируются лишь на трех станциях в январе, на одной — в ноябре, на двух — в декабре, но при этом они статистически незначимы.

Максимальные изменения температуры воздуха отмечаются в феврале ( $0,62-1,94$  °С/10 лет). Практически на всех станциях статистически значимые положительные тренды наблюдаются в апреле (исключение — станции Бол. Ушканий остров, Курумкан, Хамар-Дабан, Черемхово) и июле (за исключением станций Казачинское и Качуг). Минимальные значимые тренды фиксируются в летние месяцы ( $0,21-0,34$  °С/10 лет). Максимальный вклад тренда в дисперсию ряда в феврале —  $14-26$  %, минимальный в месяцы теплого периода — до  $9$  %. Отсутствие статистически значимых трендов отмечается в январе на всех станциях, в декабре исключение составляют станции Байкальск, Баргузинский заповедник, Бол. Ушканий остров, Карам, в ноябре — Байкальск, Баргузин, Бичура, Мухоршибирь, Хилок. Многолетние изменения температуры воздуха и линии тренда за отдельные месяцы года для некоторых станций представлены на рис. 2. Выбранные станции расположены в характерных географических условиях территории: лесостепных (ст. Баяндай), горнотаежных (ст. Качуг) и котловинно-степных (ст. Баргузин).

Коэффициенты пространственной корреляции между рядами среднегодовой температуры на станциях достаточно велики ( $0,85-0,98$ ). Если выявлять изменение этих зависимостей в течение года, то можно отметить их уменьшение в теплое время года, причем связь становится менее тесной (ко-

Статистические характеристики значимых трендов температуры воздуха на территории БПТ

Характеристика	Месяцы												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Количество станций	0	28	10	25	22	21	27	17	20	18	5	4	29
Среднее, °С/10 лет	—	1,00	0,72	0,41	0,37	0,37	0,40	0,34	0,33	0,43	0,59	0,72	0,40
Max, °С/10 лет	—	1,94	0,96	0,61	0,52	0,67	0,76	0,51	0,43	0,54	0,07	1,32	0,52
Min, °С/10 лет	—	0,62	0,47	0,30	0,28	0,22	0,28	0,25	0,23	0,34	0,52	0,41	0,24
Среднеквадратичное отклонение	—	0,25	0,16	0,07	0,06	0,12	0,10	0,07	0,06	0,06	0,07	0,41	0,07

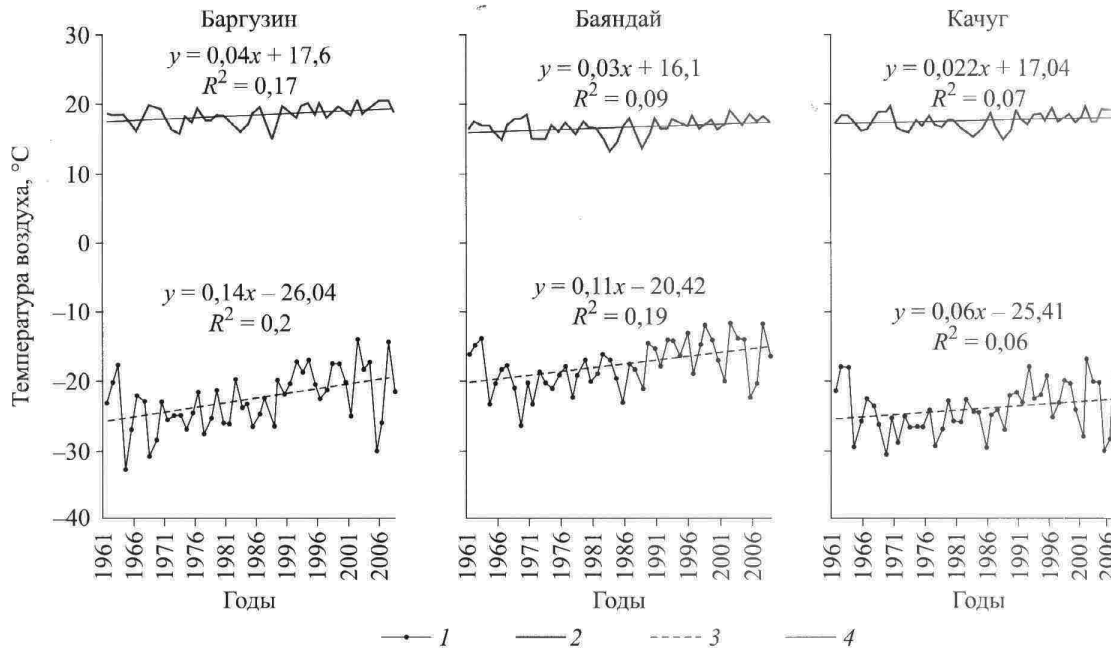


Рис. 2. Многолетние изменения температуры воздуха на некоторых станциях БПТ.

Средняя температура воздуха: 1 — в феврале, 2 — в июле; линейный тренд: 3 — в феврале, 4 — в июле.

эффицент корреляции 0,2–0,4), если из двух станций одна находится на побережье, а другая в континентальной части территории (например, станции Солнечная–Тырка). Коэффициенты остаются значимыми, когда берутся только континентальные или только прибрежные станции.

**Атмосферные осадки.** Значительное влияние на образование и распределение атмосферных осадков на рассматриваемой территории оказывают ориентация горных хребтов с юго-запада на северо-восток и котловинный рельеф. Общие закономерности осадкообразования (увеличение количества осадков на наветренных и уменьшение на подветренных склонах хребтов, уменьшение осадков в котловинах и т. д.) здесь сохраняются. Осадки по территории распределяются крайне неравномерно.

Наибольшее количество осадков выпадает в пределах хребта Хамар-Дабан. На ст. Хамар-Дабан, расположенной на высоте 1442 м, по данным наблюдений средняя годовая сумма составляет 1399 мм. К засушливым районам относятся: центральная степная часть западного побережья Байкала, где выпадает 200–250 мм (станции Сарма, Узур, Солнечная), Бол. Ушканий остров, межгорная Баргузинская котловина и долины Уды и Селенги (до 300 мм). Изменчивость годовых сумм осадков составляет 0,1–0,3. Большие значения  $C_v$  относятся к станциям с незначительным количеством осадков, меньшие — к станциям, где осадков выпадает больше.

В годовом ходе наименьшее количество осадков приходится на зимнее время. Минимум осадков в основном в феврале, на некоторых станциях (Тырка, Карам, Казачинское, Солнечная, Нижнеангарск) — в марте. Количество осадков составляет от 2 мм в засушливых прибрежных районах оз. Байкал и долинах Забайкалья (Сарма, Узур, Бол. Ушканий остров, Хоринск) до 29 мм в юго-западной высокогорной части территории (Хамар-Дабан). Коэффициенты вариации в холодный период изменяются в пределах 0,3–1,9. Наибольшая изменчивость осадков характерна для марта, когда происходит перестройка барического поля и усиление циклонической циркуляции. В целом за октябрь–апрель выпадает от 25 мм (Сарма) до 405 мм (Хамар-Дабан) осадков, что составляет 11–35 % годовой суммы. Изменчивость сумм осадков холодного периода составляет 0,1–0,5.

Максимум осадков выпадает в июле, лишь на некоторых станциях в августе (Качуг, Тырка, Нижнеангарск). Количество осадков составляет 60–300 мм. Изменчивость месячного количества осадков летних месяцев — 0,3–0,8. В целом за теплый период выпадает от 180 мм в засушливых районах за-

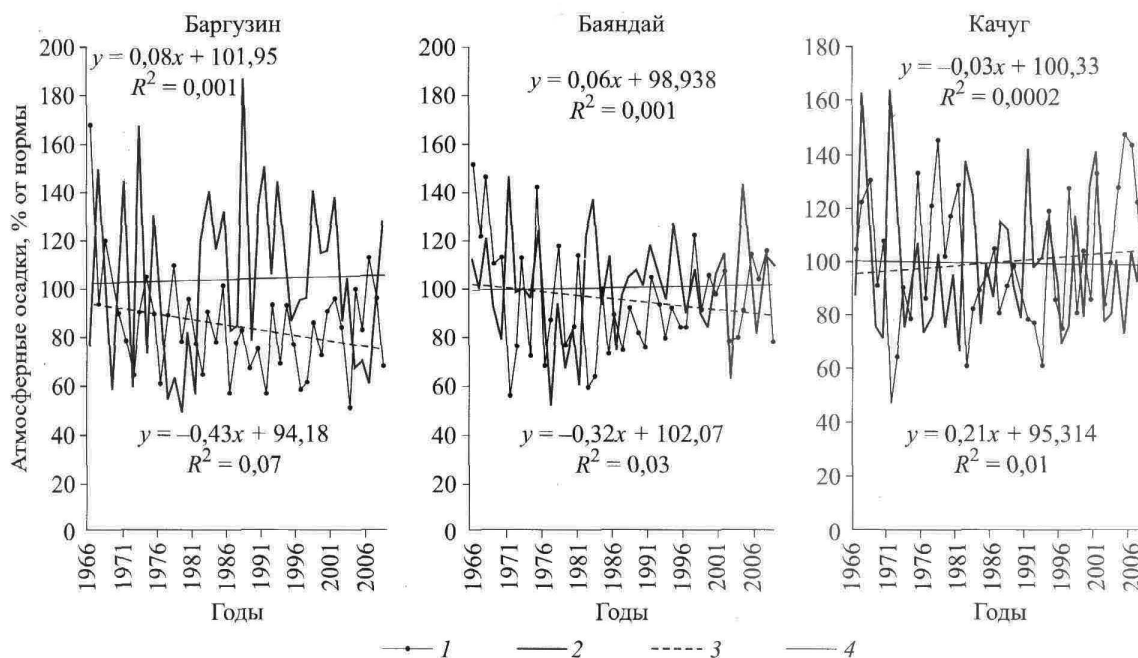


Рис. 3. Многолетние изменения сумм атмосферных осадков на станциях БПТ.

Суммы осадков: 1 — за октябрь–апрель, 2 — за май–сентябрь; линейный тренд: 3 — октябрь–апрель, 4 — май–сентябрь.

падного и восточного побережья оз. Байкал (Сарма, Бол. Ушканий остров) до 992 мм (Хамар-Дабан). Коэффициент вариации сумм осадков теплого периода — 0,2–0,4. Отмечаются значительные межгодовые колебания осадков (рис. 3).

Тенденции изменения годового количества осадков для большинства станций статистически незначимы. Только на четырех из рассматриваемых 29 станций происходят устойчивые изменения: осадки растут со скоростью 3–5 %/10 лет (Баргузинский заповедник, Солнечная) и уменьшаются на 4–6 %/10 лет (Сарма, Тырка). Вклады трендов в дисперсию исходного процесса 13 %.

В теплый период также отмечается мало устойчивых трендов. Значимые положительные тренды выявлены на четырех станциях (Усть-Ордынский, Курумкан, Баргузинский заповедник, Хилок) и составляют до 9 %/10 лет при межгодовой изменчивости до 9 %. Устойчивое уменьшение количества осадков происходит на ст. Тырка со скоростью –9 %/10 лет при вкладе тренда в дисперсию исходного процесса 17 %. Наибольшее количество значимых трендов осадков отмечается в холодный период года. Изменения осадков разнонаправлены. Значимые отрицательные коэффициенты регрессии выявлены на 11 станциях и составляют –5÷–17 %/10 лет, что объясняет от 6 до 22 % годовой изменчивости.

Максимальное уменьшение осадков в холодный период регистрируется на станциях Забайкалья: Курумкан, Баргузин, Мухоршибирь. Небольшое увеличение осадков происходит в Прибайкалье (Хамар-Дабан, Исток Ангары, Тырка, Карам) со скоростью 3–4 %/10 лет при вкладе тренда в дисперсию исходного процесса до 9 %. Статистически значимые линейные тренды месячных сумм осадков отличаются большими коэффициентами регрессии, разнонаправлены в течение годового цикла и их количество не превышает 38 %.

Рост количества осадков отмечается в мае, июне, сентябре. В мае на семи станциях Забайкалья коэффициенты регрессии изменяются от 10 (ст. Хилок) до 27 %/10 лет (ст. Кяхта), что объясняет от 5 до 27 % годовой изменчивости. В Прибайкалье заметное увеличение осадков регистрируется на ст. Качуг на 8 %/10 лет при вкладе тренда от 5 %. В июне на девяти станциях территории Прибайкалья происходит рост осадков от 8 (ст. Хамар-Дабан) до 14 %/10 лет (ст. Исток Ангары). Вклады трендов составляют 1–14 %. В сентябре на станциях Солнечная, Курумкан, Хоринск, Хилок рост осадков составляет 10–16 %/10 лет при вкладах тренда до 6 %.

Уменьшение количества осадков происходит в феврале, июле. В феврале на станциях Бол. Голоустное, Сарма, Мухоршибирь коэффициенты регрессии составляют 12–20 %/10 лет при вкладе трендов в дисперсию исходного процесса до 11 %. В июле значимые тренды зафиксированы на семи станциях и составляют от 6 (ст. Бохан) до 19 %/10 лет (ст. Тырка) при вкладе тренда от 4 до 21 %.

Разнонаправленные изменения количества осадков происходят в январе, марте, апреле, августе, октябре, ноябре и декабре. Наибольшее количество значимых трендов отмечается на 11 станциях — в декабре. Устойчивые тенденции характерны лишь для четырех станций — в марте, апреле, августе. В октябре, ноябре, декабре и январе при единичных положительных трендах 7–17 %/10 лет, большинство коэффициентов регрессии отрицательные и колеблются в пределах 10–27 %/10 лет при вкладе тренда до 19 %, что влияет на уменьшение количества осадков всего холодного периода.

Значимые коэффициенты пространственной корреляции (45 % от общего количества) между рядами годовых сумм осадков на рассматриваемых станциях достигают значений 0,91. С увеличением расстояния между станциями они уменьшаются до 0,31. При рассмотрении пространственной корреляции по сезонам года количество значимых коэффициентов увеличивается до 53 % в холодный и 57 % в теплый периоды. Летом величины связи меняются по территории от –0,37 на противоположных берегах оз. Байкала (станции Байкальск–Баргузинский заповедник) до 0,92 (станции Иркутск–Хомутово). Наибольшие коэффициенты корреляции 0,96 отмечаются в холодный период между станциями Иркутск–Патроны.

**Речной сток.** Статистически значимые изменения средних годовых расходов на гидропостах в бассейне верхней Лены разнонаправлены и отмечаются на двух створах: р. Манзурка–пос. Зуево, где сток уменьшается с интенсивностью 0,01 л/(с·км<sup>2</sup>) и р. Лена–пос. Змеиново, где сток увеличивается на 0,02 л/(с·км<sup>2</sup>). В бассейне р. Ангары статистически значимая тенденция увеличения годовых расходов наблюдается только на одном створе р. Иркут–с. Тибельти, с интенсивностью 0,04 л/(с·км<sup>2</sup>). На остальных створах тренды средних годовых расходов статистически незначимы и разнонаправлены. В бассейне оз. Байкал тенденции изменения годовых расходов разнонаправлены и характеризуются тремя положительными статистически значимыми трендами с интенсивностью 0,03–0,11 л/(с·км<sup>2</sup>) и тремя отрицательными трендами с интенсивностью 0,02–0,10 л/(с·км<sup>2</sup>). Таким образом, в целом на БПТ изменения годового стока разнонаправлены и в большинстве случаев статистически незначимы.

Анализ среднего месячного стока показал, что для БПТ большинство статистически значимых изменений наблюдается в период с октября по март. На реках бассейна Ангары с октября по декабрь отмечается наибольшее количество значимых трендов увеличения стока. В январе, феврале и апреле тенденции изменения стока разнонаправлены, но преобладают положительные статистически значимые коэффициенты регрессии. Статистически значимое увеличение стока отмечается в марте на четырех створах до 0,02 л/(с·км<sup>2</sup>) и в июне — на трех створах до 0,12 л/(с·км<sup>2</sup>). В мае средний месячный сток уменьшается с интенсивностью от 0,04 до 0,14 л/(с·км<sup>2</sup>), коэффициенты регрессии отрицательны и статистически значимы на четырех створах (рис. 4). В июле и августе отмечаются единичные положительные тренды, в сентябре значимых тенденций не выявлено.

В бассейне Байкала наблюдается значимое уменьшение стока в июле на четырех створах с интенсивностью 0,2–0,5 л/(с·км<sup>2</sup>). Увеличение стока происходит в июне на пяти створах до 0,4 л/(с·км<sup>2</sup>). Наблюдается увеличение стока в осенне-зимний период (с октября по декабрь), большинство трендов положительны и статистически значимы. С января по май изменения стока разнонаправлены, однако преобладают положительные тенденции. В августе и сентябре отмечаются единичные разнонаправленные тренды.

В бассейне верхней Лены практически нет статистически значимых изменений среднего месячного стока в период с апреля по сентябрь. В январе изменения разнонаправленные. В феврале и марте отмечается тенденция увеличения стока, статистически значимая в половине случаев, в октябре — значимое увеличение стока отмечено только на двух створах. Статистически значимые положительные тренды зафиксированы на большинстве створов в ноябре и декабре с интенсивностью до 0,04 л/(с·км<sup>2</sup>).

В октябре, ноябре и декабре наблюдается статистически значимое увеличение стока на всей территории. Наибольшее количество значимых трендов отмечается в ноябре в 57 % случаев с интенсивностью 0,01–0,13 л/(с·км<sup>2</sup>), в декабре — в 50 % случаев с интенсивностью 0,01–0,11 л/(с·км<sup>2</sup>) и в октябре — в 39 % случаев с интенсивностью 0,02–0,16 л/(с·км<sup>2</sup>).

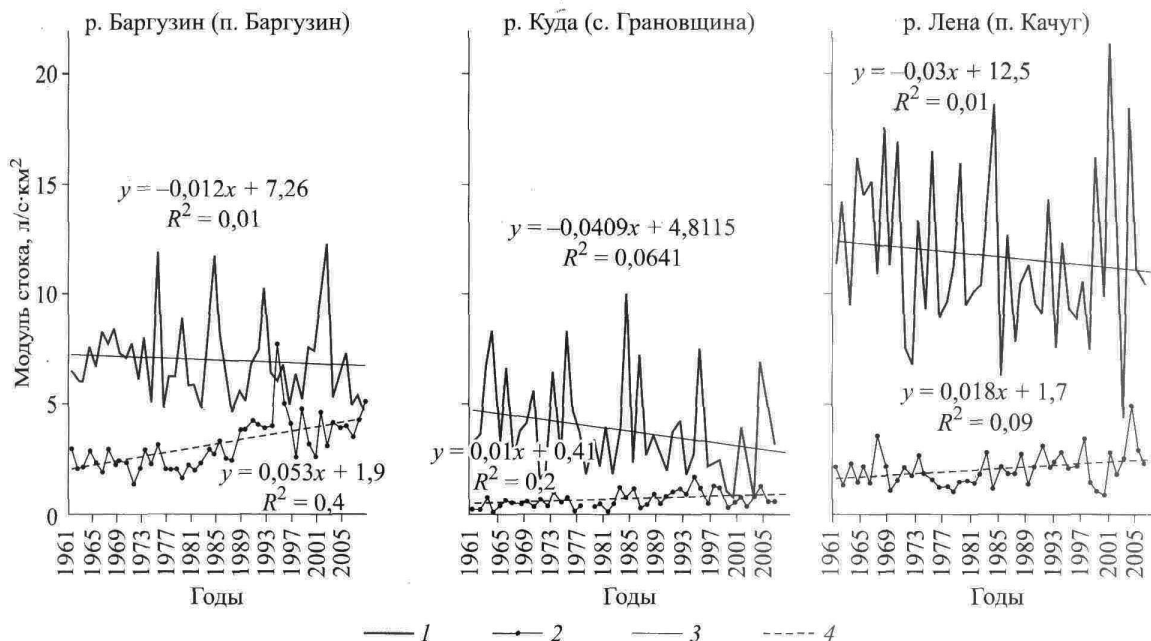


Рис. 4. Многолетние изменения среднего месячного модуля стока на некоторых створах БПТ.

Средний месячный модуль стока: 1 — май, 2 — ноябрь; линейный тренд: 3 — май, 4 — ноябрь.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование показало, что на региональном уровне обнаруживается существенная пространственная и временная неоднородность в тенденциях изменений климата, что, в свою очередь, определяет особенности изменений речного стока.

Гидроклиматические изменения на Байкальской природной территории характеризуются устойчивым ростом годовых температур воздуха со скоростью  $0,2-0,5\text{ }^\circ\text{C}/10$  лет, это на порядок превышает аналогичные коэффициенты, рассчитанные в среднем для Северного полушария. На фоне потепления можно отметить уменьшение континентальности климата за счет уменьшения годовых амплитуд температуры.

Изменения годовых величин сумм осадков и речного стока разнонаправлены и в основном статистически незначимы. Наибольшее количество значимых трендов отмечается в суммах осадков за холодный период года (октябрь—апрель) с максимумом в декабре. Преобладают тенденции к уменьшению осадков. Внутригодовые изменения стока рек происходят в период с октября по март и характеризуются преобладанием положительных изменений в октябре—декабре и разнонаправленных в январе—марте.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. МГЭИК: Изменение климата: Обобщающий доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата. — Женева, 2007. — 104 с.
2. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. — М.: Росгидромет, 2008. — Т. 1: Изменения климата. — 227 с.; Т. 2: Последствия изменений климата. — 288 с.
3. Израэль Ю. А., Груза Г. В., Катцов В. М., Мелешко В. П. Изменения глобального климата. Роль антропогенных воздействий // Метеорол. и гидрол. — 2001. — № 5. — С. 5–21.
4. Логинов В. Ф. Влияние Атлантического океана на величину трендов температуры воздуха в период современного потепления // География и природ. ресурсы. — 2010. — № 3. — С. 10–19.
5. Груза Г. В., Ранькова Э. Я. Обнаружение изменений климата: состояние, изменчивость и экстремальность климата // Метеорол. и гидрол. — 2004. — № 4. — С. 50–66.



6. **Федеральный закон** «Об охране озера Байкал» от 01.05.1999, № 94–ФЗ. — <http://base.garant.ru>
7. **Предбайкалье** и Забайкалье / Отв. ред. В. С. Преображенский и др. — М.: Наука, 1965. — 492 с.
8. **Кононова Н. К.** Колебания циркуляции атмосферы Сибирского, Дальневосточного и Тихоокеанского секторов Северного полушария в XX–начале XXI века и их климатические последствия // *Материалы XIV Совещания географов Сибири и Дальнего Востока*. Владивосток: Тихоокеанский институт географии ДВО РАН. — Владивосток: Дальнаука, 2011. — С. 173–174.
9. **Осипова О. П.** Количественная оценка интенсивности атмосферной циркуляции на юге Восточной Сибири // *География и природ. ресурсы*. — 2011. — № 1. — С. 154–158.
10. **Будыко М. И.** Климат и жизнь. — Л.: Гидрометеоиздат, 1971. — 472 с.
11. **Метеорологический** ежемесячник. — Иркутск, 1961–2000. — Вып. 22, ч. 2.
12. **Метеорологический** ежемесячник. — Чита, 1961–2000. — Вып. 23, ч. 2.
13. **Сетевой ресурс:** Российский гидрометеорологический портал ВНИИГМИ-МЦД. — <http://www.meteo.ru>
14. **Гидрологический** ежегодник. — 1960–1978. — Т. 7, вып. 2–4; 1960–1980. — Т. 8, вып. 0–7.
15. **Государственный водный кадастр.** Ежегодные данные. Т. РСФСР. — 1979–1987. — Вып. 13, 14; 1981–1986. — Вып. 15.

*Поступила в редакцию 17 мая 2012 г.*