

УДК 551.583.1

Обязов Виктор Афанасьевич  
Victor Obyazov



## ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В МЕЖДУРЕЧЬЕ АРГУНИ И ОНОНА В КОНТЕКСТЕ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ

### CLIMATE CHANGES BETWEEN THE RIVERS ARGUN AND ONON IN THE CONTEXT OF GLOBAL WARMING

Рассмотрены изменения климата в междуречье Онона и Аргуни в Забайкалье. Показано, что температура воздуха в регионе повышается. Кроме долгосрочных тенденций в их изменении выявлены циклы. Циклы также характерны для режима атмосферных осадков. Влажные фазы циклов обычно наблюдаются в холодные периоды, а сухие фазы – в теплые

**Ключевые слова:** изменения климата, температура воздуха, атмосферные осадки, тренды, циклы

In article climate changes on the territory between the rivers Onon and Argun in Transbaikalie are considered. It is shown that air temperature in region raises. Except long-term tendencies in their change cycles are revealed. Cycles also are characteristic for a regime of an atmospheric precipitation. Damp phases of cycles are usually observed during the cold periods, and dry phases – during the warm periods

**Key words:** climate changes, air temperature, atmospheric precipitation, trends, cycles

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 [10]. Еще большие различия отмечаются в реакции их экологического состояния на климатическую изменчивость, во многом зависящую от природных условий конкретных территорий.

Одним из регионов, экологическое состояние которого находится в большой зависимости от изменений климата, является Забайкалье, а на его территории можно особо выделить расположенную преимущественно в Онон-Аргунском междуречье и характеризующуюся недостаточным увлажнением степную зону, флора и фауна которой весьма сильно реагирует на изменения тепло- и влагообеспеченности. Эта зона является частью Даурского экорегиона, имеющего важное значение в сохране-

нии биологического разнообразия не только в региональном, но и глобальном масштабах.

Учитывая важность знаний о возможных последствиях климатической изменчивости для природных комплексов Даурского экорегиона, в данной работе поставлена цель изучения изменения климата в междуречье Аргуни и Онона в пределах Российской Федерации.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

- определить тенденции многолетних изменений приземной температуры воздуха;
- выявить основные закономерности многолетних изменений атмосферных осадков;
- оценить согласованность изменений атмосферных осадков и температуры воздуха.

В основу данной работы положены материалы стандартных метеорологических

наблюдений на стационарной наблюдательной сети Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Анализ выполнялся по данным о средних месячных температурах воздуха и месячных суммах атмосферных осадков за период с 1951 по 2009 гг.

В работе использованы методы статистического и географического анализа. Тренды вычислялись методом наименьших квадратов, их статистическая значимость оценивалась по критерию Стьюдента. Цикличность в рядах метеорологических показателей выявлялась путем построения интегральных разностных кривых. Для определения пространственного распределения климатических характеристик их значения наносились на картографическую основу.

Средняя годовая температура воздуха в Онон-Аргунском междуречье изменяется по территории от слабopоложительных значений до значений менее  $-3$  °C. Наиболее теплыми являются район Торейских озер и прилегающих территорий, а также район пересечения р. Ононом государственной границы. К наиболее холодным территори-

ям относится бассейн р. Газимура (Александрово-Заводский, Газимуро-Заводский районы).

Многолетние изменения температуры воздуха в Онон-Аргунском междуречье происходят достаточно согласованно. 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 территории Онон-Аргунского междуречья.

В ходе средней годовой температуры выделяется три периода, что отмечалось автором ранее [4; 6]. С середины XIX до начала XX вв. происходил рост температуры. Затем до середины XX в. тренд имел значение, близкое к нулю. В начале 50-х гг. начался новый период потепления. Повышение температуры в этот период характерно для всей территории, расположенной между Аргунью и Ононом (рис. 1), а также для Забайкалья в целом [2; 8; 9].

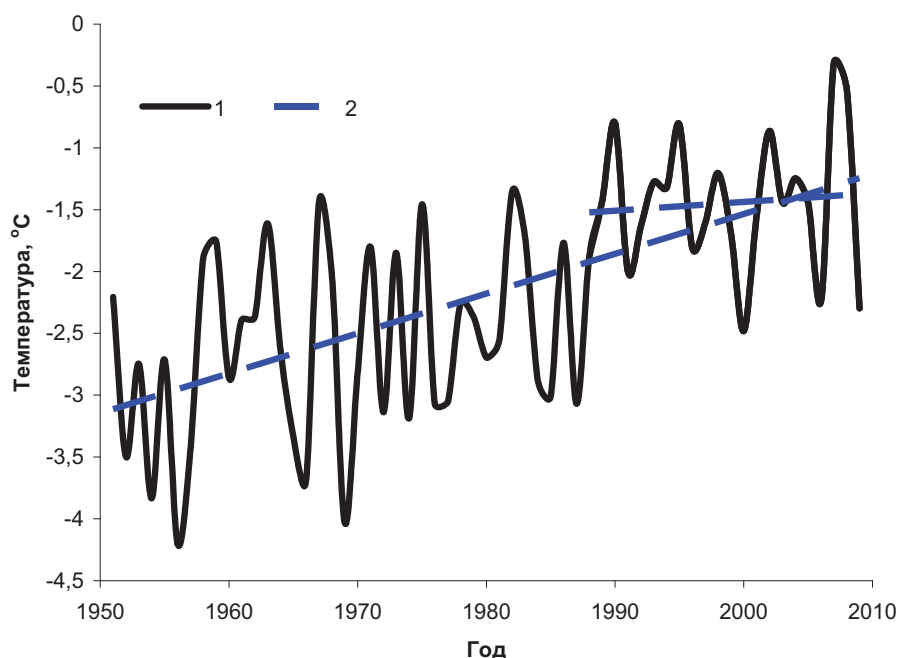


Рис. 1. Многолетние изменения осредненной по территории Онон-Аргунского междуречья средней годовой температуры воздуха за период с 1951 по 2009 гг.: 1 – исходный ряд; 2 – линейный тренд

Причем на рубеже 80-90-х гг. 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 гг. 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 Онон-Аргунского междуречья и в других районах Забайкалья [7].

За период с 1951 по 2009 гг. средняя годовая температура повысилась в среднем по исследуемой территории на 1,9 °С, а по различным ее районам величина линейного тренда составила 1,5...2,2 °С 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
Акша	1,5
Александровский Завод	1,5
Газимурский Завод	1,7
Доно	1,8
Сретенск	1,8
Нерчинский Завод	1,8
Борзя	2,0
Соловьевск	2,1
Кайластуй	2,1
Мангут	2,2
Средняя по территории	1,9

В различные месяцы и сезоны значения трендов отличаются (табл. 2). Наибольшая величина тренда отмечается в феврале, не-

сколько 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 (см. 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 продолжи-

тельность 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 Онон-Аргунском

междуречье наряду с тенденцией роста температуры в течение всего рассматриваемого периода в ее изменениях отмечаются циклы разных порядков (рис. 2). По интегральной кривой можно выделить цикл с относительно холодной фазой с 1965 по 1987 гг. и относительно теплой фазой с 1988 по 1998 гг. Длительность цикла составляет 33 года. С 1999 г. наметилась фаза пониженной температуры, но она достаточно четко не выражена.



Рис. 2. Многолетние изменения средней годовой температуры воздуха в Онон-Аргунском междуречье (интегральная кривая)

Рассмотрение многолетнего хода аномалий температуры в холодный (октябрь-апрель) и теплый (май-сентябрь) периоды

года показывает их существенные отличия (рис. 3).

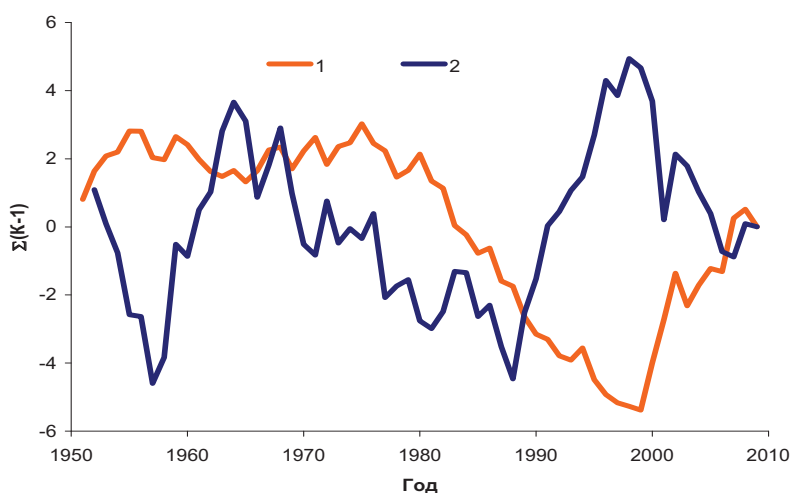


Рис. 3. Интегральные кривые средней температуры за теплый (1) и холодный (2) периоды года в Онон-Аргунском междуречье

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. 1). В 1999 г. произошла обратная смена фаз – температура холодного периода стала понижаться. Похолодание в этот период выражено четче, чем в изменениях средней годовой температуры.

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 в. 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 в., несмотря на ее снижение в холодный период, сохранились высокие значения средней годовой температуры.

Количество атмосферных осадков в Онон-Аргунском междуречье распределено неравномерно. Их годовая сумма меняется по исследуемой территории от значений менее 300 мм на юге Борзинского района (район Торейских озер) до значений, превышающих 400 мм в северо-восточных районах (Нерчинско-Заводский, Газимуро-Заводский, Сретенский).

Внутригодовое распределение атмосферных осадков в Онон-Аргунском междуречье 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.

Количество осадков на территории Онон-Аргунского междуречья с середины прошлого столетия в среднем уменьшилось на 45 мм, что составляет около 13 % годовой суммы (рис. 4). Однако тренд статистически не значим при 5 %-ном уровне. Ранее автором [5; 6] был сделан вывод о значимом увеличении атмосферных осадков в Юго-Восточном Забайкалье, что было справедливо до 1990-х гг. Аналогичный вывод был сделан также в работе [1]. Однако последовавший затем период пониженной увлажненности привел к смене знака тренда.

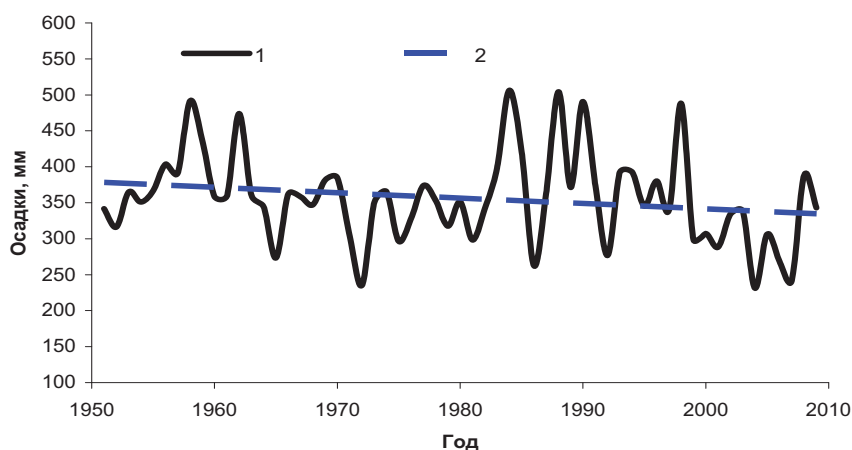


Рис. 4. Многолетние изменения годовых сумм атмосферных осадков, осредненных по территории Онон-Аргунского междуречья:

1 – исходный ряд; 2 – линейный тренд

Наибольшие изменения характерны для южных районов, здесь уменьшение годовых сумм достигает 120-136 мм (37-40 % средних многолетних значений). При продвижении на север величины тренда уменьшаются и за пределами степной зоны становятся слабopоложительными. При этом только для пяти рядов годовых сумм осадков из 12, использованных в анализе, достоверность тренда подтвердилась при 5%-ном уровне значимости.

Многолетним изменениям атмосферных осадков присущ циклический харак-

тер, при этом наиболее четко выражена внутривековая цикличность (рис. 5), наличие которой было выявлено автором в работе [3]. С 1955 по 1963 гг. на территории Онон-Аргунского междуречья 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 г. На 1999 г. приходится начало сухого периода, год окончания которого пока датировать достаточно сложно. Велика вероятность, что он окончился в 2007 г.

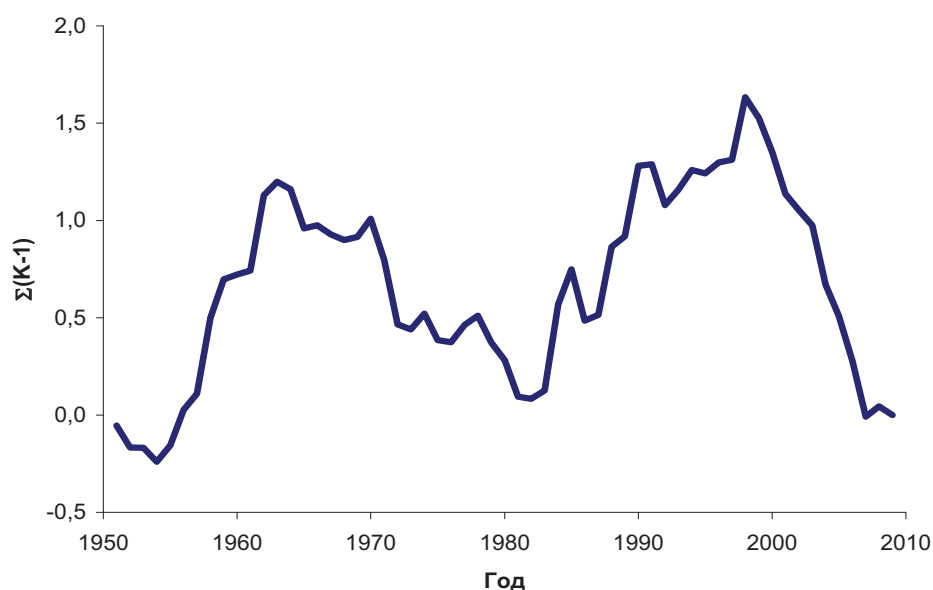


Рис. 5. Интегральная разностная кривая средних по территории Онон-Аргунского междуречья годовых сумм атмосферных осадков

Таким образом, в колебаниях атмосферных осадков в Онон-Аргунском междуречье во второй половине XX в. и в первом десятилетии XXI в. выделяются два внутривековых цикла с 1955 по 1982 гг. и с 1983 по 2007 гг. Длительность циклов составила 29 и 26 лет соответственно.

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 (рис. 6). С 1951 по 1981 гг. 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.

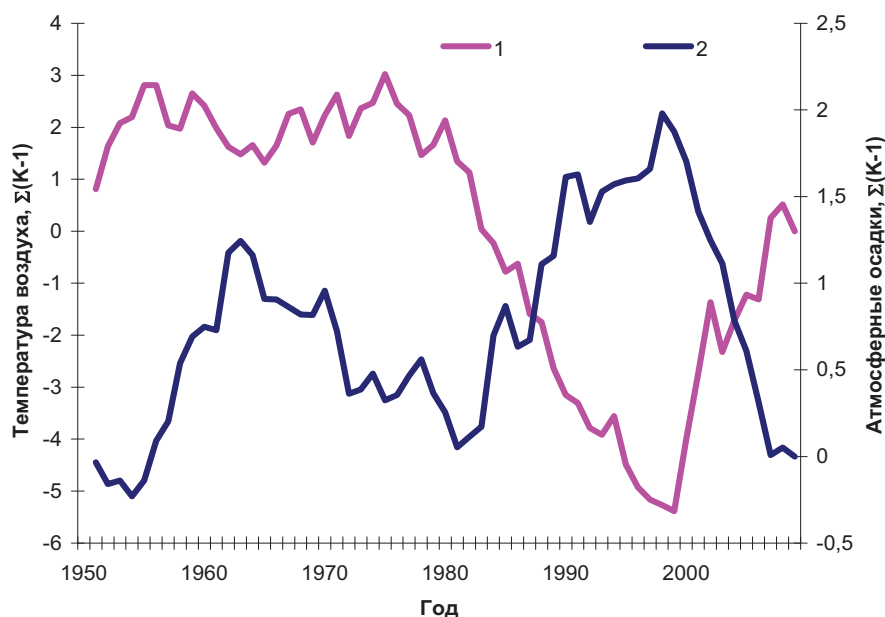


Рис. 6. Интегральные кривые температуры воздуха (1) и атмосферных осадков (2) в теплый период года

В холодный период года между изменениями осадков и температуры устойчивая связь отсутствует.

Анализ пространственно-временных изменений тепло- и влагообеспеченности территории Онон-Аргунского междуречья позволил сделать следующие выводы.

В начале 50-х гг. XX в. началось повышение температуры воздуха на всей территории, расположенной между Аргунью и Ононом. Причем на рубеже 80-90-х гг. прошлого столетия повышение произошло скачкообразно и последние два десятилетия выделяются особенно высокими температурами.

В различные месяцы и сезоны значения трендов отличаются. Наибольшая величина тренда отмечается в феврале, несколько меньшая – в марте и апреле. Наименьших значений тренд достигает в октябре-декабре. В связи с этим рост средних годовых температур воздуха обусловлен в основном потеплением в феврале-апреле.

Наряду с тенденцией роста температуры в течение всего рассматриваемого периода в ее изменениях отмечаются цик-

лы разных порядков. Наиболее выражен цикл с относительно холодной фазой с 1965 по 1987 гг. и относительно теплой фазой с 1988 по 1998 гг. С 1999 г. в аномалиях температуры наметилась фаза понижения, но она достаточно четко не выражена.

Количество осадков на исследуемой территории с середины прошлого столетия в среднем уменьшилось на 45 мм, что составляет около 13 % годовой суммы. Наибольшие изменения характерны для южных районов. При продвижении на север величины тренда уменьшаются и за пределами степной зоны становятся слабоположительными.

Многолетним изменениям атмосферных осадков присущ циклический характер. В рядах годовых сумм осадков во второй половине XX в. и в первом десятилетии XXI в. выделяются два внутривековых цикла с 1955 по 1982 гг. и с 1983 по 2007 гг.

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.

## Литература

1. Баженова О.И., Мартынова Г.Н. Реакция степных и лесостепных морфодинамических систем на современные изменения климата // География и природные ресурсы. – 2000. – № 4. – С. 23-32.
2. Мещерская 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 // Труды ГГО. – 2009. – Вып. 559. – С. 32-57.
3. Обязов В.А. Пространственно-временная изменчивость атмосферных осадков в Юго-Восточном Забайкалье // Известия РГО. – 1996. – Вып. 2. – С. 73-80.
4. Обязов В.А. Многолетние изменения температуры воздуха в Юго-Восточном Забайкалье // Известия РГО. – 1996. – Вып. 3. – С. 66-73.
5. Обязов В.А. Изменение увлажненности бассейна верхнего Амура в XX веке // Доклады академии наук. – 1999. – № 4. Т. 366. – С. 547-548.
6. 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.
7. 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.
8. Обязов В.А. Региональные изменения климата: выработка стратегий адаптации // Материалы международного симпозиума «Изменение климата Центральной Азии: социально-экономические и экологические последствия». – Чита: ЗабГГПУ, 2008. – С. 182-184.
9. Обязов В.А. Адаптация к изменениям климата: региональный подход // География и природные ресурсы. – 2010. – № 2. – С. 34-39.
10. Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации: в 2 т. Т. 1. Изменения климата. – М.: Росгидромет, 2008. – 227 с.

### *Коротко об авторе* \_\_\_\_\_ *Briefly about the author*

**Обязов В.А.**, канд. геогр. наук, доцент, профессор кафедры водного хозяйства и инженерной экологии, Читинский государственный университет (ЧитГУ)  
Служ. тел.: (3022) 38-88-14

**V. Obyazov**, candidate of geographical sciences, professor of water industry and engineering ecology department, Chita state university

**Научные интересы:** изменения климата

**Scientific interests:** climate changes

