

УДК 556.5.048

В.Р. Герасимова, В.В. Щукова

**ТЕНДЕНЦИИ ГИДРОЛОГО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ УВЛАЖНЕННОСТИ
ЗАБОЛОЧЕННЫХ ВОДОСБОРОВ ПОДТАЙГИ И СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ
СИБИРИ В СВЯЗИ С РЕГИОНАЛЬНЫМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ КЛИМАТА**

Сток половодья летне-осеннего сезона и в целом за год имеет тенденцию к возрастанию практически по всем постам. Выявлены тенденции продолжительности сезонного стока. Статистически достоверные тенденции сезонного стока фиксируются в бассейнах рек Майзас и Чека. Анализ многолетней динамики атмосферного увлажнения за месяцы вегетационного периода показывает, что наблюдающиеся в последние десятилетия изменения среднегодовой температуры воздуха являются одной из долговременных фаз векового цикла. Отклик стока рек рассматриваемой территории на современные изменения регионального климата четче фиксируется в лесостепи.

Ключевые слова: заболоченный водосбор, подтайга, северная лесостепь, сезонный сток, климат, Западная Сибирь.

Характерным ландшафтом Обь-Иртышского междуречья в Западной Сибири являются болота. Здесь расположено самое огромное на планете Большое Васюганское болото, представляющее собой сложную систему верховых, переходных и низинных болот.

Для западносибирского региона болотный ландшафт в силу исключительно высокой распространенности играет важную средообразующую (гидроклиматическую) роль, проявляющуюся в перераспределении тепла и влаги. В исследованиях ученых Сибирского отделения РАН показано, что Большое Васюганское болото оказывает на прилегающие территории тепляющее влияние в зимний период и охлаждающее в летний [7].

Условия устойчивого существования болотных экосистем, в большой степени зависящих от гидролого-климатических факторов увлаженности территории, в рамках современных климатических изменений могут меняться. Изменение климатических факторов обуславливает изменение стока. Д.Л. Соколовский (1968) писал: «... многолетний средний речной сток в замкнутых речных бассейнах является функцией многолетних средних величин осадков и испарения, т.е. гидрометеорологических компонентов ландшафта, отражающих то соотношение тепла и влаги, которое свойственно данной географической зоне». Местные же физико-географические факторы (характер почво-грунтов, глубина залегания грунтовых вод, лесистость, заболоченность, озерность) влияют на внутригодовое распределение стока рек.

В работе [9] показано, что «наиболее резкие изменения атмосферного увлажнения имеют место в зональном спектре от южной и типичной лесостепи до смешанных лесов, т.е. вся переходная полоса от леса к степи является ареной достаточно высокой изменчивости функциональных характеристик природных экосистем, связанной с вариациями уровня увлажнения как атмосферного, так и почвенно-грунтового». Исследования проводились на территории основного водосбора Волжского бассейна.

Целью данной работы являлось выявление степени изменчивости тепло- и влагообеспеченности заболоченных водосборов на южном макросклоне Большого Васюганского болота, в подзоне осиново-березовых лесов лесной зоны и северной лесостепи Западной Сибири.

В последние годы проблеме оценки увлажненности районов Западной Сибири уделяется достаточно большое внимание, в частности, с использованием метода гидролого-климатических расчетов В.С. Мезенцева [10; 4], модельного реанализа и метода спутниковой альтиметрии [8], статистического анализа [11; 6].

© Герасимова В.Р., Щукова В.В., 2015

Герасимова Владислава Равильевна, аспирант кафедры гидрологии Национального исследовательского Томского государственного университета, 634050, Россия, Томск, пр-т. Ленина, 36. E-mail: gerasimova@danet.in
Щукова Вероника Викторовна, магистр гидрометеорологии, кафедра гидрологии Национального исследовательского Томского государственного университета, 634050, Россия, Томск, пр-т. Ленина, 36.
E-mail: nikki_viktorovna@mail.ru

Внутри- и межгодовую динамику увлажненности исследуемой территории изучать экспериментально напрямую очень сложно. Это связано как с отсутствием достаточного числа болотных стационаров, так и массовым закрытием гидрологических и метеорологических постов Росгидромета (1975–80 гг., 90-е гг.).

В связи с этим в данной работе для оценки изменчивости влажности деятельного слоя, которая является наиболее адекватным индикатором экосистемных изменений в климатозоологических системах, используются следующие показатели за вегетационный период как наиболее важные для растительности:

- а) поверхностный русловой сток воды как один из ведущих компонентов ландшафта, интегрирующий свойства и особенности его развития и динамики во времени;
- б) атмосферные осадки как основной источник увлажнения;
- с) температура воздуха как характеристика теплового режима атмосферы.

Рассмотрим районы южного и юго-западного макросклонов Большого Васюганского болота, расположенных в подзоне осиново-березовых лесов лесной зоны, и северной лесостепи Западной Сибири. С позиций ландшафтно-климатического районирования — это части Васюганской и Барабинской ландшафтно-климатических провинций Обь-Иртышского междуречья [3].

Подзона северной лесостепи занимает значительную территорию Новосибирской области и постепенно переходит на севере в подтаежную мелколиственную лесную подзону. Ширина последней составляет 80–100 км. В подтайге леса занимают приблизительно половину площади. Другая половина занята большей частью торфяными болотами, в меньшей степени — сфагновыми болотами и еще меньше — лугами.

В северной лесостепи крупные лесные массивы подтайги сменяются на леса колочного типа. Характерно наличие тростниковых, осоково-тростниково-вейниковых низинных болот, возникающих на месте зарастающих озер.

Для анализа весеннего и летне-осеннего речного стока были выбраны бассейны 5 правобережных притоков р. Иртыш с истоками на Большом Васюганском болоте (табл. 1). Для выделения сезонного стока с заболоченных водосборов использовались данные о ежедневных расходах воды за период с 1991 по 2009 гг. Тенденции метеорологических характеристик анализировались по данным месячной дискретизации двух репрезентативных метеостанций сети Всемирной метеорологической организации Северное и Барабинск.

Таблица 1

Гидрографические характеристики водосборов

Река–пункт	Площадь, км ²	Средняя высота водосбора, м	Уклон реки средний, ‰	Заболоченность, %	Лесистость, %
Омь–с. Крещенка	6500	140	0,26	70	30
Тартас–с. Чуваши	4540	130	0,11	80	20
Тара–с. Верх. Тарка	6250	130	0,15	50	40
Майзас–с. Верх. Майзас	1430	130	0,28	40	40
Чека–с. Бочкарево	2730	130	0,23	55	40

Примечание. Для всех водосборов коэффициент озерности не превышает 1 %.

Для расчетов сезонного стока (весеннего и летне-осеннего) использовался генетический подход для выделения границ сезонов. Весенний сезон содержит одну фазу водного режима — половодье. Даты начала половодья определялись путем анализа гидрографа стока за каждый год по характерному уменьшению расхода, предшествующему резкому подъему кривой, знаменующему начало половодья. Окончание весеннего сезона определялось по кривым истощения.

Суммарный сток половодья в северной лесостепи и подзоне осиново-березовых лесов, рассчитанный с позиций генетического подхода к определению сроков этой фазы водного режима, изменяется по представленным гидропостам в пределах 38–59 мм, что выше приведенных (25–45 мм) в работе [2]. Слой стока половодья имеет тенденцию к возрастанию практически по всем постам, за исключением р. Тартас–с. Чуваши (табл. 2).

При этом статистически достоверные тенденции к возрастанию объемов стока (на уровне значимости 0,05) отмечены в бассейнах рек Майзас и Чека (рис. 1). Объем годового стока приведен на графиках для гидрологического года.

Таблица 2

Тенденции сезонного и годового модуля стока за период 1991–2009 гг., л/(км²·с)

Река — пост	Весенний сезон		Летне-осенний сезон		Годовой	
	Модуль стока	Тенденция	Модуль стока	Тенденция	Модуль стока	Тенденция
Омь — с. Крешенка	6,12	Нет	1,37	Возр.	2,11	Возр.
Тартас — с. Чуваши	8,02	Убыв.	2,30	Возр.	3,00	Возр.
Тара — с. В. Тарка	7,54	Возр.	2,35	Возр.	3,15	Возр.
Майзас — с. В. Майзас	7,93	Возр.	2,33	Возр.	3,17	Возр.
Чека — с. Бочкарево	7,36	Возр.	1,98	Возр.	2,79	Возр.

Примечание: * – полужирным шрифтом выделены статистически достоверные тренды

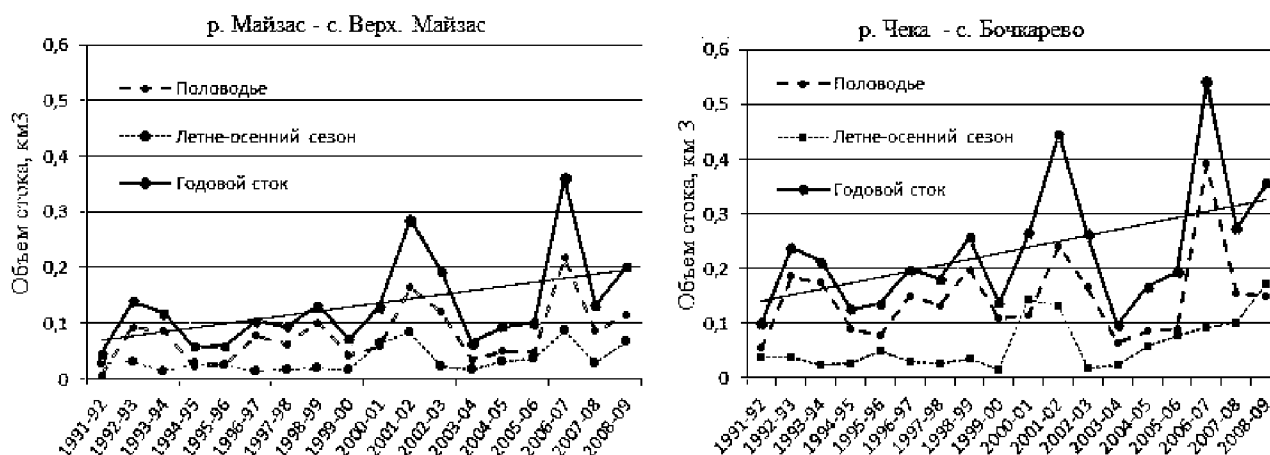


Рис. 1. Тенденции объемов стока р. Майзас–с. Верхний Майзас и р. Чека–с. Бочкарево

Увеличение стока половодья можно объяснить рядом факторов: даты наступления половодья сдвигаются преимущественно на более ранние сроки и увеличивается продолжительность этой фазы водного режима (табл. 3); увеличиваются снегозапасы за зимний сезон, которые определяют большую часть объема стока весеннего половодья [12; 5].

Таблица 3.

Тенденции сроков наступления и продолжительности весеннего сезона
(за период 1991–2009 гг.)

Река–пункт	Продолжительность сезона		Сроки весеннего сезона			
	Количество дней	Тенденция ¹	Сроки наступления (ранняя–поздняя даты)	Тенденция	Сроки окончания (ранняя – поздняя даты)	Тенденция
Омь–с. Крешенка	71	+	29.ІІІ–19.ІV	↓	05. VI–14. VII	↑
Тартас–с. Чуваши	75	нет	25.ІІІ–29.ІV	↓	02. VI–10. VII	↓
Тара–с. Верх. Тарка	90	–	21.ІІІ–01. V	↑	11. VI–17. VII	↑
Майзас–с. Верхний Майзас	70	+	15.ІІІ–19.ІV	↓	18. V–07. VII	↑
Чека– с. Бочкарево	68	+	27.ІІІ–29.ІV	↓	03. VI–09. VII	нет

Примечания: ¹ (+) — тенденция к возрастанию продолжительности сезона; (–) — тенденция к убыванию продолжительности сезона; ↑ — сдвиг на более поздние сроки; ↓ — сдвиг на более ранние сроки наступления сезона.

Окончание половодья для исследуемых бассейнов приходится на конец июня — начало июля и имеют чаще тенденцию сдвига на более поздние сроки. Средние месячные расходы в подавляющем числе случаев имеют слабую тенденцию к увеличению (табл. 4).

Таблица 4.

**Тенденции средних месячных расходов воды
за период 1991–2009 гг.**

Река-пост	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
р.Омь-с. Крешенка	↑	↑	↑	→	↑	↑	↑	↑	→	↓	→	↑
р. Таратас - с. Чуваши	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↓	→	↑	↑
р. Тара-с. Верхняя Тарка	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↓	↑	↑	↑
р.Майзас- с.Верхний Майзас	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
р.Чека- с. Бочкарево	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑

Примечание: ↑ — возрастание, ↓ — убывание, → — нет тенденции.

Для анализа изменений температуры воздуха и атмосферных осадков и временных границ смены их направленности можно использовать разностные интегральные кривые, которые представляют собой нарастающую сумму отклонений какой-либо характеристики от ее среднего многолетнего значения. Разностные интегральные кривые, широко используемые в гидрологии для изучения многолетних фаз изменения стока, используются и климатологами [1].

Анализ разностно-интегральных кривых среднегодовой температуры воздуха показывает, что современное повышение температуры воздуха по станциям Северное и Барабинск происходит синхронно, начиная примерно с середины 1970-х — середины 1980-х гг. (рис. 2). Анализ формы разностно-интегральных кривых показывает, что наблюдающиеся в последние десятилетия изменения среднегодовой температуры воздуха — лишь одна из долговременных фаз векового цикла.

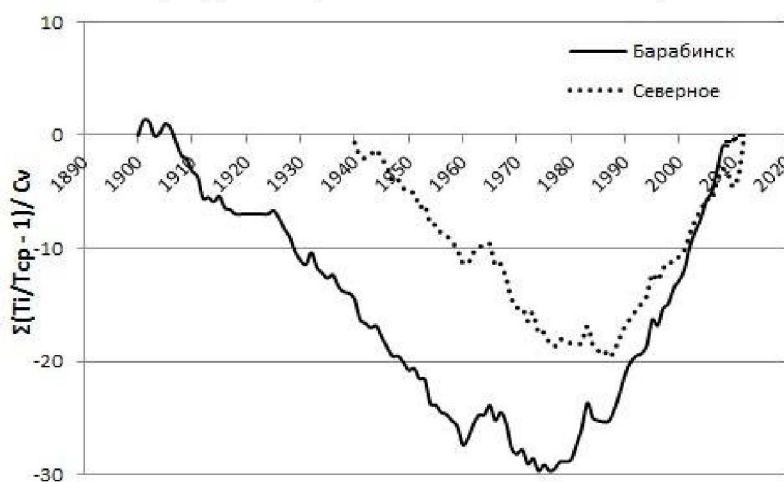


Рис. 2. Разностно-интегральные кривые среднегодовой температуры воздуха (метеостанции Северное и Барабинск)

Косвенную оценку уровня весенней увлажненности в зависимости от снеговой составляющей (включая атмосферные осадки периода снеготаяния) могут дать данные о сроках спада весеннего половодья. Вегетационный период (переход устойчивых среднесуточных температур через 5 °С) отмечается на исследуемой территории в начале мая, а спад половодья приходится на конец мая — начало июня (при ранних сроках окончания этой фазы речного стока). Начиная с этих сроков для вегетации важно атмосферное увлажнение.

Средняя многолетняя сумма осадков мая на данной территории всегда меньше, чем в июне ($\approx$ в 1,5 раза) и июле ($\approx$ в 2 раза). Следует отметить, что майские и июньские суммы осадков в многолетних циклах часто колеблются в противофазах (рис. 3, 4). В последние десятилетия майские суммы осадков на обеих станциях имеют тенденцию к уменьшению, а в июне и июле — к слабому повышению.

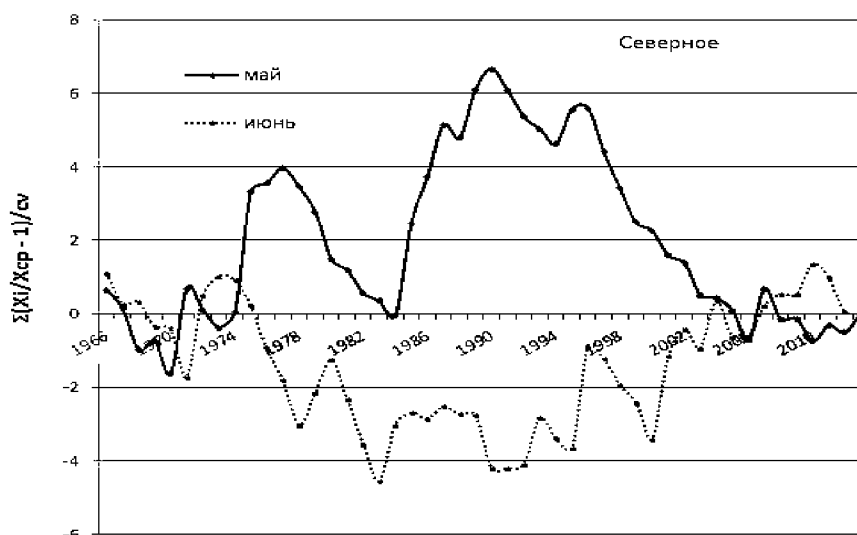


Рис. 3. Разностно-интегральные кривые сумм осадков мая и июня (метеостанция Северное)

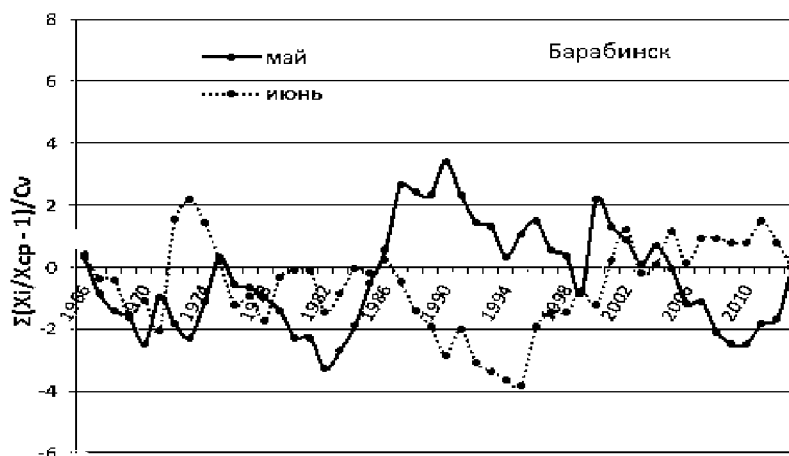


Рис. 4. Разностно-интегральные кривые сумм осадков мая и июня (метеостанция Барабинск)

В заключение отметим, что реакция стока рек рассматриваемого района на современное изменение климата происходит достаточно явно. Сток половодья летне-осеннего сезона и в целом за год имеет тенденцию к возрастанию практически по всем постам. Фиксируются статистически достоверные тенденции сезонного стока в бассейнах рек Майзас и Чека. Наблюдающиеся в последние десятилетия изменения среднегодовой температуры воздуха представляет собой одну из долговременных фаз векового цикла.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (№ 13-05-41116 РГО-а, № 14-05-00700-а).

Библиографический список

1. Афанасьев А.Н. Колебания гидрометеорологического режима на территории СССР. М.: Наука, 1967. 423 с.
2. Бураков Д.А., Богданова В.Ф., Ромасько В.Ю. Метод краткосрочного прогноза ежедневных уровней воды р. Обь – с. Александровское. [Электронный ресурс]. URL: http://method.meteorf/publ/sb39/bur_bog.pdf (дата обращения: 12.02.2014).
3. Гвоздецкий Н.А., Михайлов Н.И. Физическая география СССР. Азиатская часть. М.: Мысль, 1978. С. 188–234.
4. Дубровская Л.И., Дроздова Д.В., Кураков С.А. Оценка элементов водного баланса и их динамика на заболоченных водосборах Васюганского болота // Вестник Томского государственного педагогического университета. 2011. № 5. С. 112–116.

5. Дубровская Л.И., Патрушева Н.Е. Динамика снежного покрова на заболоченных водосборах подтайги и северной лесостепи Западной Сибири // Географический вестник. Пермь, 2014. № 4(31). С. 54–61.
6. Дубровская Л.И., Щукова В.В., Герасимова В.Р. Закономерности межгодовой изменчивости гидролого-климатических характеристик увлажненности заболоченных водосборов на периферии Большого Васюганского болота // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16. № 1–4. С. 960–966.
7. Ипполитов И.И., Кабанов М.В., Комаров А.И., Кусков А.И. Структура и динамика поля температуры в районе Большого Васюганского болота // Большое Васюганское болото. Современное состояние и процессы. Томск: Изд-во Института оптики атмосферы СО РАН, 2002. С. 111–122.
8. Колмакова М.В., Захарова Е.А., Кураев А.В., Земцов, В.А. Кирпотин С.Н. Временная изменчивость климата и обводненности территории Западной Сибири по данным метеорологических станций, модельного реанализа и спутниковой альтиметрии // Вестник Томского государственного университета. 2012. № 364. С. 167–172.
9. Коломыц Э.Г. Локальные коэффициенты увлажнения и их значения для экологических прогнозов // Известия РАН. Серия географическая. 2010. № 5. С. 61–72.
10. Копысов С.Г. Параметрический учет ландшафтных условий стока в методе гидролого-климатических расчетов // География и природные ресурсы. 2014. №3. С. 157–161.
11. Литвинова О.С., Гуляева Н.В. Анализ временных рядов осадков Обь-Иртышского междуречья в XX-начале XXI вв. // Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата. 2010. Т. 1. №1. С. 45–54.
12. Петров А.И., Инишев Н.Г., Дубровская Л.И. Закономерности формирования снегозапасов на заболоченном водосборе в южно-таежной подзоне Западной Сибири // Вестник Томского государственного университета. 2012. № 360. С. 182–187.

V.R. Gerasimova, V.V. Shchukova

TRENDS OF HYDROLOGICAL-CLIMATE CONDITIONS HYDRATION OF WETLAND WATERSHEDS CONIFEROUS SUBTAIGA AND NORTHERN FOREST-STEPPE OF WESTERN SIBERIA IN CONNECTION WITH REGIONAL CLIMATE CHANGES

There are results of a comprehensive analysis of drainage wetland catchments and precipitation changes which are indirect indicators of territories moisture. Trends of seasonal flow and its duration were revealed. Drain of flood at summer-autumn season and in general for the year have a tend to increase almost for all stations. We traced trends of basins of Maysas and Cheka. Trends of atmospheric moisture were being analyzed for months of vegetation period. Change of annual air temperature observed at the recent decades is one of the long-term phases of the secular cycle that follows from analysis of the shape of integral-differential curves. There is a response of river flow to regional climate change that is stronger observed in forest-steppe.

Keywords: wetland catchment, coniferous subtaiga, northern forest steppe, seasonal runoff, trend, Western Siberia.

Vladislava R. Gerasimova, post-graduate student of Hydrology Department, National research Tomsk State University, 634050, Russia, Tomsk, Ave. Lenina, 36. E-mail: gerasimova@danet.in

Veronika V. Shchukova, magister of Hydrometeorology of Hydrology Department, National research Tomsk State University, 634050, Russia, Tomsk, Ave. Lenina, 36. E-mail: nikki_viktorovna@mail.ru