

Статья подготовлена в рамках выполнения партнерского интеграционного проекта СО РАН – УрРАН – ДВО РАН № 23 «Трансграничные речные бассейны в азиатской части России: комплексный анализ состояния природно-антропогенной среды и перспективы межрегиональных взаимодействий».

Литература

1. Багова В.З. Природно-ресурсный потенциал и развитие сельского хозяйства приграничных районов Восточного Забайкалья / Приграничные и трансграничные территории Азиатской России и сопредельных стран (проблемы и предпосылки устойчивого развития) / Отв. ред. П.Я. Бакланов, А.К. Тулохонов; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Байкальский ин-т природопользования [и др.]. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010. – 610 с. (Интеграционные проекты СО РАН; вып. 23).
2. Восточное Забайкалье (Перспективы развития производительных сил Читинской области). – Иркутск: Восточно-Сибирское кн. изд-во, 1968. – 187 с.
3. Газимуро-Заводский район Забайкальского края. – Чита: Экспресс-издательство, 2011. – 248 с.
4. Исаев Б.И., Кузовлев А.П., Тельнов П.Н. Овцеводство Забайкалья. – Иркутск: Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1984. – 112 с.
5. Новикова М.С. Территориальная дифференциация социально-экономического развития приграничных районов Забайкальского края / Автореферат канд. диссер. – Улан-Удэ, 2011. – 22 с.
6. Сводные итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2006 года. Книга 1: Стат. сб. – Чита: Забайкалкрайстат, 2008. – 244 с.
7. Сводные итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2006 года по муниципальным образованиям Читинской области. Книга 2: Стат. сб. – Чита: Забайкалкрайстат, 2008. – 211 с.

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА В БАССЕЙНЕ РЕКИ АРГУНЬ

В.А. Обязов, Е.В. Носкова

Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, г. Чита, Россия

CLIMATE CHANGE IN THE ARGUN RIVER BASIN

V. Obyazov, E. Noskova

Institute of natural resources, ecology and cryology SB RAS, Chita, Russian Federation

Изучено изменение климата в бассейне реки Аргунь в пределах Российской Федерации. Определены тенденции многолетних изменений приземной температуры воздуха. Выявлены основные закономерности многолетних изменений атмосферных осадков.

Climate change in a river basin Argun within the Russian Federation is studied. Tendencies of long-term changes of ground air temperature are defined. The main regularities of long-term changes of an atmospheric precipitation are revealed.

В последние десятилетия происходят существенные изменения климата, имеющие глобальный характер. Однако на региональном уровне они значительно отличаются от глобальных и имеют свои особенности в каждом регионе [4].

Средняя годовая температура воздуха в бассейне Аргуни изменяется по территории от 0°C до значений менее –3°C (рис. 1).

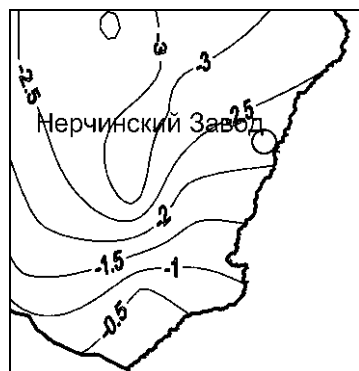


Рис. 1. Распределение средней годовой температуры воздуха в бассейне Аргуни

Многолетние изменения температуры воздуха в бассейне Аргуни происходят достаточно согласовано. Коэффициенты корреляции между рядами средних годовых температур, как правило, превышают 0,8. Высокая степень пространственной согласованности термического режима позволяет использовать наиболее длительный ряд наблюдений на метеостанции Нерчинский Завод (1848–2009 гг.) для оценки вековых изменений температуры воздуха на исследуемой территории. Эти

изменения происходят на фоне глобального потепления и потепления в Северном полушарии (рис. 2). Однако темпы потепления в среднем по земному шару и по Северному полушарию существенно меньше. Если в течение 160 лет глобальная температура воздуха в среднем повышалась на $0,044 \div 0,045^\circ\text{C}$ за 10 лет, то скорость роста региональной температуры была в два раза выше ($0,1^\circ\text{C}/10$ лет).

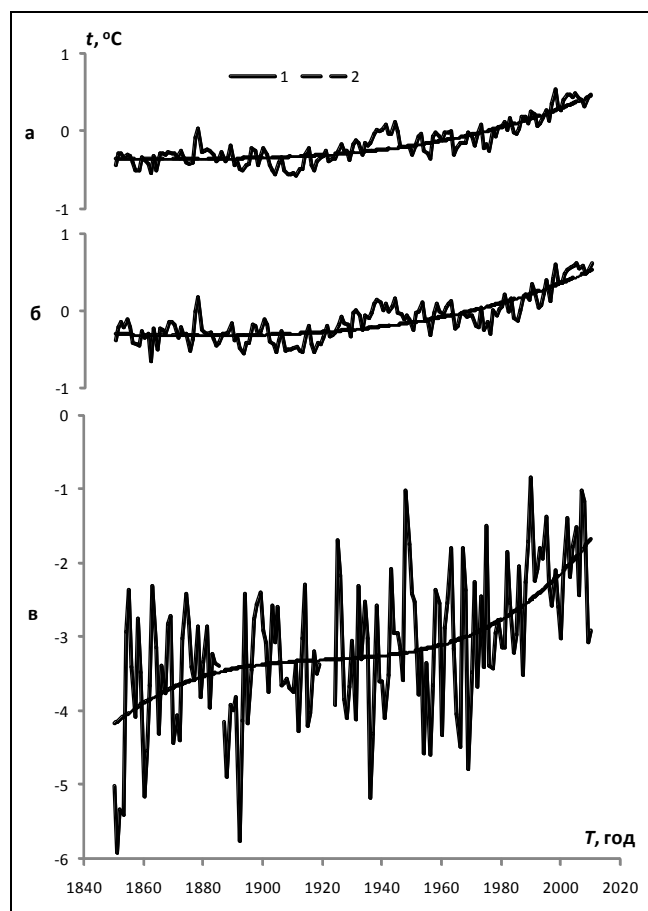


Рис. 2. Многолетние изменения средней годовой температуры воздуха за период 1850–2009 гг.
 а – глобальной, б – Северного полушария, в – по данным метеостанции Нерчинский Завод.
 1 – исходный ряд, 2 – полиномиальный тренд.

В ходе средней годовой температуры выделяется три периода [2]. С середины XIX до начала XX вв. происходил рост температуры. Затем до середины XX века тренд имел значение близкое к нулю. В начале 50-х годов начался новый период потепления. Повышение температуры в этот период характерно для всей территории бассейна Аргуни (рис. 3), а также для Забайкалья в целом [1].

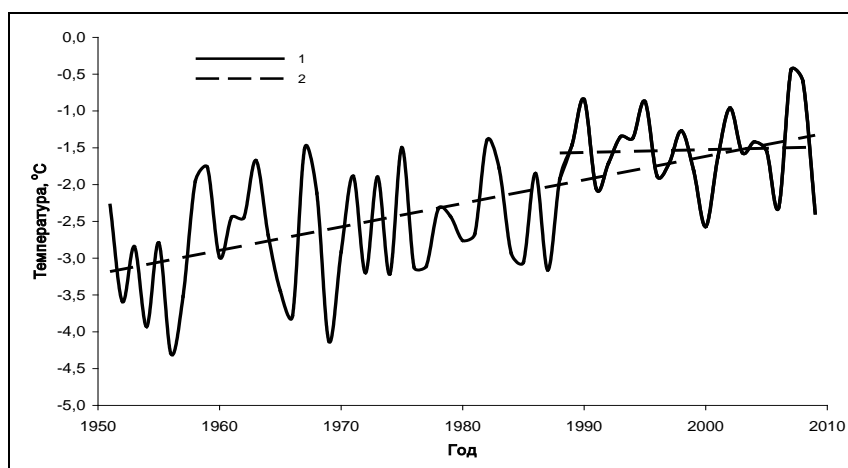


Рис. 3. Многолетние изменения осредненной по территории бассейна Аргуни средней годовой температуры воздуха за период с 1951 по 2009 г.
 1 – исходный ряд, 2 – линейный тренд.

Причем на рубеже 80–90-х годов прошлого столетия повышение произошло скачкообразно и последние два десятилетия выделяются особенно высокими температурами. За этот период в течение семи лет (1990, 1993, 1995, 1998, 2002, 2007, 2008) средняя годовая температура превышала наибольшие значения прошлых лет. Наиболее высокие температуры отмечались в 2007 и 2008 годах. Однако в течение этих двух десятилетий рост средней годовой температуры приостановился. Такой характер изменений температуры в большей или меньшей степени выявляется по данным всех пунктов наблюдений, расположенных в разных частях бассейна Аргуни и в других районах Забайкалья [3].

За период с 1951 по 2009 г. средняя годовая температура повысилась в среднем по исследуемой территории на 1,8°C, а по различным ее районам величина линейного тренда составила от 1,5 до 2,1°C за 59 лет (табл. 1). Тренды имеют высокую степень достоверности: эмпирические значения статистики Стьюдента превышают табличное значение даже при 0,5%-ном уровне значимости. При этом какой-либо закономерности пространственного распределения величины тренда выявить не удалось. Можно предположить, что это является следствием влияния локальных условий местоположений метеорологических станций.

Таблица 1

Величины тенденций изменений средней годовой температуры воздуха

Пункты наблюдений	Величина тренда, °С
Александровский Завод	1,5
Газимурский Завод	1,7
Доно	1,8
Нерчинский Завод	1,8
Кайластуй	2,1
Средняя по территории	1,8

В различные месяцы и сезоны значения трендов отличаются (табл. 2). Наибольшая величина тренда отмечается в феврале, несколько меньшая – в марте и апреле. На эти три месяца приходится половина вклада в величину тренда средних годовых температур. Наименьших значений тренд достигает в октябре – декабре. В период с февраля по сентябрь тренды средних месячных температур статистически значимы при 5%-ном уровне. В период с октября по январь достоверность трендов при данном уровне значимости не подтверждается.

Соответственно распределению по месяцам распределяются тренды и по сезонам (табл. 2). Максимальная величина тренда наблюдается весной, а минимальная – осенью.

Таблица 2

Тенденции изменений средних месячных и средних сезонных температур воздуха

Месяц	Величина тренда, °С	Сезон	Величина тренда, °С
Декабрь	0,9	Зима	2,4
Январь	1,6		
Февраль	4,6		
Март	3,7	Весна	2,8
Апрель	3,1		
Май	1,6		
Июнь	1,1	Лето	1,3
Июль	1,5		
Август	1,4		
Сентябрь	1,4	Осень	1,1
Октябрь	0,9		
Ноябрь	1,0		

Таким образом, рост средних годовых температур воздуха обусловлен в основном потеплением в феврале – апреле. В остальные месяцы тенденции повышения температур либо несущественны, либо статистически недостоверны.

Линейные тренды в большинстве случаев не являются моделью, которая позволяет аппроксимировать многолетние тенденции изменений температуры. Эти изменения имеют сложный характер, включающие, как правило, циклы различной продолжительности. При этом линейный (квазилинейный) тренд можно рассматривать как часть сверхвекового цикла.

При анализе циклических составляющих межгодовых колебаний температуры с целью устранения влияния циклов, длительность которых превышает продолжительность рядов

наблюдений, и выражаются в них в виде трендов, была произведена фильтрация данных. Для этого были вычислены аномалии температуры, т.е. отклонения погодичных значений ряда от соответствующих этим годам значений линейного тренда.

По полученному ряду аномалий построены интегральные кривые средней годовой температуры. Анализ графиков позволяет утверждать, что в бассейне Аргуни наряду с тенденцией роста температуры в течение всего рассматриваемого периода в ее изменениях отмечаются циклы разных порядков (рис. 4). По интегральной кривой можно выделить цикл с относительно холодной фазой с 1965 по 1987 г. и относительно теплой фазой с 1988 по 1998 год. Длительность цикла составляет 33 года. С 1999 г. наметилась фаза пониженной температуры, но она достаточно четко не выражена.

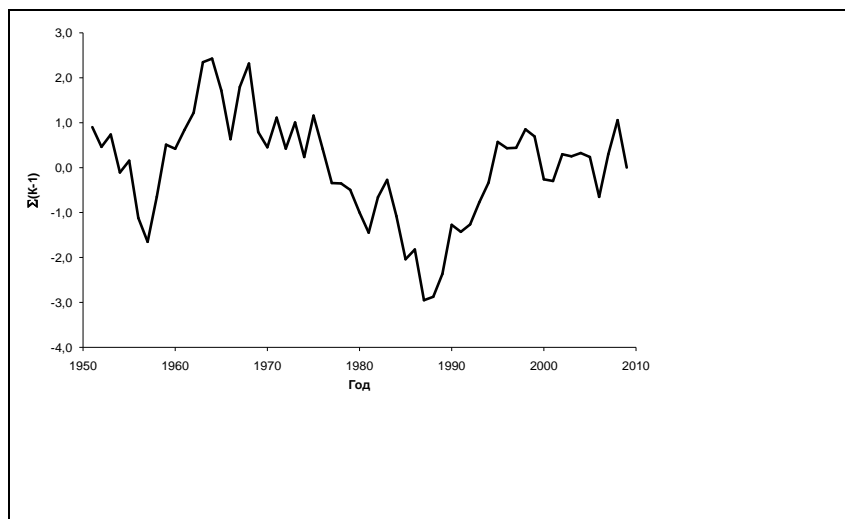


Рис. 4. Многолетние изменения средней годовой температуры воздуха в бассейне Аргуни (интегральная кривая)

Рассмотрение многолетнего хода аномалий температуры в холодный (октябрь – апрель) и теплый (май – сентябрь) периоды года показывает их существенные отличия (рис. 5). Изменения в холодный период почти совпадают с изменениями аномалий средней годовой температуры. Это связано с большей изменчивостью ряда температур холодного периода и, соответственно, большего его влияния на межгодовые изменения средней годовой температуры. В 1989 г. во внутривековом цикле изменений средней температуры холодного периода холодная фаза сменилась теплой фазой, что и выразилось в резком увеличении средней годовой температуры (см. рис. 3). В 1999 г. произошла обратная смена фаз – температура холодного периода стала понижаться. Похолодание в этот период выражено четче, чем в изменениях средней годовой температуры.

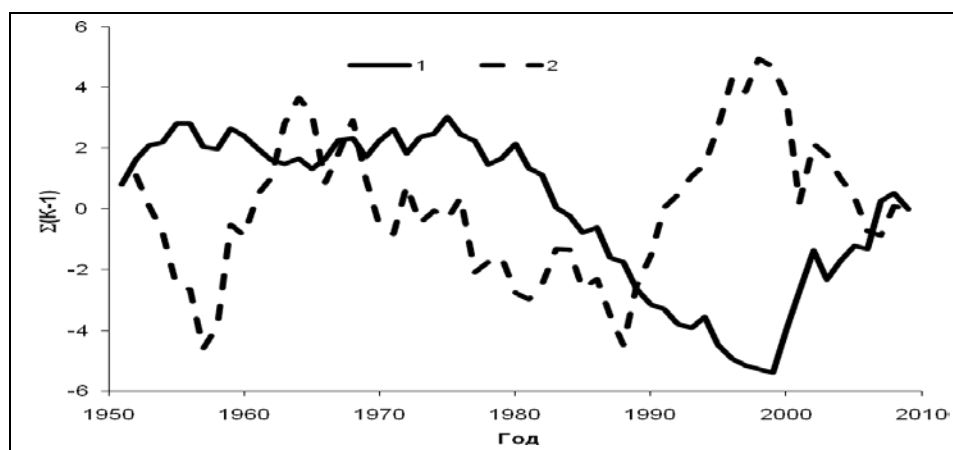


Рис. 5. Интегральные кривые средней температуры за теплый (1) и холодный (2) периоды года в бассейне Аргуни

В межгодовом ходе аномалий температуры воздуха теплого периода можно выделить отрезок времени с середины 70-х гг. до 1999 г., когда преобладала относительно низкая температура. Начало XXI века характеризуется повышенным фоном температур.

Таким образом, с 1989 г. во внутривековых циклах отмечается противоположный ход аномалий температуры воздуха в теплый и холодный периоды года. Благодаря повышению температуры воздуха теплого периода в первое десятилетие XXI века, несмотря на ее снижение в холодный период, сохранились высокие значения средней годовой температуры.

С целью оценки вклада в общую дисперсию колебаний средней годовой температуры воздуха различных составляющих из их ряда были выделены линейный тренд и ряд аномалий температуры. Ряд аномалий был получен путем вычисления отклонения погодичных значений исходного ряда от соответствующих этим годам значений линейного тренда. Оценка выполнена с помощью коэффициента детерминации R^2 . Доля дисперсии ряда температур, объясняемая линейным трендом, на порядок больше доли дисперсии, объясняемой полиномиальным трендом 5-го порядка (рис. 6). Это указывает на то, что вклад долговременных тенденций в наблюдающиеся изменения средней годовой температуры воздуха значительно больше, чем вклад циклических составляющих.

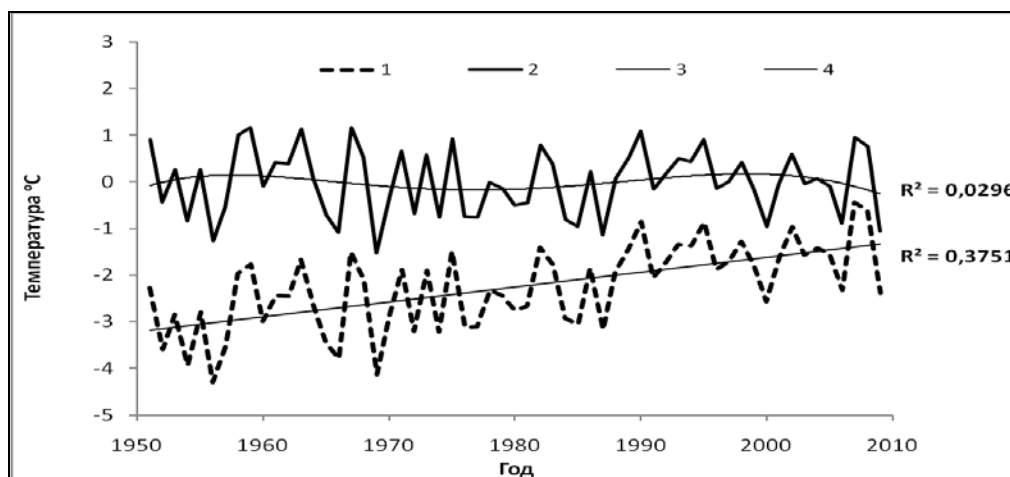


Рис. 6. Многолетние изменения температуры воздуха в Даурском экорегионе
1 – исходный ряд; 2 – ряд аномалий; 3 – линейный тренд; 4 – полиномиальный тренд 5-го порядка.

Количество атмосферных осадков в бассейне Аргуни распределено неравномерно. Их годовая сумма меняется по исследуемой территории от значений менее 300 мм до значений, превышающих 400 мм в северо-восточных районах (рис. 7).

Внутригодовое распределение атмосферных осадков в бассейне Аргуни характеризуется крайней неравномерностью. Большая часть осадков выпадает в летние месяцы и составляет в среднем около 68% годовой суммы, а наибольшее их количество приходится на июль (около 27% годовой суммы). В течение трех зимних месяцев выпадает всего 3% осадков, а в январе и феврале их количество в среднем не превышает 1% в месяц.

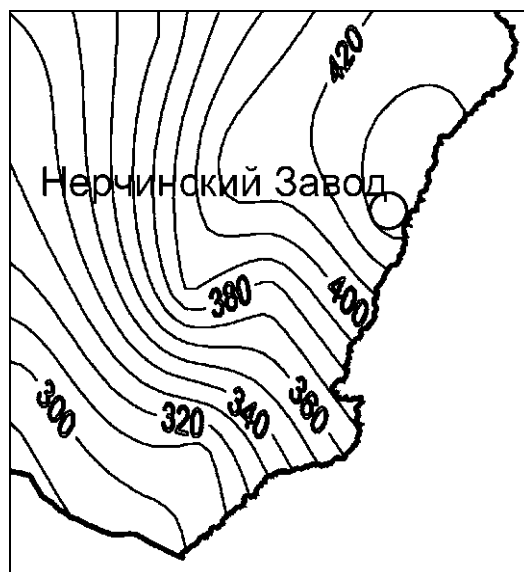


Рис. 7. Распределение годовой суммы атмосферных осадков в бассейне Аргуни

Количество осадков на территории бассейна Аргуни с середины прошлого столетия в среднем уменьшилось на 45 мм, что составляет около 13% годовой суммы (рис. 8). Однако тренд статистически не значим при 5%-ном уровне.

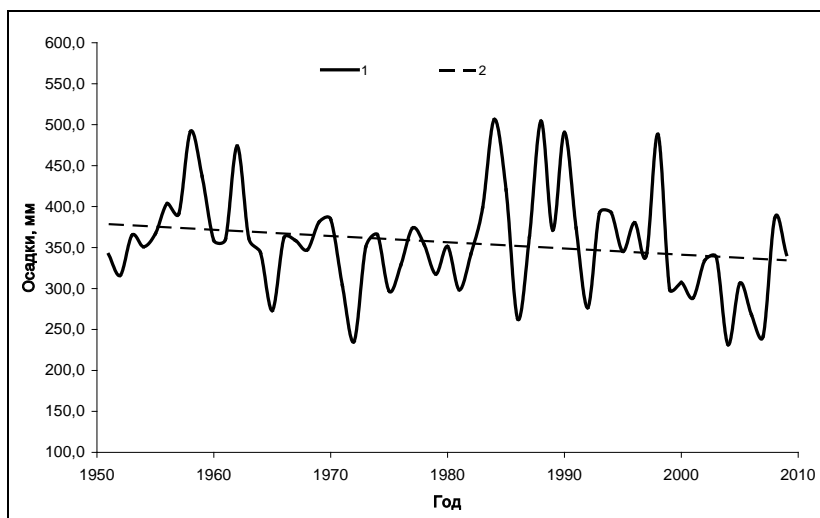


Рис. 8. Многолетние изменения годовых сумм атмосферных осадков, осредненных по территории бассейна Аргуни. 1 – исходный ряд; 2 – линейный тренд.

Наибольшие изменения характерны для южных районов, здесь уменьшение годовых сумм превышает 100 мм. При продвижении на север величины тренда уменьшаются и за пределами степной зоны становятся слабо положительными.

Многолетним изменениям атмосферных осадков присущ циклический характер, при этом наиболее четко выражена внутривековая цикличность (рис. 9). С 1955 по 1963 г. на территории бассейна Аргуни отмечался период с осадками, превышающими норму. Затем до 1982 г. преобладали годы с осадками ниже нормы. В 1983 г. вновь наступил влажный период, который продолжался до 1998 года. На 1999 г. приходится начало сухого периода, год окончания которого пока датировать достаточно сложно. Велика вероятность, что он окончился в 2007 году.

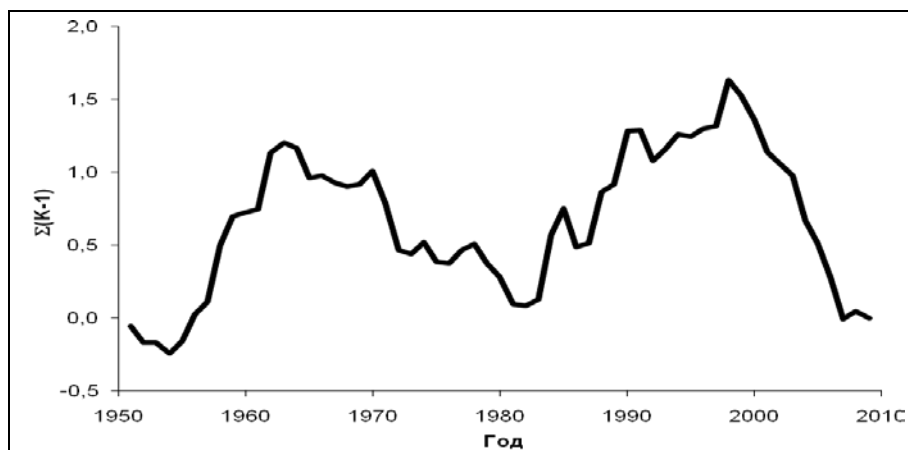


Рис. 9. Интегральная разностная кривая средних по территории бассейна Аргуни годовых сумм атмосферных осадков

Анализ интегральных разностных кривых, построенных по данным отдельных пунктов наблюдений, показывает, что в целом они имеют общие черты, выраженные в осредненном ряду. Учитывая территориальную неравномерность выпадения атмосферных осадков, особенно когда они имеют ливневой характер, есть основания полагать, что осредненный по территории ряд дает более объективное представление об изменениях увлаженности, чем точечные данные осадкомерных пунктов.

Таким образом, в колебаниях атмосферных осадков в бассейне Аргуни во второй половине XX века и в первом десятилетии XXI века выделяются два внутривековых цикла – с 1955 по 1982 г. и с 1983 по 2007 год. Длительность циклов составила 29 и 26 лет, соответственно.

Оценка вклада в многолетние изменения атмосферных осадков различных составляющих показала, что в отличие от изменений температуры основной вклад в дисперсию ряда вносят циклы, а доля дисперсии ряда, объясняемая линейным трендом, значительно меньше (рис. 10).

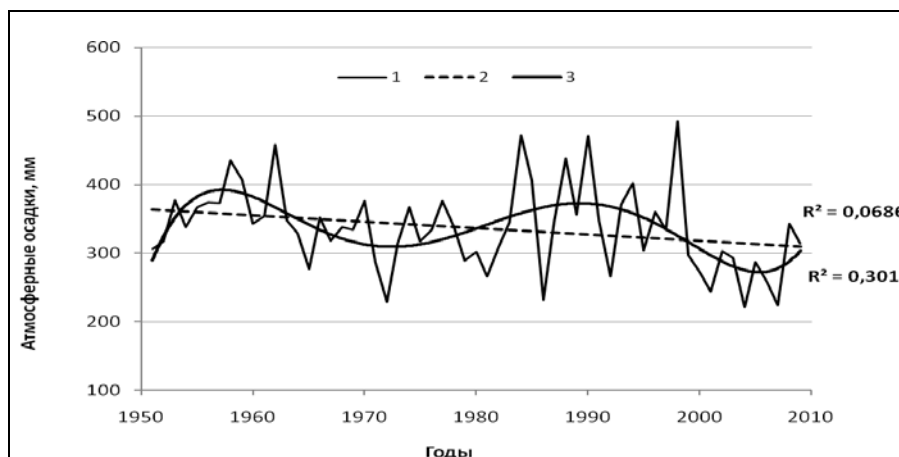


Рис. 10. Многолетние изменения годовых сумм атмосферных осадков
1 – исходный ряд; 2 – линейный тренд; 3 – полиномиальный тренд 5-го порядка.

Согласованность изменений годовых сумм атмосферных осадков и средней годовой температуры воздуха отсутствует; коэффициент корреляции этой зависимости равен $-0,05$. Ряды этих величин, осредненные отдельно за теплый и холодный периоды, имеют более высокую степень согласованности. Коэффициенты корреляции равны: в теплый период $-0,36$, а в холодный $-0,15$.

Сопоставление интегральных разностных кривых сумм осадков и аномалий средней температуры воздуха в теплый период года показывает, что в разные периоды времени согласованность их изменений различна. С 1951 по 1981 г. отсутствует как положительная, так и отрицательная связь между ними. В период с 1982 по 2009 гг. четко проявляется асинфазность колебаний атмосферных осадков и температуры воздуха, т.е. фазе относительно низких температур соответствует фаза с большим количеством осадков и, наоборот, теплой фазе соответствует «сухая» фаза в режиме осадков. Необходимо отметить, что для построения интегральной кривой использовались данные аномалий температуры, т.е. отклонения температуры теплого периода от линейного тренда, и, соответственно, рассмотренные фазы относятся к внутривековому циклу. Тем не менее, корреляционный анализ, в котором использованы исходные данные, показал, что связь между осадками и температурой в теплый период года в 1982–2009 гг. отрицательна и характеризуется коэффициентом корреляции, равным $-0,51$. Коэффициент корреляции этой связи в 1951–1981 гг. незначителен и составляет $-0,16$.

В холодный период года выявляются отдельные отрезки временных рядов, на которых одновременно осадки и температура превышают норму или, наоборот, ниже нормы. Это отмечалось с 1958 по 1964, с 1972 по 1988 гг. Встречаются также периоды, когда знаки отклонения их значений от нормы различны, например, в 2000–2006 годах.

Таким образом, связь между количеством атмосферных осадков и температурой воздуха очень слабая, только в 1982–2009 гг. в теплый период года достаточно четко проявляется асинфазность их изменений.

Работа выполнена в рамках партнерского интеграционного проекта СО РАН – УрРАН – ДВО РАН № 23.

Литература

1. Меццерская А.В., Обязов В.А., Богданова Э.Г. и др. Изменение климата Забайкалья во второй половине XX века по данным наблюдений и ожидаемые его изменения в первой четверти XXI века / Меццерская А.В., Обязов В.А., Богданова Э.Г. и др. // Труды ГГО. 2009. – Вып. 559. – С. 32–57.
3. Обязов В.А. Вековые тенденции изменений климата на юго-востоке Забайкалья и в сопредельных районах Китая и Монголии // Метеорология и гидрология. – 1999. – № 10. – С. 33–40.
4. Обязов В.А. Изменения климата в Забайкалье // Материалы XIII научного совещания географов Сибири и Дальнего Востока. – Т. 2. – Иркутск: Изд-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2007. – С. 97–98.
5. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации: в 2 т. Т. 1. Изменения климата. – М.: Росгидромет, 2008. – 227 с.