

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Забайкальский государственный университет»
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения
Российской академии наук

На правах рукописи

Смахтин Виталий Константинович

**ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ
РЕЖИМ РЕК ЗАБАЙКАЛЬЯ**

Специальность 25.00.27 «Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия»

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
кандидата географических наук

Научный руководитель:

Доктор географических наук, доцент

В.А. Обязов

Чита
2015

Содержание

Введение.....	4
Глава 1. Современное состояние вопроса, исходные данные, методы исследования и физико-географическая характеристика района.....	9
1.1. Современное состояние изученности влияния изменений климата на гидрологический режим рек.....	9
1.2. Материалы и методы исследований.....	22
1.3. Физико-географическая характеристика района исследования.....	30
Глава 2. Изменение климата на территории Забайкалья.....	39
Глава 3. Ледовый режим рек.....	51
3.1. Продолжительность ледостава.....	51
3.2. Толщина льда.....	57
Глава 4. Колебания стока и их зависимость от изменений климата.....	62
4.1. Годовой сток и сток в теплый период года.....	62
4.2. Сток в холодный период года.....	74
Заключение.....	82
Список литературы.....	84
Приложения.....	99
Приложение 1. Перечень метеорологических станций, данные которых использованы в работе.....	100
Приложение 2. Перечень гидрологических постов, данные которых использованы в работе.....	101
Приложение 3. Коэффициенты корреляции между рядами изменения средней температуры воздуха в Забайкалье.....	103
Приложение 4. Коэффициенты корреляции между рядами годовых сумм атмосферных осадков.....	106
Приложение 5. Коэффициенты корреляции между рядами испаряемости.....	108

Приложение 6. Зависимость дат начала ледостава от температуры воздуха и расхода воды.....	111
Приложение 7. Зависимость дат окончания ледостава от температуры воздуха и расхода воды.....	113
Приложение 8. Промерзание рек Забайкальского края.....	115
Приложение 9. Коэффициенты корреляции между рядами среднего годового расхода воды в пунктах Амурского бассейна.....	118
Приложение 10. Коэффициенты корреляции между рядами среднего годового расхода воды в пунктах Енисейского бассейна.....	120
Приложение 11. Коэффициенты корреляции между рядами среднего годового расхода воды в пунктах Ленского бассейна.....	123
Приложение 12. Коэффициенты парной корреляции между рядами испаряемости и рядами среднего расхода воды (R_1) и множественной корреляции между рядами атмосферных осадков, испаряемости и среднего расхода воды (R_2) за период май-сентябрь 1961-2009 г.г.....	124
Приложение 13. Коэффициенты корреляции между рядами сумм атмосферных осадков за период май – сентябрь и рядами среднего расхода воды за этот же период.....	126
Приложение 14. Коэффициент корреляции между рядами стока в октябре и рядами стока холодного периода (1958-2007гг.).....	128
Приложение 15. Справка об использовании данных диссертации в работе ФГБУ «Забайкальское УГМС».....	130
Приложение 16. Акт внедрения результатов диссертационной работы в учебный процесс Забайкальского государственного университета.....	131

Введение

Актуальность работы. В последние десятилетия отмечается потепление климата, которое проявляется как в глобальном масштабе (Climate change, 2013), так и на всей территории России (Оценочный..., 2008; Методы оценки..., 2012). Повышение приземной температуры воздуха происходит также и в Забайкалье. Наибольшее ее увеличение, превышающее 3,5–4,0 °С за полувековой период, приходится на февраль и март (Обязов, 2008). Такие изменения климата оказывают влияние на многие природные процессы, в том числе на гидрологический режим рек Забайкалья.

Изменения режима проявляются через изменение дат начала и окончания ледостава, толщины льда, стока рек в теплый и холодный периоды года. Поэтому важно выявить эти изменения и оценить, насколько они обусловлены такими характеристиками климата как температура воздуха, атмосферные осадки и испарение.

Большое простирание территории Забайкалья с севера на юг обусловило наличие на ней трех природных зон – таежной, степной и лесостепной. Забайкалье преимущественно среднегорная страна, рельеф определяют горы, нагорья и плоскогорья, равнинные пространства здесь не значительны. В виду различных условий, температура воздуха, атмосферные осадки, сток и характеристики ледового режима по территории меняются в широких пределах.

Целью работы является оценка влияния современного изменения климата на гидрологический режим рек Забайкалья.

Для достижения этой цели решались следующие **задачи**:

- выполнить анализ ледового режима рек Забайкалья и его зависимости от многолетних изменений средней годовой температуры воздуха;
- оценить влияние атмосферных осадков и испаряемости на территории Забайкалья на характер многолетних изменений стока рек в теплый период года;

- выявить особенности влияния климата на многолетние изменения стока рек в холодный период года на территории Забайкалья.

Объектом исследования являются реки Забайкалья. **Предмет исследования** - гидрологический режим рек Забайкалья.

Теоретическая основа диссертации базируется на работах А.Н. Афанасьева, И.П. Дружинина, В.С. Вуглинского, В.И. Бабкина, исследовавших многолетние колебания речного стока, ледового режима рек и их зависимость от изменений климата.

Материалы исследований: В работе использованы материалы наблюдений на государственной наблюдательной сети Федерального государственного бюджетного учреждения «Забайкальское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» о температуре воздуха, атмосферных осадках, величине стока рек, продолжительности ледостава, датах начала и окончания ледостава, толщине льда. Исследование гидрологического режима выполнялось по данным 81 гидрологического поста, климатические характеристики определялись по данным 48 метеорологических станций.

Методы исследований. С целью выявления параметров линейных трендов многолетних изменений применялся метод наименьших квадратов. Для анализа достоверности трендов использовалась t – статистика Стьюдента при 5% уровне значимости. Согласованность изменений исследуемых характеристик оценивалась с помощью корреляционного анализа. Для выявления циклов использовались интегрально-разностные кривые, спектральный и вейвлет – анализ. Для оценки значимости спектральной плотности, рассчитанной по выборочным данным, использован критерий χ -квадрат. Спектральный анализ в настоящей работе выполнялся с помощью программного пакета «Statistica». Для непрерывного вейвлет-преобразования использовался вейвлет Морле. Анализ осуществлялся с помощью программного пакета «Matlab». Анализ пространственных изменений различных гидрометеорологических характеристик и исследуемых величин,

а также их визуализация выполнялась с помощью программного пакета «ArcGIS».

Основные защищаемые положения:

- закономерности ледового режима рек Забайкалья в условиях современных изменений средней годовой температуры воздуха;
- оценка роли атмосферных осадков и испаряемости в формировании стока рек Забайкалья в теплый период года;
- оценка роли предшествующего увлажнения и изменения средней годовой температуры воздуха в формировании стока рек Забайкалья в холодный период года.

Научная новизна работы состоит в следующем:

- впервые посредством корреляционного анализа выявлено существенное влияние современных изменений температуры воздуха на даты начала и окончания ледостава ($R = 0,80$ и $-0,89$ соответственно) и толщину льда на реках Забайкалья ($R = -0,76$), а также несколько меньшее воздействие на них расхода воды, выражающееся коэффициентами корреляции, не превышающими по модулю значение $0,70$;
- методами вейвлет и корреляционного анализа определена зависимость стока рек в теплый период года в Забайкалье от многолетних изменений атмосферных осадков и испаряемости, которая характеризуется коэффициентами множественной корреляции, равными в Амурском, Ленском и Енисейском бассейнах соответственно $0,73$, $0,70$ и $0,66$;
- оценена степень воздействия предшествующего увлажнения на сток рек Забайкалья в холодный период года, показавшая его определяющее влияние (в 76 % створов коэффициент корреляции этой связи имеет значения $0,7$ и более), в то время как роль многолетнего повышения температуры воздуха проявилась через увеличение доли зимнего стока в его годовом объеме.

Теоретическая значимость диссертационного исследования.

Получены новые фундаментальные знания:

- о многолетних изменениях продолжительности ледостава и максимальной толщины льда на реках Забайкалья и факторах на них влияющих в условиях потепления;

- о современных изменениях атмосферных осадков и испаряемости и влиянии их на сток рек в теплый период года;

- о зависимости стока рек Забайкалья в холодный период года от предшествующего увлажнения и температуры воздуха.

Практическая значимость. Результаты исследования нашли применение в работе Забайкальского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Полученные данные используются в учебном процессе Забайкальского государственного университета. Работа может представлять интерес для органов Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий по Забайкальскому краю и Республике Бурятия.

Научная обоснованность и достоверность результатов работы основывается на использовании в качестве теоретической и методологической базы исследования научных трудов отечественных и зарубежных ученых, учете большого массива гидрометеорологических данных по территории Забайкалья и использовании современных, объективных методов статистического анализа и параметрических критериев статистической оценки достоверности получаемых результатов.

Личный вклад автора заключается в самостоятельном выборе методов исследования, обработке исходных данных для выявления закономерностей влияния различных климатических факторов на гидрологический режим рек. Автор лично выполнил статистическую обработку исходных данных, их пространственно-временной анализ и обобщение полученных результатов.

В диссертации используются результаты работ, выполненных в соавторстве с В.А. Обязовым.

Апробация работы. Основные результаты исследований докладывались на международных и отечественных конференциях: симпозиум «Геоэкологические, экономические и социальные проблемы природопользования» (Чита, 2011); Научная сессия молодых сотрудников ИПРЭК СО РАН (Чита, 2012); Международная научная конференция «Региональный отклик окружающей среды на глобальные изменения в Северо-Восточной и Центральной Азии» (Иркутск, 2012); научно-практическая конференция студентов, магистрантов и аспирантов Забайкальского государственного университета в рамках «Молодежной научной весны ЗабГУ-2013» (Чита, 2013); XIII международная научно-практическая конференция «Кулагинские чтения: техника и технологии производственных процессов» (Чита, 2013); Всероссийский научный семинар «Гео- и экосистемы трансграничных речных бассейнов на востоке России: проблемы и перспективы устойчивого развития» (Стационар Денисова пещера, Алтайский край, 2013); II Всероссийская научная конференция с международным участием «Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии» (Барнаул, 2014). Основные результаты диссертации докладывались также на научных семинарах кафедры водного хозяйства и инженерной экологии ЗабГУ (2012, 2013, 2014), ученом совете ИПРЭК СО РАН (2014) научных семинарах кафедры гидрофизики и гидропрогнозов РГГМУ (2015).

Глава 1. Современное состояние вопроса, исходные данные, методы исследования и физико-географическая характеристика района

1.1. Современное состояние изученности влияния изменений климата на гидрологический режим рек

Одним из первых отечественных ученых, который говорил об изменении климата, был Александр Иванович Воейков. Впервые он затронул данный вопрос в своих трудах «Климаты земного шара, в особенности России» (1884). Над проблемами влияния климата на изменения подземного и поверхностного стока на территории СССР в 1960 – 1980 годах работали: П.П. Кузьмин (1961), И.П. Дружинин (1966), А.Н. Афанасьев (1967), Б.И. Куделин (1966), М.С. Протасьев (1972), И.И. Поляк (1975), С.И. Харченко (1975), Л.И. Зубенок (1976), Л.С. Кучмент (1980). На международной конференции по климатологии, состоявшейся в 1971 г. в Ленинграде, М. И. Будыко высказал убеждение, что в ближайшем будущем начнется глобальное потепление, которое в следующем веке достигнет нескольких градусов. Эта точка зрения была изложена им в работе «Климат в прошлом и будущем» (1980), а в книге «Глобальные климатические катастрофы» был произведен анализ данной проблемы (1986).

Позднее климатические изменения были отражены в работах: А.И. Субботина (1982), Д.И. Казакевича (1989), В.Н. Бусарова (1992), К.Я. Кондратьева (1992), О.Д. Сиротенко (1992), К.И. Кобака (1992, 2002), Е.И. Бреслава (1993), О.Е. Бусаровой, Е.М. Гусева, Е.А. Денисенко (1995), В.М. Котлякова (1995, 2001), Н.С. Сидоренкова (1996), А.В. Кислова (2001), С.Г. Добровольского (2002).

Ю.А. Израэль, и др. (1997, 1998, 2001, 2007) рассматривали изменения глобального климата, их причины и последствия, а также адаптацию водного хозяйства Российской Федерации к этим изменениям.

В статьях Ю.А. Зарецкого, С.А. Лаврова (1985), К.Я. Винникова (1997), О.А. Анисимова (1990), А.А. Величко (1991, 1995), С.П. Малевского-Малевица (2002) отражены климатические факторы, влияющие на температурный режим почв.

В трудах зарубежных авторов тема изменения климата и гидрологического режима затрагивали J. Dolph, D. Marks (1992), D.M. Wolock, G.J. McCable (1999), M.L. Branstetter, J.S. Famiglietti (1999), N. Nakicenovich (2000), M.R. Allen, W.J. Ingram (2002), N.W. Arnell (2003, 2004), C. Schar, L. Vasilina, F. Pertziger, S. Dirren (2004), M.B. Smith, V.I. Koren, Z. Zhang (2004), D. Nohara, A. Kitoh, M. Hosaka, T. Oki (2006), S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor, H.L. Miller (2007), J.C. Adam, D.P. Lettenmaier (2008).

На данный момент на тему влияния изменений климата на гидрологический режим рек написано немало работ. Среди них можно выделить работы Государственного Гидрологического института И.А. Шикломанова (1992, 2000, 2002, 2003, 2005, 2007, 2008) В.Ю. Георгиевского и А.Л. Шалыгина (1996, 2012). В их работах рассматриваются такие крупные реки России, как Днепр, Волга, Лена и др.

Изданы следующие научные труды в виде монографий, учебников и материалов конференций: Речной сток и гидрологические расчеты (1990); Влияние изменения климата на экосистемы бассейна реки Амур (2006); Водные ресурсы России и их использование (2008); Влияние изменения климата на водные ресурсы центральной Азии (2009); Гидрологические последствия изменений климата (2009).

Гидрологический режим рассматривался в работах: И.П. Дружинина (1991), И.С. Зайцевой (1996), К. Арпе (2000), Р.К. Клиге (2000), Т.А. Акименко (2002), И.И. Мохова (2002), К.К. Эдельштейна (2002), Н.И. Коронкевича (2007).

Анализ ледового режима рек был описан в статье В.С. Вуглинского (2006), годовой сток рассмотрели: Г.Х. Исмаилов (2001), Н.И. Коронкевич

(2007), зимний сток рек оценен в работах: И.Л. Калюжного, К.К. Павловой (1981), Л.К. Вершининой, О.И. Крестовского (1985), В.М. Евстигнеева, Б.Б. Шайбонова (1994), В.Н. Синюковича (2001), А.Б. Бандеевой, Е.Ж. Гармаева (2013), особенности подземного стока отражены в научных трудах В.С. Ковалевского (2002), М.Л. Маркова (2010).

На территории Забайкалья подобные исследования проводили И.П. Дружинин, З.П. Коноваленко, В.П. Кукушкина, Н.В. Хамьянова (1966) в работе «Речной сток и геофизические процессы» использовали данные метеорологических станций Нерчинского Завода, Кабанска, а также данные гидрологического поста р. Шилка – г. Сретенск. А.Н. Афанасьев (1967) в трудах «Колебания гидрометеорологического режима на территории СССР» использует данные метеостанций Сретенска и Нерчинска и данные о стоке рек, впадающих в озеро Байкал. В.М. Евстигнеев (1968) анализирует связь многолетних колебаний стока реки Шилка с особенностями развития основных форм циркуляций. В статье «Реакция степных и лесостепных морфодинамических систем на современные изменения климата» О.И. Баженова и Г.Н. Мартьянова (2000) используют данные по рекам Онон, Баргузин, Селенга, Уда, Хилок, Чикой и данные метеорологических станций Баргузин, Улан-Удэ, Черемхово. Е.Ж. Гармаев (2010) анализирует изменение климата и сток рек Байкальского региона. В настоящее время В.А. Обязовым для территории Забайкалья написано более 35 различных работ, включая монографии, учебные пособия, статьи в журналах и материалы научных конференций, среди них (2007, 2008, 2011, 2012, 2013, 2014).

И.А. Шикломанов, А.И. Шикломанов (2003) на основе обобщения детальных гидрологических данных по бассейну Северного Ледовитого океана и результатов оценки стока с неизученных территорий получили ряды притока речных вод в океан за 1921-1999 гг. Они рассмотрели тенденции изменения годового притока (и его внутреннего распределения) с различных частей бассейна за весь рассматриваемый период и за последние десятилетия, когда наблюдалось наиболее интенсивное повышение температуры воздуха в

северном полушарии. Авторы проанализировали возможные в перспективе изменения стока основных рек и суммарного притока речных вод в океан для различных сценариев глобального потепления.

Статистический анализ многолетних гидрологических наблюдений, выполненный Ю.А. Симоновым и А.В. Христофоровым (2005), показал, что ежегодные колебания суммарного речного стока в Северный Ледовитый океан можно считать стационарным процессом. Они установили, что аналогичный характер имеют многолетние колебания годового стока Оби, Лены и рек северо-западной части Азии. В то же время для отдельных слагаемых суммарного стока в океан отмечены явные и достаточно сложные нарушения однородности многолетних колебаний стока. В частности, колебания годового стока р. Енисей имеют явно выраженный немонотонный тренд, при котором водность реки систематически снижалась до конца 1950-х гг., а с конца 1960-х начала расти. На реках европейской части бассейна в последние десятилетия явно снизилась амплитуда многолетних колебаний стока. На реках северо-западной части Америки и северо-восточной части Азии с конца 1960-х гг. происходило систематическое увеличение амплитуды его ежегодных колебаний, и усилилась их автокорреляция.

В работе Р.Г. Джамалова, и др. (2008) получены количественные соотношения подземного стока с другими водобалансовыми элементами, что дает возможность прогноза изменения питания подземных вод в различных природно-климатических зонах Земли в связи с глобальными изменениями климата и интенсивным антропогенным воздействием на водный режим территорий. По основным речным бассейнам Европейской территории России построены цифровые карты пространственно-временного распределения элементов водного баланса и выполнены расчеты речного стока.

В другой работе Р.Г. Джамалова, и др. (2012) исследованы влияние климата на современные условия формирования и происходящие изменения режимов годового и межлетнего стока бассейнов рек Восточной Сибири.

Показано, что заметное потепление климата в Восточной Сибири в течение последних десятилетий сопровождается не только ростом температуры воздуха и некоторым увеличением атмосферных осадков, но и существенным изменением годовых и сезонных величин речного и подземного стока. Авторы на основании гидрометеоданных провели анализ изменения среднегодового и среднемеженного стока за весь период наблюдений, 1940-1969 и 1970-2005 гг. Построили графики, диаграммы, таблицы по наиболее представительным створам. Провели районирование территории по условиям формирования стока и выполнили переоценку общих водных ресурсов и естественных ресурсов подземных вод за 1970-2005 гг. Статистический анализ рядов температуры воздуха и осадков за холодный период года показал наличие в большинстве случаев статистически достоверных возрастающих трендов. Средние температуры воздуха и осадков за теплый период также имеют тенденцию к увеличению. Изменение климата Восточной Сибири сопровождается сокращением мощности ледового покрова на малых и средних реках, большей глубиной протаивания ММП и болотных массивов. При этом наблюдается рост эманации парниковых газов, что может сказываться на локальном повышении приповерхностной температуры. Указанные изменения наряду с современным соотношением основных стокообразующих климатических факторов (температура, осадки, испарение) обуславливают увеличение (уменьшение) общих водных и естественных ресурсов подземных вод. Основная особенность современных изменений речного стока – увеличение в последние десятилетия меженного стока. Для ряда створов выявлены статистически значимые возрастающие тренды. Изменения годового стока менее существенны. При этом на меридиональном отрезке русла Лены (между створами Табага и Кюсюр) меженный сток практически не меняется, а годовой снижается.

И.Л. Калюжный, С.А. Лавров (2012) на основе обобщения многолетних материалов наблюдений Подмосковной водобалансовой станции выявили механизм влияния климатических изменений на сток р. Медвенка в зимний и

весенний периоды. Авторы показали, что повышение среднемесячной температуры в 1981-2008 гг. в январе и феврале в среднем на 2,8 °С вызвало увеличение стока за эти месяцы в 1,9 раза и уменьшение его в апреле на 15% по сравнению с периодом 1958-1980 гг. На основе анализа материалов наблюдений и математического моделирования процессов миграции и инфильтрации влаги в промерзающих и отталкивающих почвах они установили, что основными факторами, влияющими на увеличение зимнего стока рек, являются уменьшение глубины промерзания почвы и соответственно миграции влаги в зимний период к фронту промерзания и аккумуляции ее в мерзлом слое (56% увеличения стока), наличие оттепелей (38%) и увеличение осеннего увлажнения почв (6%). Аналогичные выводы авторы делали в других работах (Калюжный, 1981, 1988, 2002)

С.В. Ясинский, Е.А. Кашутина (2012) выявили закономерности многолетних внутри- и межзональных изменений показателей климата (температуры воздуха и атмосферных осадков) и получили оценки времени реакции на них факторов гидротермического состояния водосборов на начало снеготаяния (максимальных снеготаяний, глубины промерзания и влажности почвы), поверхностного весеннего склонового стока, годового и весеннего речного стока малых рек в разных природных зонах Русской равнины. Авторами были сделаны следующие выводы. В основных природных зонах Европейской территории РФ годовой и весенний речной сток по-разному реагируют на совместное влияние многолетних изменений климата и хозяйственной деятельности. В маловодную по осадкам фазу во всех природных зонах основное питание рек осуществляется за счет ПВСС (поверхностный весенний склоновый сток). При этом в южной части лесной и лесостепной зон наличие лесов приводит к уменьшению его общего объема, в степной их отсутствие, наоборот, – к его увеличению. В многоводную по осадкам фазу в результате повышения средней годовой и за холодный сезон температуры воздуха происходит перестройка структуры водного баланса водосборов. Она заключается в том, что значительная часть

аккумуляции осадков за зиму в снеге осадков расходуется уже не на ПВСС, а на пополнение почвенных и подземных вод. За счет эффекта запаздывания, вызванного увеличением времени дренирования талых и дождевых вод, формирующихся на водосборе и в овражно-балочной сети, реакция годового речного стока наступает не одновременно с началом наступления изменений показателей климата, а с определенным временным интервалом. Физико-географические условия природных зон и хозяйственная деятельность на водосборах могут увеличивать или уменьшать время реакции речного стока на изменения показателей регионального климата. Подобные работы авторами делались и ранее (Ясинский, Кашутина, 2008; Ясинский, 2004).

В. Ю. Георгиевский, А. Л. Шалыгин (2012) определили, что суммарные водные ресурсы р. Волга в 1978-2007 гг. по сравнению с 1946-1977 гг. увеличились в среднем на $41 \text{ км}^3/\text{год}$, или на 17%. На большей части бассейна р. Волга произошло значимое увеличение зимнего стока. Существенно увеличился также летне-осенний сток на реках южной и юго-восточной части бассейна. Авторы указывают, что наиболее целесообразно рассматривать несколько сценариев климата будущего, на основе которых должны приниматься наиболее взвешанные решения в области управления водными ресурсами.

В.А. Бельчиков, и др. (2013) представили метод исследования возможных изменений характеристик речного стока, обусловленных изменениями климатических характеристик, при котором воздействия на водосбор со стороны климатической системы рассчитываются с помощью моделей общей циркуляции атмосферы и океана, а отклик водосбора на данные возмущения оцениваются при помощи модели формирования стока на водосборе. Работа выполнена применительно к рекам бассейна Северной Двины. Авторы приводят оценки возможных изменений (относительно базового периода) к середине и концу XXI в. таких характеристик водного режима, как средний и максимальный расход воды за год и средние расходы воды за весенний, летне-осенний и зимний периоды. Авторами были

подведены следующие итоги. Модель формирования талого и дождевого стока гидрометцентра России позволяет достаточно точно рассчитывать гидрографы рек бассейна Северной Двины по метеорологическим данным. В большинстве случаев климатические модели в сочетании с моделью формирования речного стока дают возможность рассчитывать средние значения характерных расходов воды для базового периода с ошибкой, не превышающей 20%. Для бассейна Северной Двины к концу XXI в. по всем климатическим моделям прогнозируемая средняя годовая температура воздуха увеличится на 4-6 °С, зимняя на 5-8°С и летне-осенняя на 3-5°С. Предполагается увеличение годовой суммы осадков на 10-20%, зимних на 20-30% и незначительное изменение осадков в летне-осенний период. Как следствие потепления климата, запасы воды в снежном покрове к окончанию периода снегонакопления предположительно сократятся на 10-40%. Полученные оценки возможных климатических изменений стока рек бассейна Северной Двины на основе динамико-стохастического моделирования позволяют предположить, что к концу XXI в. возможно существенное увеличение объема годового, весеннего и зимнего стока и незначительное увеличение летне-осеннего стока.

Д.Ю. Васильев, и др. (2013) привели результаты корреляционного анализа осенних и зимних сумм атмосферных осадков с показателями весеннего стока рек бассейна р. Белая за период 1936-2000 гг. Авторы выделили пять районов, в каждом из которых определили главные факторы формирования стока или их сочетание. Они провели оценку тесноты связи характеристик стока и сумм атмосферных осадков, которая может быть использована в разработке методических положений для прогноза стока в разных регионах Башкирии. Авторами сделаны следующие выводы. Наибольшие коэффициенты корреляции получены для постов, расположенных на правом берегу реки Белая, которое характеризуется высоким показателем увлажненности территории и небольшим антропогенным воздействием на геосистему. Учет осадков в мае привел к

существенному увеличению значений коэффициентов корреляции при анализе среднего стока во время весеннего половодья для правобережных притоков р. Белая и рек, находящихся в ее верховьях. В то же время для рек, находящихся в районах, характеризующихся ранним наступлением весны (левобережные притоки р. Белая), учет осадков в мае не имеет столь существенного значения. Коэффициенты корреляции сумм осадков и максимальных расходов воды значительно увеличиваются при учете осадков в мае.

Е.В. Гуревич (2009) проанализировала влияние температуры воздуха зимой и толщины льда на зимний сток рек бассейна р. Алдан. Она установила, что уменьшение толщины речного льда вследствие более теплых зим ведет к увеличению пропускной способности речных русел, в результате чего увеличивается зимний сток. Автор получила региональную зависимость интенсивности истощения зимнего стока от суммы температуры воздуха первой половины зимы и интенсивности нарастания толщины льда. В работе были сделаны следующие выводы. Ледяной покров, являясь климатическим индикатором суровости зимы, влияет на условия подземного питания рек. Наибольшее влияние льда на зимний режим рек наблюдается в первый зимний месяц. Ледяной покров существенно изменяет дренирующую способность малых рек и является мощным регулятором водообмена рек и подземных водоносных горизонтов, дренируемых гидрографической сетью.

Г.В. Бачурин (1970) разделил территорию Забайкалья на 18 районов. При районировании учитывался анализ качественных и количественных показателей элементов водного режима рек, а также был применен комплексный физико-географический метод. Было отмечено, что климатические факторы и, следовательно, сток являются отражением своеобразного характера атмосферной циркуляции в сложных орографических условиях. Удаленность от источников влаги (морей и океанов) сказывается в обеднении влагой циклонов, достигающих территории Забайкалья.

В работе К.Г. Тихоцкого, В.М. Евстигнеева и др. (1972) построена карта среднего стока Забайкалья и Восточного Прибайкалья. В процессе работы были рассмотрены данные более чем по 200 створам, непосредственно использованы данные по 136 бассейнам. Карта может служить для предварительной оценки ресурсов стока и наглядного представления о распределении стока на территории Забайкалья.

А.Т. Напрасников и А.И. Сизиков (1972) рассматривали физико-географические закономерности формирования поверхностного стока горных ландшафтов (на примере Забайкалья).

В статье А.В. Мещерской, В.А. Обязова и др. (2009) рассмотрены такие вопросы, как изменения температурного режима, изменение количества осадков. Выполнен анализ изменений характеристик снежного покрова в Забайкалье. Повышение температуры воздуха весной определяет увеличение продолжительности теплого периода, и уменьшение продолжительности залегания снежного покрова на большей части территории Забайкалья. Линейные тренды рядов осадков являются достаточно грубой аппроксимацией, поскольку в рядах осадков выявляются четкие циклические изменения.

В работе В.А. Обязова (2011) рассмотрены изменения климата для данной территории. Показано, что температура воздуха в регионе повышается. Кроме долговременных 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. Автором сделаны следующие выводы. В начале 50-х годов началось повышение температуры воздуха, причем на рубеже 80-х, 90-х гг. это повышение произошло скачкообразно. Наибольшая величина тренда отмечается в феврале, наименьшая в октябре-декабре. Количество осадков на исследуемой территории с середины прошлого столетия в среднем уменьшилось на 45 мм. Многолетним изменениям атмосферных осадков присущ циклический характер. В рядах годовых сумм осадков во второй

половине XX века и в первом десятилетии XXI века 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.

В статье В.А. Обязова (2013) выполнены детальные исследования многолетних тенденций речного стока. Определено, что однонаправленные устойчивые тенденции стока отсутствуют, а имеют место тренды, меняющие во времени свою величину и знак вследствие преобладания в его изменениях циклических составляющих. Выявлены разнонаправленные изменения стока в различные по водности фазы цикла: в многоводные фазы (периоды) сток повышается, а в маловодные – снижается. При этом соответственно возрастает его изменчивость и экстремальность. Определено, что на многолетние колебания речного стока в большей мере, чем на другие элементы водного баланса, воздействуют атмосферные осадки. Наиболее вероятной причиной повышения стока в многоводные периоды является увеличение интенсивности ливневых осадков. Снижение стока в маловодные периоды происходит, с одной стороны, за счет уменьшения атмосферных осадков в эти периоды, а с другой – увеличения испаряемости, обусловленной повышением температуры воздуха. Вероятность антропогенной обусловленности отмеченных изменений весьма мала. Выявленные тренды многолетних изменений речного стока указывают на возрастание его экстремальности. В связи с этим в следующую многоводную фазу следует ожидать повышения вероятности формирования дождевых паводков редкой повторяемости, а вместе с ней и риска возникновения катастрофических наводнений.

В.А. Обязов, В.К. Смахтин (2012) рассмотрели долговременные изменения стока рек в Забайкалье. Авторами были сделаны выводы, что наиболее характерной чертой многолетнего режима годового стока рек является цикличность. Она присуща практически всем рекам Забайкалья и обусловлена циклическим характером межгодовых изменений атмосферных осадков. Продолжительность циклов не остается постоянной во времени,

меняется длительность многоводных и маловодных фаз. Существуют также пространственные отличия продолжительности циклов, дат их начала и окончания. Тем не менее, на большей части территории Забайкалья изменения стока происходят достаточно согласовано. Тенденции многолетних изменений годового стока меняют свои величины и даже знаки, как во времени, так и в пространстве. Причиной этого является цикличность. Величина и знак тренда во многом зависят от продолжительности ряда наблюдений, используемого для анализа, и в большей степени определяются характером фазы водности в конце ряда. В случае завершения ряда многоводной фазой наиболее часто тренд имеет положительный знак, а в случае завершения маловодной фазой – отрицательный. Подавляющее большинство трендов статистически незначимы. Следовательно, на территории Забайкалья отсутствуют длительные тенденции увеличения или уменьшения речного стока. Водность рек Забайкалья в следующем периоде приблизительно до 2021 - 2023 гг. будет повышенной, т. е. будут преобладать годы со средним годовым стоком, превышающим норму.

В работе В.А. Обязова, В.К. Смахтина (2014) представлены результаты исследований ледового режима рек Забайкалья и его зависимости от изменений климата. Авторами определены величины изменений за многолетний период сроков начала и окончания ледостава, его продолжительности, максимальной толщины льда. Выявлены основные факторы их определяющие. Выполнена оценка зависимости основных параметров ледового режима от температуры воздуха и величины речного стока. Авторы приходят к заключению, что на территории Забайкалья в период с 1958/1959 по 2007/2008 гг. в холодный период года (октябрь–апрель) произошло повышение температуры воздуха в среднем на 1.8°C , однако ее тренды в декабре, октябре и январе статистически не достоверны. Наибольшее увеличение характерно для февраля, которое составило $3.6^{\circ}\text{C}/(50 \text{ лет})$. Продолжительность ледостава в среднем по Забайкалью за полувековой период уменьшилась на 8 дней. На большинстве рек ее

уменьшение произошло за счет как более позднего установления, так и более раннего разрушения ледяного покрова. Изменения сроков начала и окончания ледостава обусловлены, в основном, повышением температуры воздуха и в несколько меньшей степени колебаниями речного стока. В связи с предполагаемым повышением температуры воздуха в зимний период и увеличением водности рек до конца первой четверти XXI в. ожидается уменьшение продолжительности ледостава. Повышение температуры воздуха в зимний период привело к уменьшению толщины льда на большинстве рек Забайкалья на 4–32%. Учитывая прогнозируемый рост температуры воздуха, следует ожидать дальнейшего уменьшения максимальной толщины льда.

Межгодовые колебания речного стока в Забайкалье в период ледостава и их зависимость от изменения климата были рассмотрены В.А. Обязовым и В.К. Смахтиным в другой работе (2013). Сделаны следующие выводы. На территории Забайкалья в зимний период (ноябрь – март) произошло повышение приземной температуры воздуха, которое за 50-летний период в среднем по территории составило 1,8 °С. Рост температуры воздуха сопровождался увеличением температуры в верхнем трехметровом слое грунта и смещением дат ее перехода через 0 °С на более поздние сроки. На большинстве рек за исследуемый период максимальная толщина льда уменьшилась на 4 – 32 %. Ее изменения хорошо согласуются с изменениями температуры воздуха. Многолетним изменениям речного стока в зимний период свойственна цикличность. В начале XXI века на большинстве рек отмечалась маловодная фаза цикла, и, соответственно, в этот период преобладали годы со средними расходами воды ниже нормы. Зимний сток имеет высокую степень зависимости от предшествующего увлажнения, которое преобладает над другими факторами. Влияние изменений толщины льда и, вероятно, промерзания грунтов на водосборах проявилось в увеличении доли зимнего стока и его величины относительно предшествующего увлажнения. В связи с предполагаемым ростом

температуры воздуха и наступлением многоводной фазы цикла в многолетних изменениях речного стока следует ожидать до середины 2020-х годов возрастание, как абсолютных значений зимнего стока, так и его доли в годовом стоке.

В материалах II Всероссийской научной конференции с международным участием «Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии» В.А. Обязовым и В.К. Смахтиным (2014) представлены результаты исследования гидрологического режима рек бассейна трансграничной реки Аргунь. Рассмотрены многолетние тенденции изменений стока рек теплого и холодного периодов года, дат начала и окончания ледостава, его продолжительности, происходящие в условиях глобального и регионального потепления. Определены основные факторы, влияющие на зимний сток и ледовый режим рек.

1.2. Материалы и методы исследований

В работе использованы материалы наблюдений на государственной наблюдательной сети Забайкальского межрегионального территориального управления Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

Исследование гидрологического режима выполнялось по данным гидрологических постов (Прил. 2), количество которых по основным речным бассейнам распределилось следующим образом: Амурский – 41 пост, Ленский – 9 постов, Енисей – 31 пост. Климатические характеристики определялись по данным 48 метеорологических станций (Прил. 1), (Рис 1.1). В работе использованы данные о температуре воздуха, атмосферных осадках, величине стока рек, продолжительности ледостава, датах начала и окончания ледостава, толщине льда.

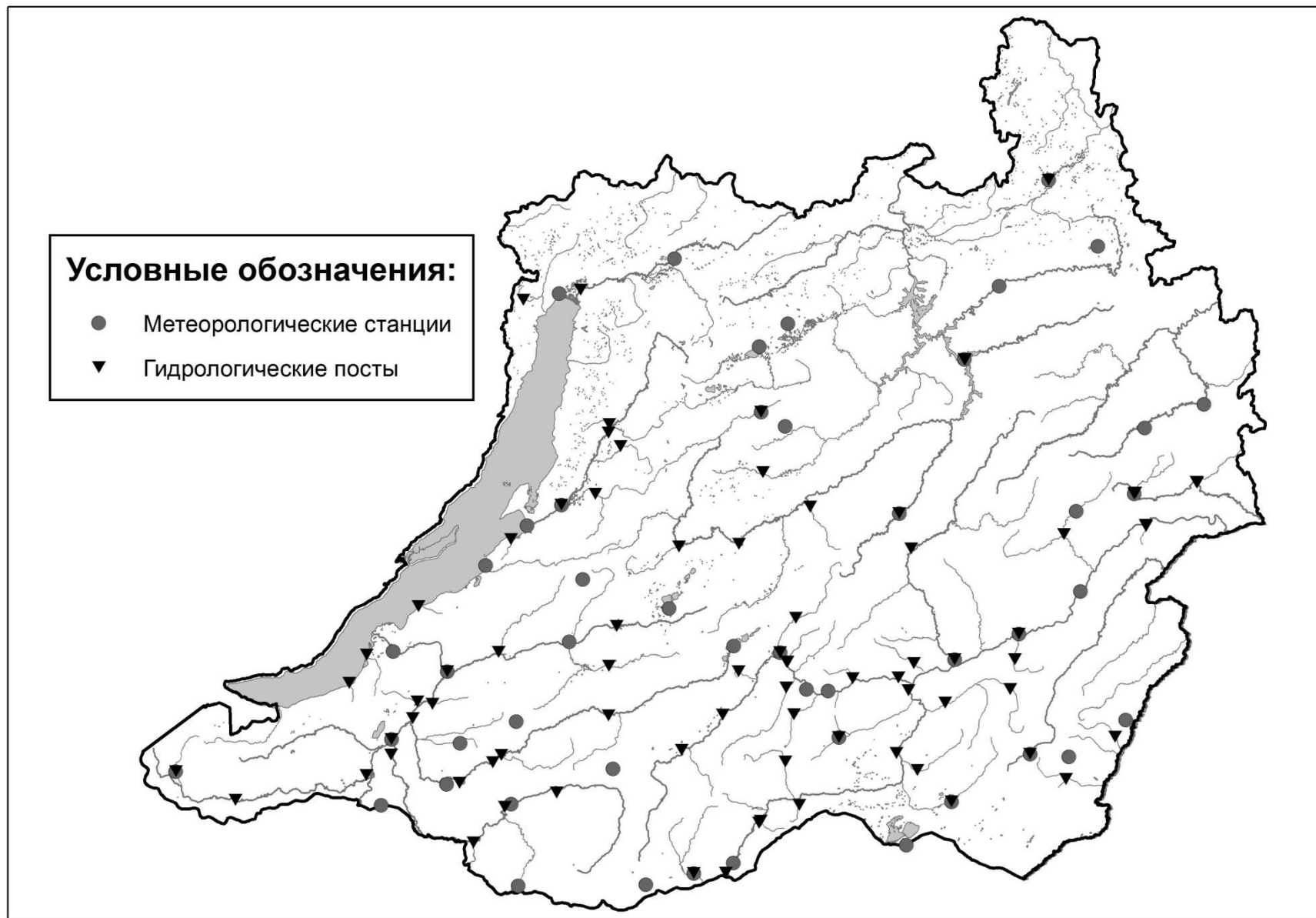


Рис. 1.1. Распределение по территории Забайкалья гидрометеорологических станций и гидрологических постов.

Задействованы ряды средних годовых значений, средних за теплый (май – сентябрь) и холодный (октябрь – апрель) периоды года и средних месячных значений. В некоторых случаях, например, для анализа зимнего стока принимался период ноябрь-март. Для анализа толщины льда брались ее декадные значения.

Некоторые ряды имеют пропуски, которые восстанавливались путем построения уравнений регрессии. В качестве пунктов-аналогов принимались близко расположенные станции, ряды которых имели наибольшие значения коэффициентов корреляции с восстанавливаемым рядом.

С целью выявления многолетних тенденций применялся метод наименьших квадратов. Линия тренда строилась по уравнению линейной регрессии (Сикан, 2007). Уравнение линейной регрессии выглядит следующим образом:

$$g_i = ax_i + b \quad (1.1)$$

Суть метода наименьших квадратов (МНК) состоит в том, чтобы определить такие расчетные параметры a и b , при которых сумма квадратов отклонений наблюдаемых значений y_i от рассчитанных по формуле (1.1) будет иметь минимальное значение.

Сумма квадратов отклонений равна:

$$\sum_{i=1}^n (y_i - g_i)^2 = \sum_{i=1}^n [y_i - (ax_i + b)]^2 \quad (1.2)$$

Для того чтобы сумма была минимальной, необходимо, чтобы частные производные этого выражения по параметрам a и b равнялись нулю:

$$\frac{\partial}{\partial a} \left[\sum_{i=1}^n (y_i - ax_i - b)^2 \right] = 0 \quad (1.3)$$

$$\frac{\partial}{\partial b} \left[\sum_{i=1}^n (y_i - ax_i - b)^2 \right] = 0 \quad (1.4)$$

Продифференцировав выражения (1.3) и (1.4), приходим к двум уравнениям, содержащим параметры a и b (к так называемым нормальным уравнениям):

$$b \sum_{i=1}^n x_i + a \sum_{i=1}^n x_i^2 = \sum_{i=1}^n x_i y_i \quad (1.5)$$

$$bn + a \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n y_i \quad (1.6)$$

Решая уравнения (1.5), (1.6) относительно параметров а и b, получаем:

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n [(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})]}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (1.7)$$

$$b = \bar{y} - a \bar{x} \quad (1.8)$$

где \bar{x} и \bar{y} - средние значения соответственно для выборок из X и Y.

Коэффициент a , который характеризует тангенс угла наклона искомой прямой, принято называть коэффициентом регрессии зависимости $g(x)$. Из выражения (1.7) следует, что коэффициент регрессии можно представить в виде:

$$a_{y/x} = r \frac{\sigma_y}{\sigma_x} \quad (1.9)$$

где σ_y и σ_x - среднеквадратические отклонения выборок из Y и X; r - выборочный коэффициент парной корреляции, определяемый по формуле:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n [(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})]}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (1.10)$$

Согласованность изменений исследуемых характеристик оценивалась с помощью корреляционного анализа (Сикан, 2007). Коэффициент r представляет собой эмпирическую меру линейной зависимости между Y и X. Он может принимать значения от -1 до +1. Если коэффициент корреляции по модулю равен единице, зависимость является функциональной (точки лежат на прямой без разброса). Знак «плюс» указывает на то, что зависимость

прямая, знак «минус» - зависимость обратная. Чем ближе абсолютное значение r к нулю, тем слабее линейная зависимость между Y и X .

В работе выполнен анализ испаряемости, которая была вычислена по формуле Н.Н. Иванова (1962)

$$E_0 = 0,0018 (25 + t)2(100 - f), \quad (1.11)$$

где E_0 – испаряемость, мм; t – средняя месячная температура воздуха, °С; f – средняя месячная относительная влажность воздуха, %.

Оценка значимости трендов выполнялась с использованием t -статистики Стьюдента. Достоверным признавался тренд, выборочное значение t -статистики которого превышает табличное (теоретическое) ее значение при 5%-ном уровне значимости (Сикан, 2007).

Если Z – нормированная нормально распределенная случайная величина, а U – независимая от Z случайная величина, подчиненная распределению χ^2 с v степенями свободы, тогда случайная величина $t = Z\sqrt{v/U}$ подчиняется распределению Стьюдента (У. Госсета) с v степенями свободы.

Распределение Стьюдента называют также t -распределением. Плотность вероятности этого распределения определяется равенством:

$$f_v(t) = c(v)[1 + t^2/v]^{-(v+1)/2} \quad (1.12)$$

где $c(v)$ – параметр, зависящий от числа степеней свободы:

$$c(v) = \Gamma[(v+1)/2]/[\sqrt{v\pi}\Gamma(v/2)] \quad (1.13)$$

$\Gamma(\cdot)$ – гамма-функция; π – число «пи»

Колебания стока выявлялись путем построения интегрально-разностных кривых (Горошков, 1979) или суммарных кривых отклонений годовых величин стока от среднего его значения за весь период наблюдений. Эти кривые удобны также и для выбора репрезентативного расчетного периода из длинного ряда наблюдений и для оценки положения имеющегося сравнительно короткого ряда наблюдений одной реки относительно циклов

изменения водности в течение длительного многолетнего периода другой реки-аналога. Благодаря этому интегральные кривые нашли широкое применение в исследованиях колебания и расчетах годового стока. Строятся они для опорных пунктов на реках-аналогах с продолжительностью наблюдений не менее 50 лет.

Интегральные кривые отклонений годовых величин стока от его среднего значения строятся в относительных величинах – в модульных коэффициентах годового стока. Для построения такой кривой последовательно суммируются отклонения модульных коэффициентов хронологического ряда годового стока от их среднего многолетнего значения, равного единице:

$$\sum_1^t(k - 1) \quad (1.14)$$

Здесь модульный коэффициент:

$$k = \frac{Q_t}{Q_{cp}} \quad (1.15)$$

Текущие ординаты разностной интегральной кривой на конец t-ого года от начала построения кривой определяются по формуле:

$$\sum_1^t(k - 1) = f(t) \quad (1.16)$$

Так как величины модульных коэффициентов зависят от степени изменчивости стока в данном пункте, которая характеризуется величиной коэффициента вариации годового стока, то при сопоставлении многолетних колебаний стока разных рек по их интегральным кривым исключается влияние коэффициента вариации и разностные интегральные кривые строятся по ординатам:

$$\frac{\sum_1^t(k-1)}{Cv} = f(t) \quad (1.17)$$

Спектральный анализ проводился методом преобразования Фурье (Адаменко и др., 1982; Казакевич, 1989; Поляк, 1975; Рождественский, Чеботарев, 1974; Сикан, 2007). Этот метод предусматривает вычисление автокорреляционной функции:

$$R(\tau) = \frac{1}{n - \tau} \sum_{i=1}^{n-\tau} \Delta x_i \Delta x_{i+\tau}, \quad (1.18)$$

$R(\tau)$ – автокорреляционная функция; n – число членов ряда; τ – интервал сдвижки; $\Delta x_i = x_i - \bar{x}$; $\Delta x_{i+\tau} = x_{i+\tau} - \bar{x}$; \bar{x} – среднее значение ряда; x_i – значения исходного ряда.

Функция спектральной плотности определяется как

$$S(\omega) = \frac{1}{\pi} \sum_{\tau=0}^{m_l} \delta_{\tau} \lambda_{\tau} R(\tau) \cos \frac{\pi \tau k}{m_l}, \quad (1.19)$$

где $S(\omega)$ – функция спектральной плотности; m_l – число значений автокорреляционной функции, принятой для расчета спектральной плотности;

$$\delta = \begin{cases} 0 & \text{при } 0 > \tau > m_l \\ 1/2 & \text{при } \tau = 0, \tau = m_l \\ 1 & \text{во всех других случаях} \end{cases}$$

λ – весовая функция; $k = 0, 1, \dots, l$ (l – число значений спектральной плотности).

Для оценки значимости спектральных функций, рассчитанных по выборочным данным, использована формула (Исаев, 1988)

$$I_{\beta}(S_{\omega}) = S_x(\omega) \chi^2 / l, \quad (1.20)$$

$I_{\beta}(S_{\omega})$ – доверительный интервал; $S_x(\omega)$ – средний уровень спектральной плотности; l – число степеней свободы,

$$l = \frac{2n - 0,5\tau_m}{\tau_m}, \quad (1.21)$$

n – объем выборки; τ_m – максимальный сдвиг на корелограмме.

Выход пиков на спектрограмме за границы заданных $I_{\beta}(S_{\omega})$ рассматривается как свидетельство достоверности выявляемых частот.

Спектральный анализ в настоящей работе выполнялся с помощью программного пакета «Statistica».

В последние годы все более активнее для анализа временных рядов используется вейвлет-анализ. Вейвлет-преобразование представляет собой разложение «одномерного сигнала по базису, сконструированному из солитоноподобных функций (вейвлетов), посредством их масштабных изменений и переносов вдоль оси времени» (Витязев, 2003, с. 3). Термин «вейвлет» переводится как «маленькая волна». Вейвлет-анализу посвящены многочисленные работы зарубежных и российских авторов (Aboufadel, Schlicker, 1999; Addison, 2002; Daniel, Yamamoto, 1994; Mallat, 1999; Mettins, 1999; Newland, 2005; Stark, 2005; Астафьева, 1996; Витязев, 2003; Смоленцев, 2005 и др.) Достаточно активно он используется и при исследованиях временных рядов гидрометеорологических параметров (Астафьева, 1996; Sonchkin et al., 1999; Абасов и др., 2012 и др.)

Интегральным вейвлет-преобразованием называется выражение (Астафьева, 1996):

$$W(a, b) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \psi_{ab}^*(t) dt, \quad (1.22)$$

где

$$\psi_{a,b}(t) = |a|^{-1/2} \psi\left(\frac{t-b}{a}\right), \quad a, b \in \mathbf{R}, \quad \psi \in L^2(\mathbf{R}), \quad (1.23)$$

$\psi(t)$ – вейвлет, a – масштабный коэффициент; b – параметр сдвига; $L^2(\mathbf{R})$ – функциональное пространство.

Вейвлет-преобразование является скалярным произведением анализирующего вейвлета на заданном масштабе и анализируемого сигнала. Поэтому коэффициенты $W(a, b)$ содержат комбинированную информацию

как об анализирующем вейвлете, так и анализируемом сигнале (Астафьева, 1996).

Для непрерывного вейвлет-преобразования использовался вейвлет Морле. Анализ выполнялся с помощью программного пакета «Matlab».

Анализ пространственных изменений различных гидрометеорологических характеристик и исследуемых величин, а также их визуализация выполнялась с помощью программного пакета «ArcGIS».

1.3. Физико-географическая характеристика района исследования

Забайкалье – это преимущественно среднегорная страна, равнинные пространства здесь не значительны. Абсолютная высота местности на востоке региона в долине Амура составляет 292 м, на юго-западе и западе в горах Хэнтэй-Чикойского нагорья и Прибайкалья – 2500 м и на севере края в горах Станового нагорья – свыше 3000 м. На юго-востоке Забайкалья расположена сравнительно обширная выровненная местность – Улдзаторейская высокая равнина (500-600 м). Остальная, большая часть региона представлена среднегорьями и плоскогорьями с абсолютными высотами до 800-1500 м. Характерной чертой рельефа является широкое распространение межгорных котловин (впадин). Насчитывается более 300 впадин мезо- и кайнозойского возраста (Ясько, 1982), которые в морфологическом отношении представляют прогибы, вулканотектонические депрессии, кальдеры, впадины и грабены. Влияние котловин особенно сказывается на перераспределении тепла и влаги, гидрологическом режиме, распространении природных комплексов (Заслоновский и др., 2001)

«Распределение осадков на территории Забайкалья подчиняется широтной зональности высотной поясности. Количество осадков в целом уменьшается с севера на юг и с Запада на Восток до Яблонового хребта, а восточнее снова возрастает» (Обязов, 2008).

Годовое испарение не значительное и составляет в котловинах 200-300 мм, что вызвано длительным холодным периодом, небольшим количеством осадков и их преимущественно ливневым характером. Вместе с тем испарение составляет до 60% годовых осадков, а в отдельные месяцы даже превышает их поступление. В районах избыточного увлажнения испарение составляет около 30% годового слоя атмосферных осадков (Писарский, 1987).

На территории Забайкалья протекают реки с различным видом питания. Основные закономерности формирования водного режима под влиянием изменяющихся по территории условий циркуляции атмосферы и особенностей подстилающей поверхности имеют свои особенности, рассмотренные ниже.

Амур - главная река Дальнего Востока - является пограничной рекой России, часть ее водосборной площади находится на китайской территории. Длина реки от слияния до устья составляет 2850 км, площадь водосбора - 2050 тыс. км². По водности Амур относится к числу наиболее значительных рек России: средний годовой расход воды в устье равен 12800 м³/с, среднемноголетний объем стока - 403 км². Амур образуется от слияния двух притоков - Шилки и Аргуни.

Река Аргунь имеет длину 1620 км, из которых отрезок в 951 км, расположенный в пределах Забайкальского края, является естественной границей между Россией и Китаем. Верхнее течение находится на территории Китая, где река носит название Хайлар. Среднее и нижнее течение Аргуни расположено между отрогами хребет Большой Хинган (с востока) и хребтами юго-востока Забайкалья (Аргунский, Нерченский, Газимурский). Пересекает Далайнорскую котловину, Аргунскую и Северо-Аргунскую впадины. Шилка - левый приток Амура - имеет длину 560 км и почти на всем своем протяжении течет в долине, стесненной горами. За исток реки принято место слияния рек Онон и Ингода (Малая..., 2009).

Онон берет начало на восточном склоне хребта Хэнтэй в Монголии и протекает 543 км по территории Забайкальского края, имея общую длину 1032 км. Левые притоки более многочисленны, поскольку наибольшая площадь водосбора обладает общим южным и юго-восточным уклоном. Протекая по слабовсхолмленной Агинской степи в северо-западном направлении Онон представляет собой равнинную реку, пересекает трансрегиональный Восточно-Агинский разлом, разделяющий структуры Агинской и Аргунской. Ингода – левая составляющая реки Шилка. Берет начало на северо-западном склоне горы Сохондо и хребта Хэнтэй на высоте около 2000 м над уровнем моря. На протяжении примерно 100 км река течет среди гор, ее долина имеет вид ущелья с отвесными, скалистыми склонами, русло изобилует порогами, перекатами. В верхнем течении река ориентирована вдоль Чатангинского и Жергонского хребтов и меняет свое направление от субмеридионального на северо-востоке, затем северо-западный и вновь северо-восточный (Малая..., 2009).

Реки Амурского бассейна в Забайкальском крае по характеру водного режима следует относить к рекам дальневосточного типа с выраженным дождевым питанием. «Доля дождевого питания в общем объеме годового стока составляет 47-85%, на снеговое питание приходится 2-26%, на подземное 9-31%» (Водогрецкий, Голофаст, 1977). Географическое положение водосбора определяет соотношение источников питания рек. Основными факторами являются: высота водосбора, распространение многолетней мерзлоты, характер растительного покрова и др. Дождевые паводки являются главной фазой водного режима в теплый период года. Большая часть годового стока формируется за счет паводочного периода.

В западной части района паводочный период начинается в конце мая – начале июня, в восточной – в мае, в северной он наступает на 15-20 суток позже, чем в южной. В северных и западных районах длительность паводочного периода составляет от 140 до 150 суток. В основном паводки наблюдаются в июле-сентябре, значительно реже в июне и октябре. Паводки

имеют вид хорошо выраженных подъемов воды в виде одиночных или многовершинных пиков, разделенных между собой относительно низких уровней. Мощные дождевые паводки, сопровождающиеся наводнениями, образуются в условиях большой интенсивности атмосферных осадков и значительной увлажненности почвогрунтов бассейна.

Снеговое половодье является другой важной фазой водного режима, в формировании которого участвуют запасы снега, накопленные преимущественно в горных районах. На реках Амурского бассейна весеннее половодье выражено слабо. Начинается оно в первой половине апреля, заканчивается, как правило, во второй половине мая. «Продолжительность его в среднем от 20-35 до 40-50 суток. Сток за период весеннего половодья в среднем составляет около 15% годового стока» (Водогрецкий, Голофаст, 1977). Интенсивность подъема уровней воды во время паводка значительно больше, чем в период половодья.

Летняя межень на реках бассейна реки Амур почти не выражена. Как правило, весеннее половодье сменяется паводочным периодом и разрыва между этими фазами водности практически не бывает. Низкие уровни стока наблюдаются лишь в промежутках между отдельными дождевыми паводками. На реках степных и лесостепных районов в западной части Амурского бассейна при отсутствии дождей весной после половодья наступает период низкого стока, который может быть длительным. Дождевое питание рек заметно снижается осенью с уменьшением количества атмосферных осадков. Грунтовое питание также убывает к концу осени. «Несмотря на это доля осеннего стока на многих реках бассейна достаточно велика и составляет в среднем около 15-20% годового» (Водогрецкий, Голофаст, 1977). Вследствие прекращения поверхностного питания и истощения запасов грунтовых вод в зимний период сток уменьшается. Большое количество рек полностью перемерзают и сток в них прекращается.

Енисей одна из величайших рек мира и России. Впадает в Карское море Северного Ледовитого океана. Длина реки от места слияния Большого

Енисея и Малого Енисея — 3487 км, от истоков Малого Енисея — 4287 км, от истоков Большого Енисея — 4092 (4123) км. Длина водного пути: Идэр — Селенга — озеро Байкал — Ангара — Енисей составляет 5075 км. По площади бассейна (2580 тыс. кв. км) Енисей занимает 2-е место среди рек России (после Оби) и 7-е место среди рек мира. В данной работе рассматривались реки, находящиеся на территории Забайкалья, но относящиеся к бассейну реки Енисей. К ним относятся такие реки как: Селенга, Чикой, Хилок.

Река Селенга имеет длину 1024 км от истока реки Идэр, при этом 409 км протекает по территории России. Общая площадь бассейна Селенги 447060 км², из них 299000 км² (66%) находится в Монгольской Народной Республике и 148 060 км² (34%) – в пределах России. На северо-западе и западе бассейн реки ограничен хребтами Хамар-Дабан, Хангар-Ульский, Большой Саян и Хан-Таго, далее водораздельная линия пересекает отроги хребтов Танну-Ола и Болнай. На юге бассейн ограничен горами Хангай, а на востоке – хребтами Хэнтэй и Яблоновым. На севере линия водораздела протягивается по южной оконечности Витимского плоскогорья и хребта Улан-Бургасы. Западная часть водораздела бассейна Селенги относится к главному водоразделу Земли, разделяющему воды Северного Ледовитого и Тихого океанов, а также область внутриматерикового стока Центральной Азии. Большая удаленность рассматриваемой территории от морских побережий, закрытость горами и преобладание горного рельефа обуславливают здесь резко континентальный климат. Река Селенга соединяет два уникальных естественных водоема – озера Байкал и Хубсугул. Она является самой большой из рек, впадающих в озеро Байкал. Бассейн Селенги характеризуется значительной приподнятостью над уровнем моря и преимущественно горным рельефом. На территории России основную часть бассейна занимает Селенгинское среднегорье, хребты системы Хамар-Дабана на западе, а также хребты Хэнтэй-Чикойского нагорья, Яблоновый и другие – на востоке. Наиболее возвышенная отметка бассейна реки Селенга

располагается на северо-западе в пограничном хребте Мунгку-Сардык (3460 м), а наименьшей является урез оз. Байкал (456 м) (Малая..., 2009).

Правый приток Селенги – река Чикой. Берет начало на склоне Чиконокского хребта в районе г. Быстринский Голец. Часть водосбора находится на территории Монголии. Река имеет протяженность 769 км, площадь водосбора 46200 км². С левой стороны в Чикой впадает много притоков, из которых наиболее крупный река Менза. Верховья реки располагаются в узкой полосе между хребтами Чиконокский и Чатангинский. Пересекая высокое нагорье, река имеет узкую долину, порожистое русло, стремительное течение. Направление течения в пределах участка постепенно меняется от северо-восточного через меридиональное к широтному, когда река входит в Чикойскую впадину. Здесь долина Чикоя расширяется, размеры русла увеличиваются. Хилок – правый приток реки Селенга. Берет начало из озера Шакшинское (Шакша) на абсолютной высоте около 964 м. За гидрографическое начало можно принять исток реки Грязнуха, впадающей в озеро Арахлей, которое имеет протоку в озеро Шакшинское. Нижнее течение реки находится на территории Бурятии. Впадает в реку Селенга в 242 км от устья. При длине реки 840 км на забайкальский участок приходится 625 км. Площадь водосбора 38500 км². В пределах Забайкальского края для Хилка характерны сильная разветвленность и извилистость русла. В верхнем течении река перемерзает. На водосборе насчитывается 1752 озера, среди которых имеются крупные: Шакшинское, Арахлей, Иргень, Большой Ундугун (Малая..., 2009).

Основным источником питания рек Енисейского бассейна являются жидкие осадки на юге и юго-востоке и талые воды на севере. По характеру питания реки этого района можно разделить на три группы. Первая группа – это реки южного Прибайкалья с преобладанием дождевого стока (60-80%). Вторая группа – реки восточного Прибайкалья с примерно равным участием стока дождевых и талых вод (30-40%). Третья группа – реки северного Прибайкалья с преобладанием талых вод (50-60%). Для рек первой группы

характерно весеннее, а для рек второй и третьей весенне-летнее половодье. (Водогрещкий, Голофаст, 1977).

Половодье на большей части Енисейского бассейна в Забайкальском крае обычно начинается в первой половине апреля, наибольшего развития достигает в начале мая и заканчивается в конце мая – середине июня. На севере в бассейнах Верхней Ангары, Баргузина, Турки и на реках, стекающих со склонов хр. Хамар-Дабан, половодье проходит позже примерно 15-30 суток. На больших и средних реках территории восточного и южного Прибайкалья средняя продолжительность половодья составляет 60-100 суток, а на малых водотоках, протекающих в лесостепной зоне, не превышает 15-20 суток; при этом наблюдается общее увеличение продолжительности половодья с юга на север (Водогрещкий, Голофаст, 1977). Весенние запасы воды в снежном покрове имеют основное значение в формировании стока половодья.

В начале лета на спаде половодья или после его окончания наступает паводочный период. В южных районах общая продолжительность периода составляет 3-4 месяца. За паводочный период на реках Енисейского бассейна проходит значительная часть стока, на юге и юго-востоке составляющая 60-80% годового объема, а на севере и в центре района – 30-40%. На горных реках обычно происходит формирование пикообразных паводочных волн (Водогрещкий, Голофаст, 1977).

Летне-осенняя межень наблюдается в основном в маловодные годы, когда после прохождения половодья на реках Енисейского бассейна отмечается устойчивая пониженная водность. Доля стока в средний по водности год изменяется по территории от 6 до 25% годового, несмотря на кратковременность летне-осенней межени. Зимняя межень является наиболее длительной и маловодной фазой режима рек. Ее установление обычно происходит в конце октября или первой половине ноября. На 10 – 15 суток позже наступает межень на р. Селенга (Водогрещкий, Голофаст, 1977). На реках юго-восточной части она заканчивается в первой половине апреля, а в

северных и высокогорных районах – в конце апреля или середине мая. В период зимней межени водный режим рек отличается наибольшей в году устойчивостью, так как питание осуществляется за счет подземных вод. Низкая водность и суровый климат способствует перемерзанию большинства средних и малых рек Енисейского бассейна.

Лена - одна из крупнейших и самых многоводных рек нашей планеты. При длине 4270 км, Лена занимает третье место среди рек России и десятое место — среди рек мира. Годовой расход воды составляет примерно 15,5 тыс. м³/с, площадь бассейна Лены — 2478 тысяч км². Объем стока 489 км³.

На территории Забайкальского края к бассейну реки Лена относятся такие реки как Витим, Калакан, Олекма, Калар, Чара.

Река Витим – правый приток реки Лена. Истоки находятся на восточных склонах Икатского хребта. За начало реки принято место слияния рек Витимкан и Чина. Верхнее течение расположено на территории Бурятии, нижнее – на территории Иркутской области. Впадает в реку Лена в 2714 от устья. Общая длина реки 1837 км. На протяжении 960 км Витим течет по границе Бурятии и Забайкальского края. Правый приток реки Витим – Калакан. Берет начало в хребте Калакан на абсолютной высоте около 1400 м. Протекает между хребтами Калаканский (с юга) и Янкан (с севера); в нижнем течении (в левобережье) расположена восточная окраина Витимского плоскогорья. Впадает в реку Витим в 958 км от устья. Длина реки 314 км. Правый приток Витима – река Калар. Берет начало на юго-восточном склоне хребта Удокан на абсолютной высоте около 1800 м. В верхнем течении носин название Чина. Спускаясь с хребта Удокан, Калар далее течет на восток в Верхнекаларской впадине, затем поворачивает на юг и пересекает Каларский хребет, а в среднем течении поворачивает на запад и юго-запад, неся свои воды между хребтами Каларский и Нижнекаларский с севера и Янкан с юга. Впадает в реку Витим в 900 км от устья. Длина 511 км. Площадь водосбора 17400 км². (Малая..., 2009).

Олекма – правый приток реки Лена. Берет начало на северо-западном склоне Муройского хребта Исток и находится на абсолютной высоте около 1550 м. Впадает в реку Лена в 2089 км от устья на территории Республики Саха (Якутия). Длина реки 1436 км, на территории Забайкалья 637 км. Площадь водосбора 210 000 км². Река Чара является левым притоком реки Олекма. Берет начало в предгорьях хребта Кодар из озера Большое Леприндо на абсолютной высоте около 980 м. За гидрографическое начало можно принять ручей перевальный, впадающий в озеро Малое Леприндо. Впадает в реку Олекма в 28 км от устья. Нижнее течение находится в Иркутской области и Республике Саха (Якутия). Длина реки 851 км, из них 395 км она течет по территории Забайкальского края. Площадь водосбора 87600 км³. Долина реки в предгорьях хребта Кодар – ценная природная территория (Малая..., 2009).

Реки Ленского бассейна имеют преобладающее снеговое питание. Речной сток здесь в основном (75-95%) проходит в весенне-летний период года, причем на горных реках – преимущественно в летний период. В конце апреля – начале мая на реках начинается половодье, а заканчивается в первой половине июня. Его продолжительность 35-50 суток. Вскрытие рек часто сопровождается заторами льда, нередко вызывающими большие подъемы уровня воды. За счет жидких осадков формируется около 20-30% объема весеннего стока. Летние паводки, обусловленные, как сильными дождями, так и таянием снега наблюдаются на всех горных реках. На всех реках Ленского бассейна продолжительна межень холодной части года (6-8 месяцев). Зимой сток рек уменьшается, нередко до полного прекращения. Например, на реках в верховьях Витима сток рек прекращается, а на его южных притоках при меньших площадях водосборов сток наблюдается, хоть и незначительный. «Это объясняется сокращением подземного питания в верховьях Витима и Олекмы при наличии сплошной мерзлоты» (Водогрецкий, Голофаст, 1977).

Глава 2. Изменение климата на территории Забайкалья

Изменение климата характеризуется в первую очередь многолетними изменениями температуры воздуха. Колебания атмосферных осадков также играют значительную роль и могут оказывать влияние на природные процессы. Важным элементом водного баланса, помимо стока и атмосферных осадков, является испарение. Ввиду того, что испарение с поверхности почвы определяется не только метеорологическими факторами, но и характеристиками грунтов и растительности, гидрогеологическими условиями и т.д., его расчет для больших территорий представляется нерешаемой задачей. Поэтому в настоящей работе рассмотрено изменение потенциально возможного испарения, или испаряемости.

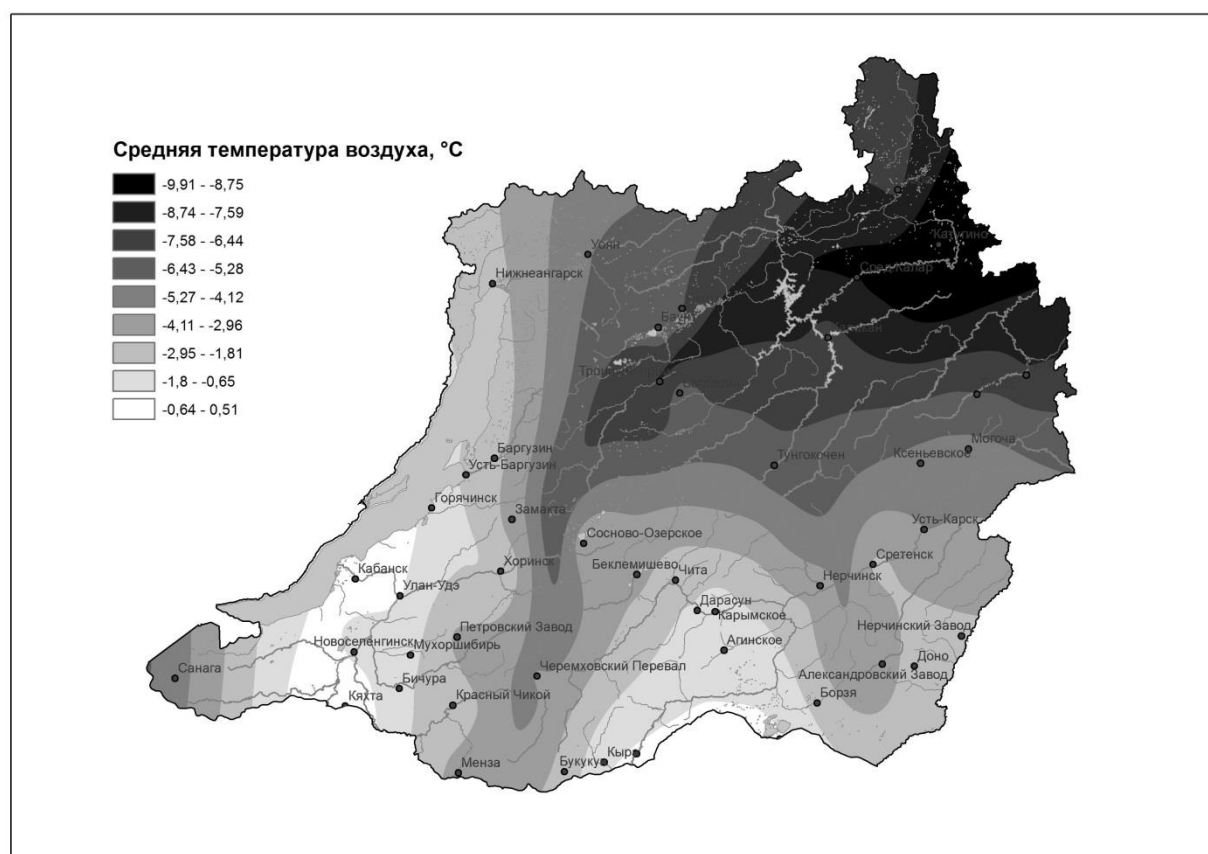


Рис. 2.1. Распределение средней годовой температуры воздуха по территории Забайкалья.

Средняя температура воздуха по территории Забайкалья изменяется в пределах от 0°C до -10°C (Рис. 2.1). Наиболее теплыми являются южный и

юго–западный районы. Наибольшая средняя годовая температура воздуха зафиксирована в Кяхте. Здесь за период с 1951 по 2010 годы она составила $0,3^{\circ}\text{C}$. Северные и северо-восточные территории Забайкалья характеризуются низкими средними годовыми температурами воздуха. Наиболее холодными являются пункты: Катугино ($-9,9^{\circ}\text{C}$), Средний Калар ($-8,6^{\circ}\text{C}$), Троицкий прииск ($-7,6^{\circ}\text{C}$), Чара ($-7,5^{\circ}\text{C}$), Гуля ($-7,4^{\circ}\text{C}$).

«Пространственные изменения показателей климата в Забайкалье подчинены закономерностям широтной зональности, высотной поясности, но существенное влияние оказывает озеро Байкал» (Обязов, 2007).

Коэффициенты корреляции между рядами показывают большую согласованность (Прил. 3) в многолетнем изменении средней годовой температуры воздуха по территории Забайкалья. Средний коэффициент корреляции равен 0,82.

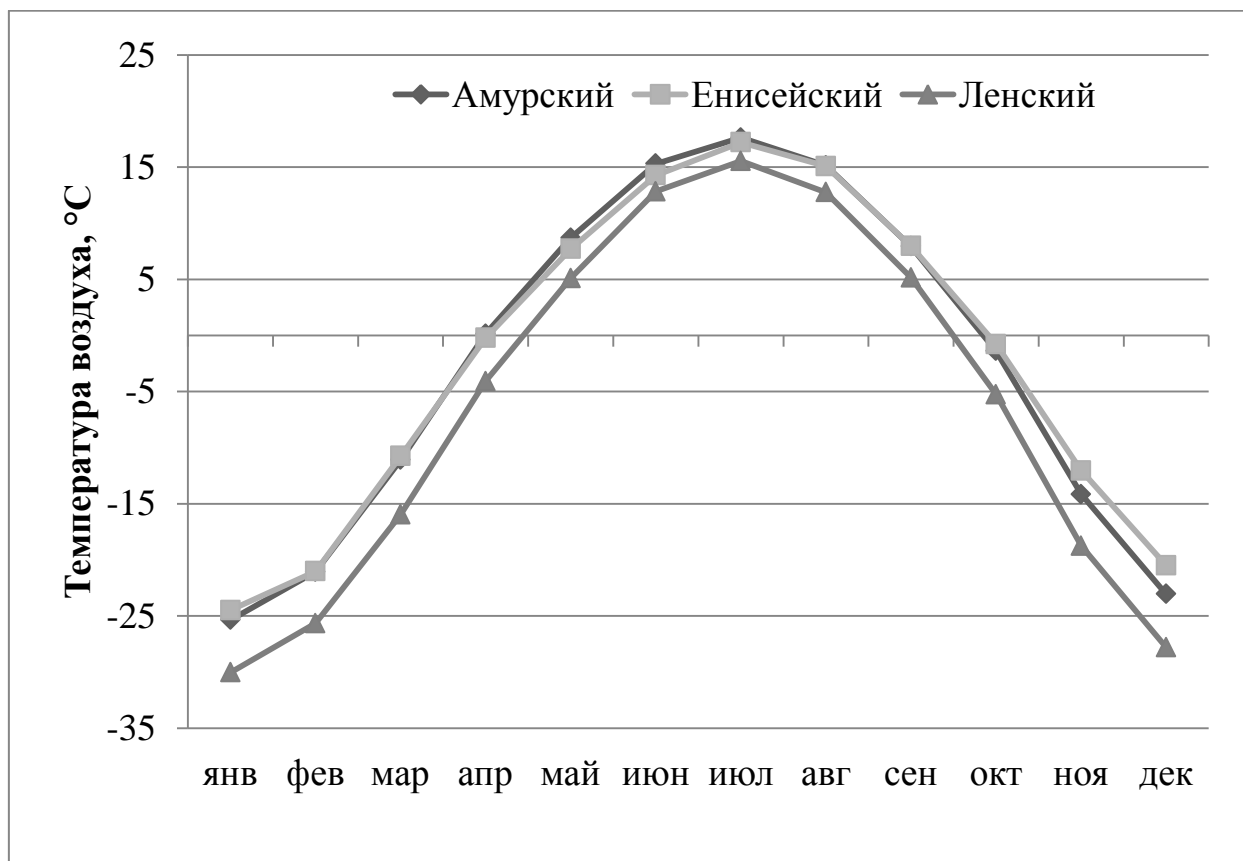


Рис. 2.2. Распределение средней годовой температуры воздуха внутри года по бассейнам рек Забайкалья.

В среднем температура января по Амурскому и Енисейскому бассейнам составила -25°C , по Ленскому -30°C , что определяет Ленский бассейн как наиболее холодный. Начиная с января, на территории Забайкалья начинается потепление, которое достигает своего пика в июле. Средняя температура июля составила в: Амурском - 18°C , Енисейском - 17°C , Ленском - 16°C . С июля температура воздуха начинает снижаться (Рис. 2.2)

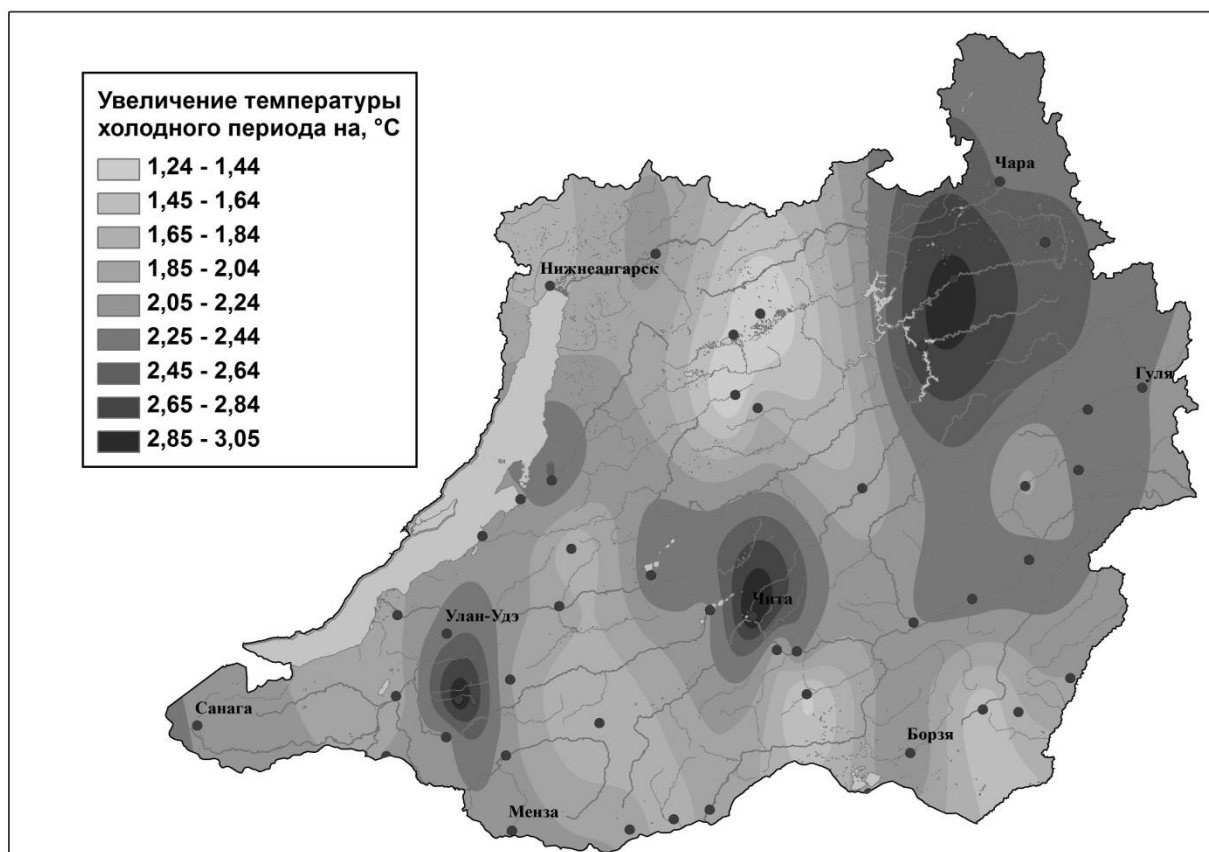


Рис. 2.3. Распределение величины линейного тренда изменений температуры воздуха холодного периода (октябрь-апрель) на территории Забайкалья за 1951-2010 гг.

Анализ изменения температуры воздуха по месяцам показал, что наибольшее изменение происходит в феврале. За последние 60 лет температура февраля увеличилась на $4,3^{\circ}\text{C}$. Значительные изменения также произошли в марте ($2,8^{\circ}\text{C}$), апреле ($2,5^{\circ}\text{C}$) и мае ($1,9^{\circ}\text{C}$). Менее значительное увеличение в 1°C отмечается в августе, октябре и декабре.

С 1951 по 2010 гг. средняя температура воздуха увеличилась по Амурскому бассейну на $1,84^{\circ}\text{C}$, по Енисейскому на $1,85^{\circ}\text{C}$, по Ленскому на $1,76^{\circ}\text{C}$. Тренды статистически достоверны.

Таблица 2.1

Увеличение средней годовой температуры воздуха в пунктах Забайкалья
за период 1951-2010 гг.

Пункт	Увеличение	t - статистика	Пункт	Увеличение	t - статистика
Агинское	1,4	4,3	Могоча	1,9	5,4
Александровский Завод	1,4	4,5	Мухоршибирь	2,4	8,8
Багдарин	1,6	4,5	Нерчинск	1,8	4,5
Баргузин	1,9	5,1	Нерчинский Завод	1,8	5,1
Баунт	1,2	3,1	Нижнеангарск	2,0	5,2
Беклемишево	2,0	6,2	Новоселенгинск	1,6	6,1
Бичура	1,8	6,9	Петр. Завод	1,8	6,2
Борзя	1,9	5,3	Санага	1,8	6,7
Букукун	1,9	7,3	Соловьевск	2,0	5,7
Горячинск	2,1	6,4	Сосново-Озерское	2,0	6,3
Гуля	2,0	5,1	Ср. Калар	2,2	5,8
Дарасун	1,9	5,9	Сретенск	1,8	4,8
Доно	1,8	5,4	Троицкий Прииск	1,2	2,9
Замакта	1,6	5,2	Тунгокочен	1,6	4,1
Кабанск	1,5	4,8	Тупик	2,0	5,0
Калакан	2,1	5,8	Уакит	1,2	3,2
Карымская	2,0	6,2	Улан-Удэ	2,0	7,3
Катугино	2,0	5,8	Уоян	1,8	4,6
Красный Чикой	1,9	6,7	Усть-Баргузин	2,0	5,8
Ксеньевская	1,7	5,0	Усть-Карск	1,9	4,9
Кыра	1,7	5,9	Хоринск	1,6	5,2
Кяхта	1,7	5,8	Чара	2,0	4,4
Мангут	2,0	6,6	Черем. Перевал	1,6	4,6
Менза	1,9	6,9	Чита	2,7	7,8

При анализе средней температуры воздуха по сезонам, определено, что с 1951 по 2010 гг. средняя температура воздуха за холодный период (октябрь – апрель) увеличилась на 2,1 °С. Тренд достоверен. Распределение величины линейного тренда изменений температуры воздуха холодного периода по территории Забайкалья показано на рисунке 2.3. Наиболее значительные повышения в 3°С произошли в пунктах Чита, Мухоршибирь, Средний Калар. Средняя температура воздуха теплого периода (май-сентябрь) за последние 60 лет увеличилась на 1,4°С. Данный тренд является достоверным.

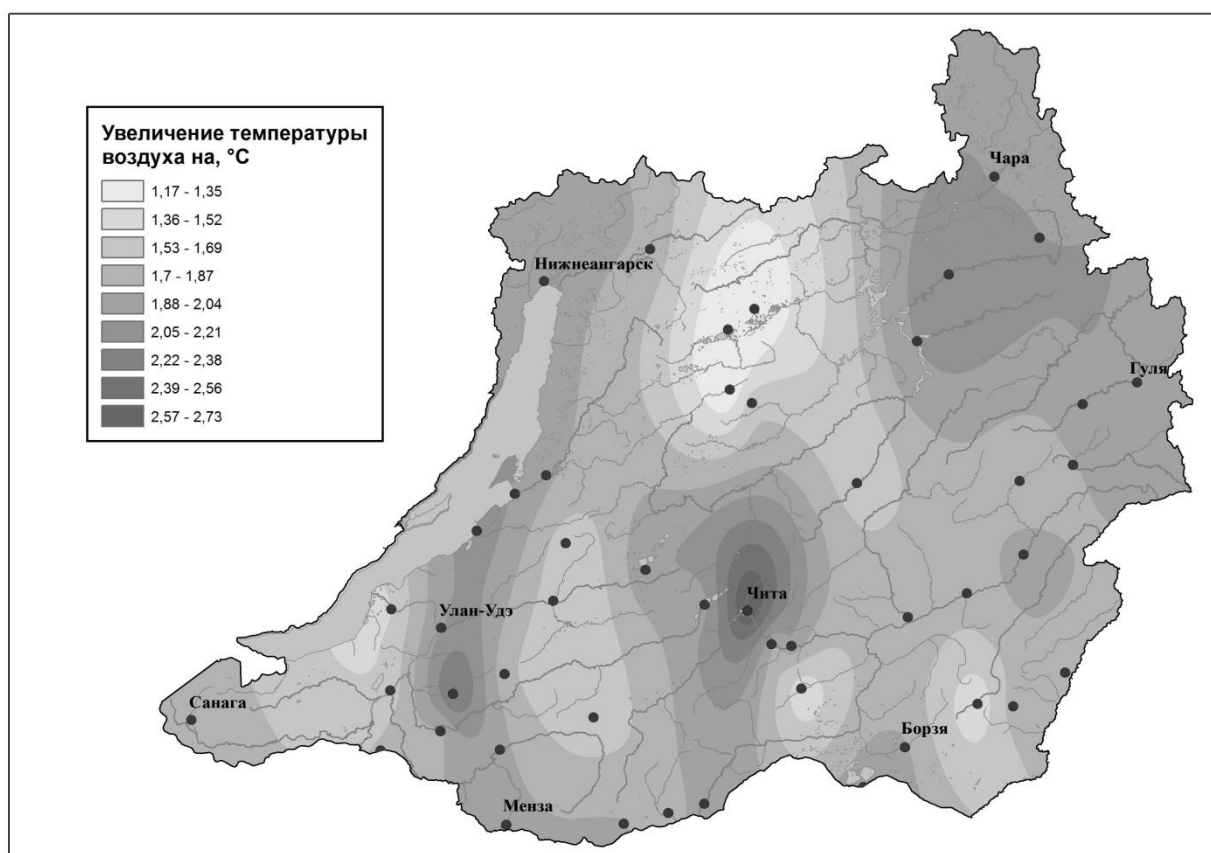


Рис. 2.4. Распределение величины линейного тренда изменений средней годовой температуры воздуха на территории Забайкалья за 1951-2010 гг.

Во всех рядах данных средней годовой температуры воздуха просматриваются положительные, значимые тренды. В таблице 2.1 приведены данные о увеличении средней годовой температуры воздуха по метеорологическим станциям Забайкальского края, а также t – статистика, значение которой превышает 1,671, что говорит о достоверности тренда при 5% уровне значимости. Территориальное распределение величины линейного

тренда изменений средней годовой температуры воздуха на территории Забайкалья показано на рисунке 2.4. Наибольшее увеличение наблюдается на метеорологических станциях: Чита, Мохоршибирь, Средний Калар, Горячинск, наименьшее – в пунктах Уакит, Троицкий Прииск, Баунт. В среднем по Забайкалью за период с 1951 по 2010 годы средняя годовая температура воздуха увеличилась на 1,8°C (Рис. 2.5).

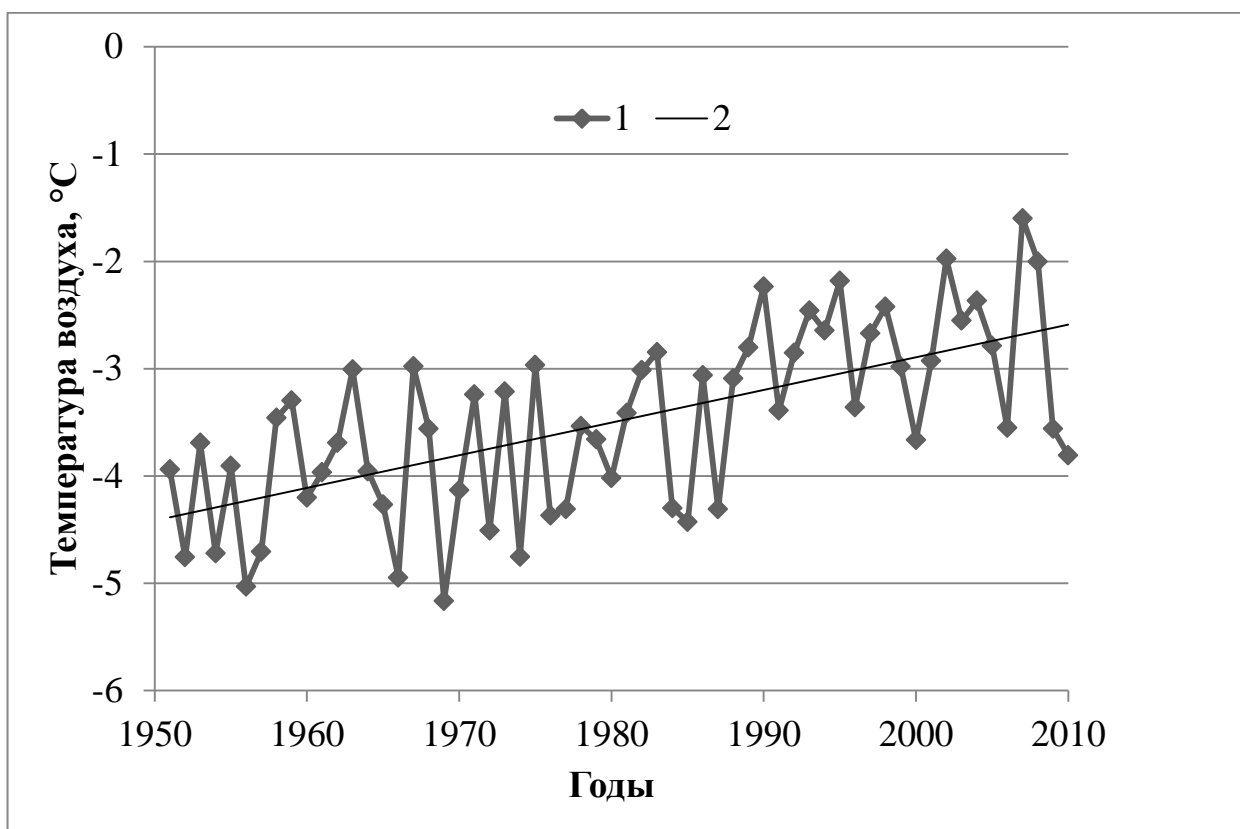


Рис. 2.5. Изменение средней годовой температуры воздуха в Забайкалье. 1 - колебание характеристики, 2 - линейный тренд.

При анализе рядов изменения средней годовой температуры почвы было определено, что на метеостанции Чита за период с 1975 по 2010 гг. она увеличилась на глубине: 80 см - 0,9°C, 120 см - 0,8°C, 160 см - 0,8°C, 240 см - 0,9°C, 320 см - 0,5°C. На метеостанции Кабанск за период с 1977 по 2010 гг. увеличение составило на глубине: 80 см - 1,7°C, 120 см - 1,6°C, 160 см - 1,6°C. На метеостанции Нижнеангарск за 34 года средняя годовая температура почвы увеличилась на глубине: 160 см - 0,8°C, 240см - 1,1°C, 320 см - 1,3°C. Все тренды являются достоверными при 5% уровне значимости. В среднем по метеорологическим станциям Чита, Борзя,

Кабанск, Нижнеангарск, Чара за период с 1977 по 2010 гг. на глубине 160 см средняя годовая температура почвы увеличилась на 1,3°C. Данный тренд является достоверным.

На метеостанции Чита дата перехода температуры почвы через 0°C за период с 1975 по 2010 гг. сместилась в сторону более позднего перехода на глубине 80 см - 2 дня, на глубине 160 см - 1,5 дня. На метеостанции Борзя дата перехода температуры почвы через 0°C за период с 1977 по 2010 гг. сместилась в сторону более позднего перехода на 14 дней на глубине 160 см. На метеостанциях Кабанск и Нижнеангарск на глубине 160 см и более в отдельные годы температура не достигает отрицательных значений. На метеостанции Чара дата перехода температуры почвы через 0°C за период с 1977 по 2010 гг. сместилась в сторону более позднего перехода на 9 дней на глубине 80 см. Все тренды, кроме тренда по метеостанции Борзя, являются недостоверными.

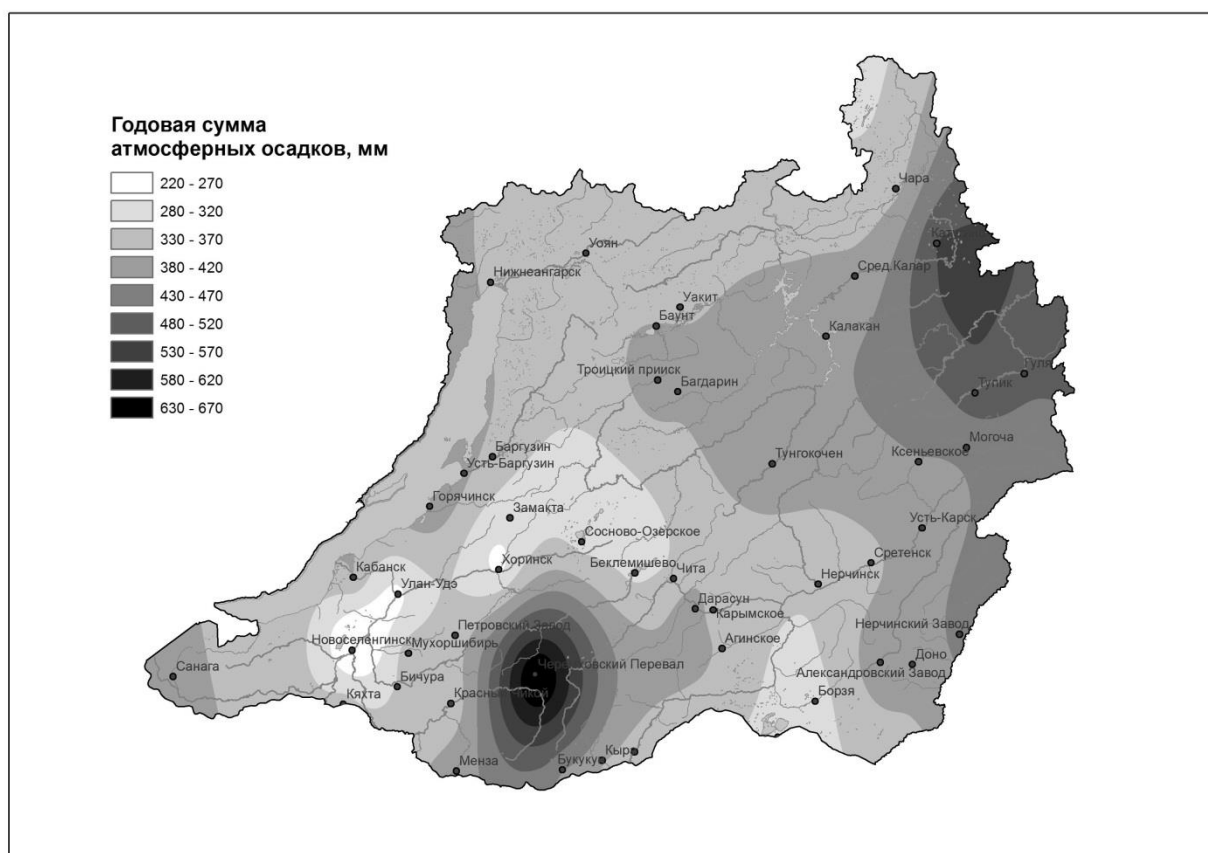


Рис. 2.6. Распределение годовых сумм атмосферных осадков по территории Забайкалья.

Количество атмосферных осадков в Забайкалье распределено неравномерно. Их годовая сумма меняется по исследуемой территории от 270 мм до 670 мм (Рис. 2.6). Наиболее интенсивно атмосферные осадки выпадают на северо-востоке Забайкалья. На юге и юго-западе интенсивность выпадения осадков снижается. Исключением является пункт Черемховский перевал, в котором отмечено максимальное значение годовых сумм осадков для территории Забайкалья – 671 мм. Причиной этого является рельеф. Черемховский перевал находится в гористой местности, где выпадает больше атмосферных осадков.

Многолетние изменения годовых сумм атмосферных осадков, в отличие от колебаний средней температуры воздуха, не имеют выраженной согласованности (Прил. 4) в своих многолетних колебаниях. Средний коэффициент корреляции между рядами изменения годовых сумм атмосферных осадков составил по метеостанциям района Амурского бассейна - 0,46, Енисейского – 0,33, Ленского – 0,31.

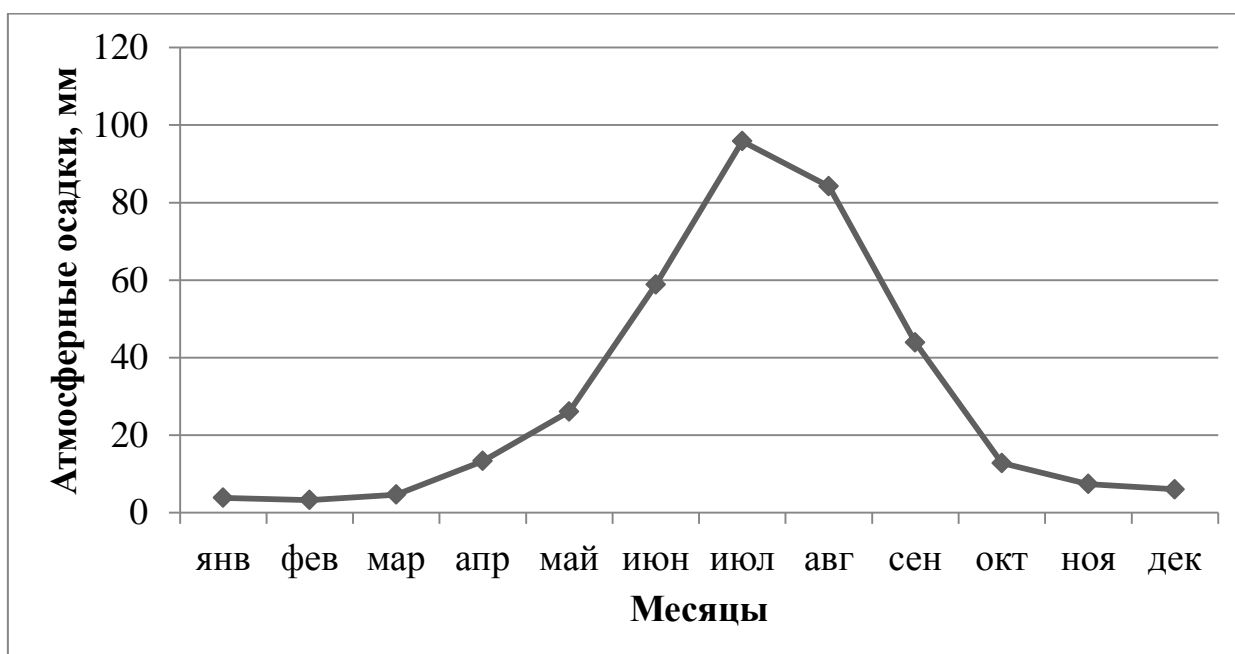


Рис. 2.7. Внутригодовое распределение атмосферных осадков по территории Забайкалья

Анализ внутригодового распределения (Рис. 2.7) атмосферных осадков показал, что большая их часть выпадает летом: на июль приходится 27%, на

август 23%, на июнь 16%. В сентябре выпадает 12% атмосферных осадков, в мае и апреле 7% и 4% соответственно. В зимний сезон выпадает менее 4% атмосферных осадков.

Колебания годовых сумм атмосферных осадков характеризуются цикличностью (Рис. 2.8). С 1951 до 1955 отмечается фаза низких значений годовых сумм атмосферных осадков. С 1956 по 1970 годы отмечается фаза увеличения выпадения осадков. С 1971 по 1981 годы – фаза низких значений. За период 1982 – 1998 гг. прослеживается фаза высоких значений годовых сумм атмосферных осадков. С 1999 года началась фаза низких значений.

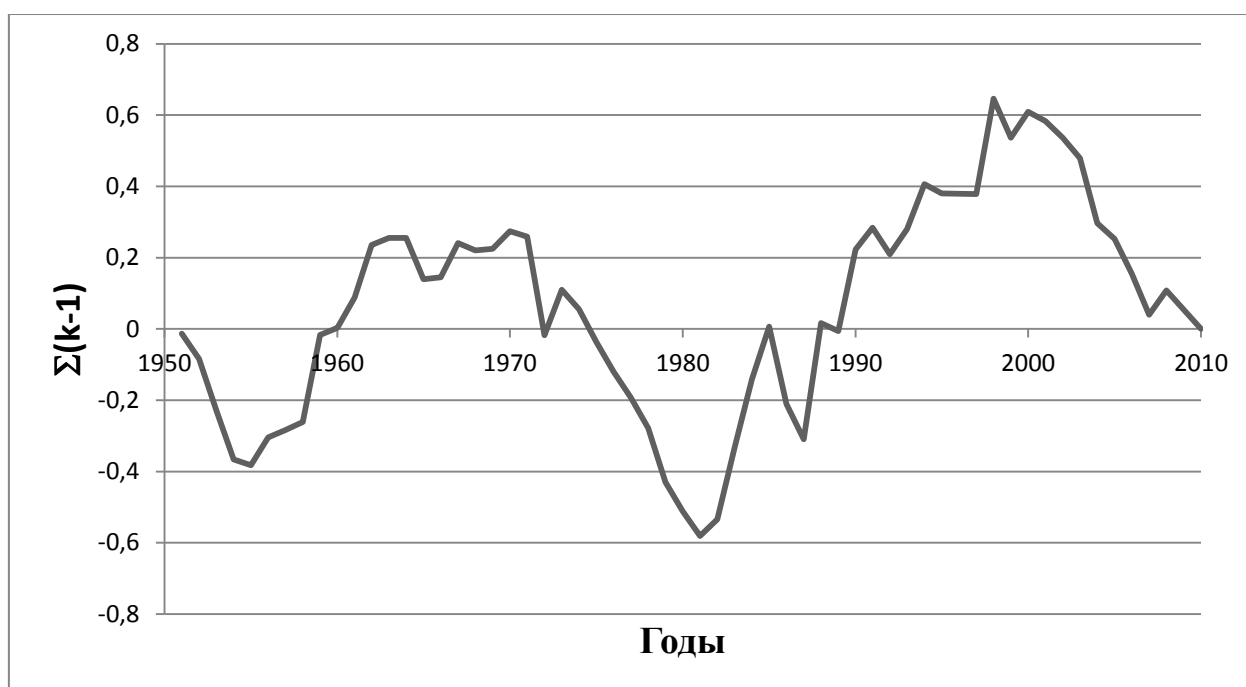


Рис. 2.8. Интегрально-разностная кривая колебания годовых сумм атмосферных осадков на территории Забайкалья

При построении вейвлет спектра по осредненным по территории аномалиям годовых сумм атмосферных осадков также отмечается наличие цикличности (Рис. 2.9). Здесь четко прослеживаются 30 – летние колебания. Присутствуют 8-9 летние колебания с 1947 по 1980 гг. и 14-15 летние колебания в период с 1960 по 2000 гг. На графике также имеются 5 – летние и более мелкие колебания годовых сумм атмосферных осадков.

Спектральный анализ колебаний годовых сумм атмосферных осадков выявил 13-14 летние колебания, значимые при 90% доверительной вероятности.

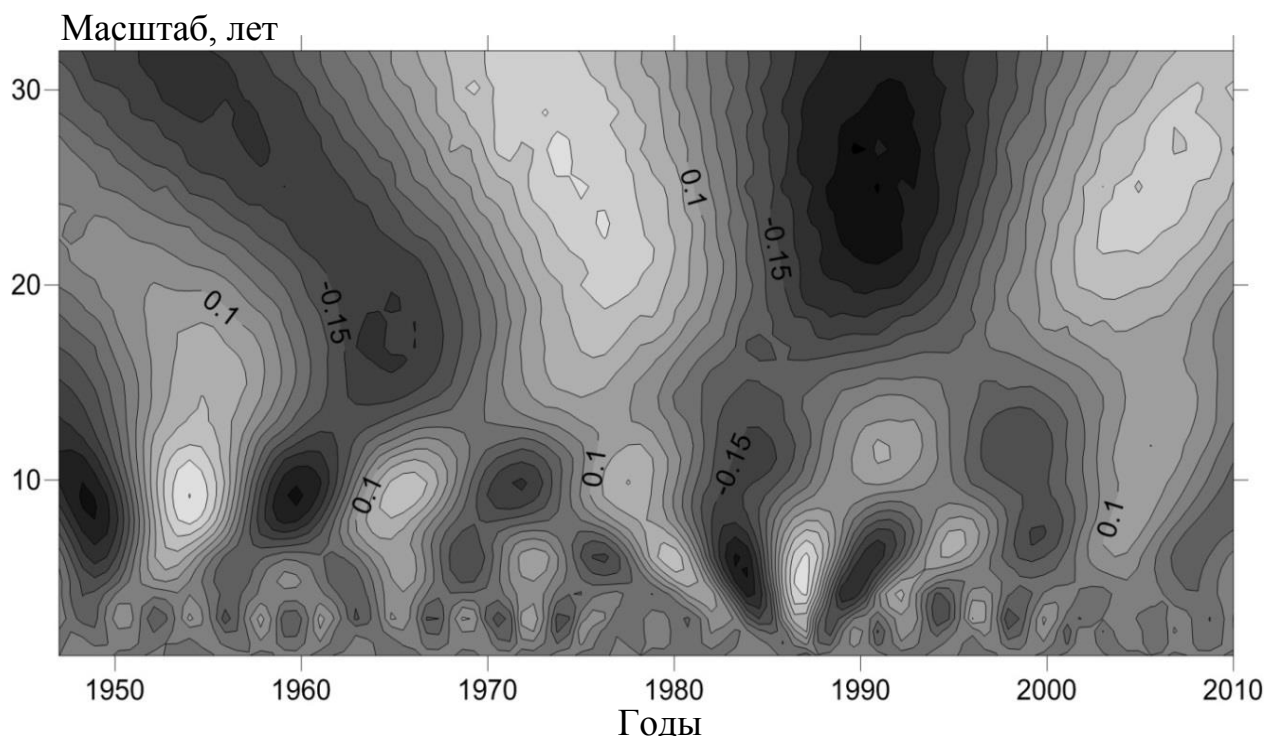


Рис. 2.9. Вейвлет спектр многолетних изменений осредненных по территории Забайкалья аномалий годовых сумм атмосферных осадков.

При анализе изменений годовых сумм атмосферных осадков по месяцам было определено, что за последние 64 года в различные месяцы имеются, как положительные, так и отрицательные тренды. Максимальное увеличение отмечается в мае. За период с 1947 по 2010 годы средняя сумма осадков за май увеличилась на 7 мм. Наибольшее уменьшение отмечено в июле. За последние 64 года средняя сумма атмосферных осадков за июль уменьшилась на 17 мм. Отрицательные тренды отмечаются также в августе, сентябре, октябре, декабре, январе, феврале и марте. Ряд изменения средних сумм осадков за май является достоверным, остальные ряды изменения сумм по месяцам не значимы.

Определено, что за период с 1947 по 2010 годы средняя по бассейну Амура годовая сумма атмосферных осадков сократилась на 43 мм. Данный

тренд является достоверным. По бассейнам Енисея и Лены годовая сумма атмосферных осадков за этот же период сократилась на 28 мм и 11 мм, соответственно. Данные тренды не достоверны.

Анализ значимости трендов изменения годовых сумм атмосферных осадков показал, что 7 из 47 трендов являются достоверными. С 1947 по 2010 годы на территории Забайкалья годовая сумма атмосферных осадков уменьшилась на 27 мм (Рис. 2.10). Данный тренд не является достоверным.

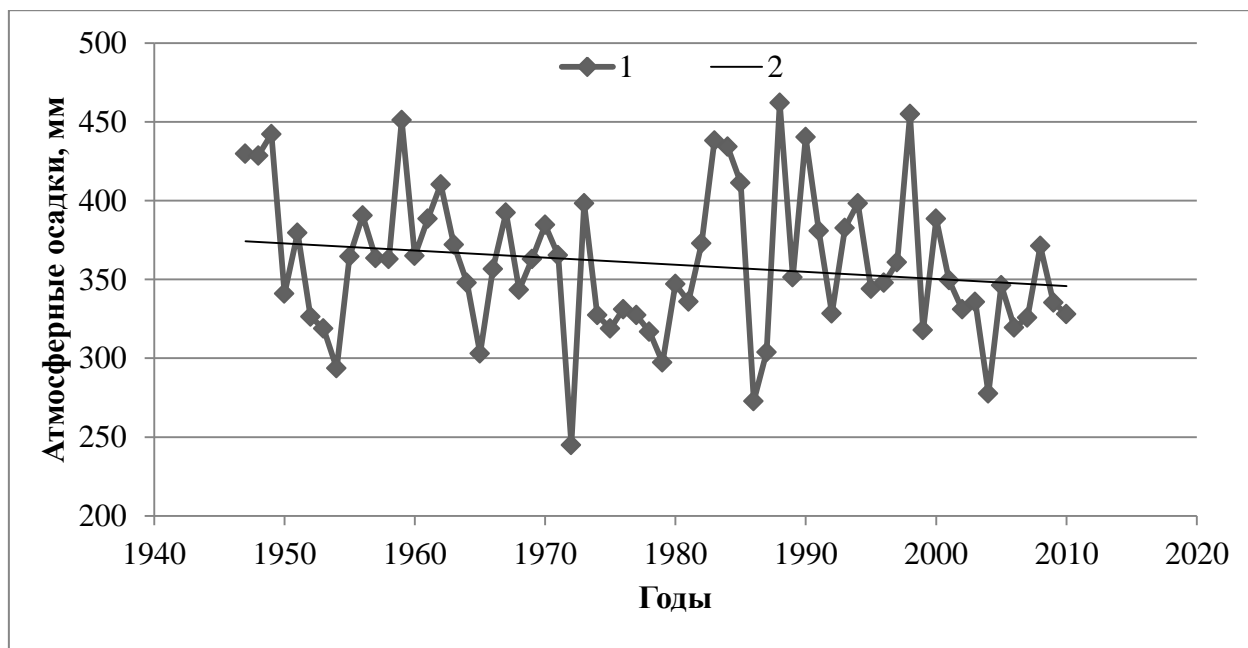


Рис. 2.10. Изменение годовых сумм атмосферных осадков на территории Забайкалья. 1 – изменение характеристики, 2 – линейный тренд.

При оценке испаряемости было определено, что в рядах ее изменения за многолетний период в бассейнах Лены и Енисея согласованность проявляется слабо (Прил. 5). В Амурском бассейне ряды изменения испаряемости более согласованы. Средний коэффициент корреляции между рядами изменения испаряемости составил по бассейну: Амура 0,56, Енисея 0,32, Лены 0,28.

При построении интегрально-разностных осредненных значений испаряемости с 1951 до 1974 отмечается фаза низких значений. С 1975 по 1981 годы отмечается фаза повышенных значений испаряемости. С 1982 по

1998 годы – фаза низких значений. С 1999 года началась фаза повышенных значений.

Спектральный анализ ряда изменения средней по Амурскому бассейну испаряемости выявил значимые при 90% доверительной вероятности с периодом колебаний, превышающим 25 и 10 лет, а также не значимые 3 летние колебания. По Енисейскому бассейну спектральный анализ показал значимые 25 летние колебания при 95% и не значимые 3 летние колебания. По Ленскому бассейну выявлены значимые 25 летние колебания при 95% и 10 летние колебания при 90%, а также 4, 6 летние не значимые колебания.

Вейвлет анализ изменения средних по Забайкалью аномалий испаряемости (Рис. 2.11) выявил с 1970 по 2010 гг. наличие 11-12 летних циклов, а также более мелких циклов с периодом колебания 5 лет.

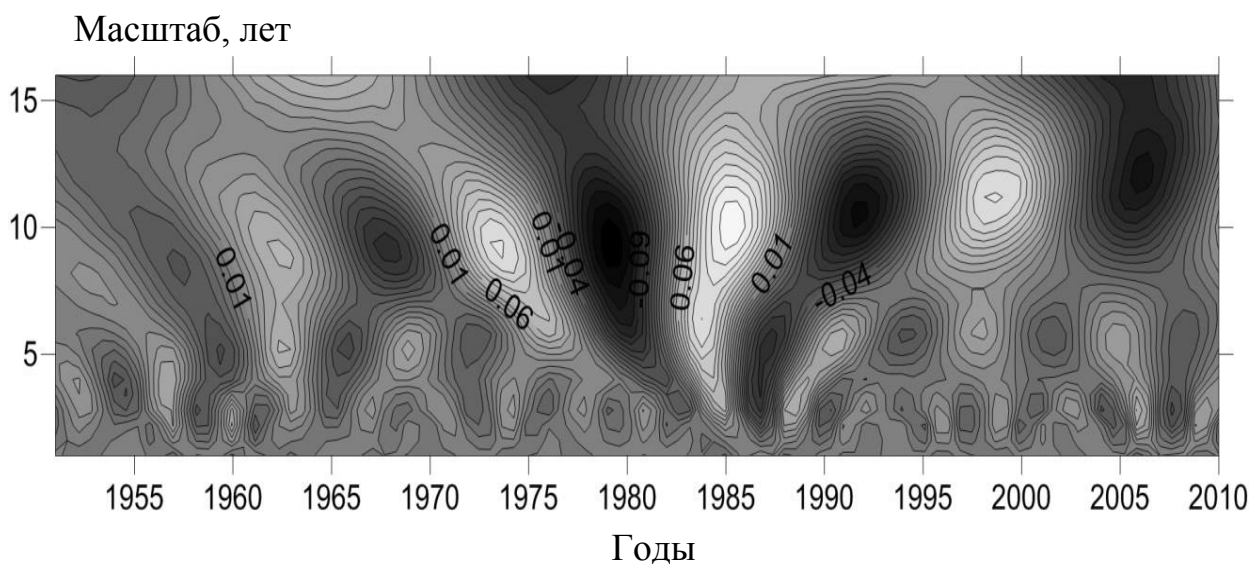


Рис. 2.11. Вейвлет спектр ряда изменения осредненных по Забайкалью аномалий испаряемости.

Из 38 рядов изменения испаряемости 32 имеют положительный тренд. Ряды с отрицательным трендом не являются достоверными при 5% уровне значимости. Всего достоверными являются 70% трендов. За период с 1951 по 2010 гг. испаряемость увеличилась по бассейну Амура на 78 мм, Енисея 37 мм, Лены 42 мм. Данные тренды являются достоверными.

Глава 3. Ледовый режим рек

3.1. Продолжительность ледостава

Ледостав на реках Забайкалья устанавливается в октябре-ноябре. В начале второй декады октября, как правило, льдом покрываются реки бассейна р. Лены (средняя дата 22 октября). На некоторых из них в отдельные годы это происходит уже в первой пятидневке октября. К концу октября ледостав устанавливается на реках Амурского бассейна (средняя дата 30 октября). Позже других покрываются льдом реки бассейна р. Енисея (средняя дата 3 ноября). В большей степени такое распределение обусловлено пространственными изменениями температуры воздуха в осенние месяцы. Однако на сроки замерзания существенное влияние оказывают также размеры рек. На больших реках ледовый покров устанавливается значительно позднее, чем на малых, даже если створы расположены в непосредственной близости друг от друга. Например, на р. Шилке, имеющей площадь водосбора 200000 км², ледяной покров в среднем устанавливается на 16 дней позже, чем на ее притоке р. Верхняя Луббья, площадь водосбора которой составляет 226 км². Аналогичная ситуация отмечается в створах р. Онон – с. Бытэв и р. Учирка – с. Бытэв, где площади водосборов различаются в сто раз, а даты – на 15 дней.

Вскрытие большинства рек происходит в апреле. В мае вскрываются, как правило, реки Ленского бассейна. В отдельные годы окончание ледостава на некоторых из них отмечается в июне. В среднем ледяной покров разрушается в бассейне Амура 25 апреля, в бассейне Енисея 29 апреля и в бассейне Лены 8 мая. Распределение дат вскрытия рек по территории Забайкалья, в общем, согласуется с пространственным распределением температуры воздуха весенних месяцев. Но в отличие от сроков установления ледостава, сроки его разрушения не зависят от размеров рек.

Продолжительность ледостава на реках Забайкалья за многолетний период изменяется в широких пределах: от 149-156 до 205-211 дней (Рис. 3.1.). Даже в одном створе она варьирует от года к году в пределах 30-60 дней. Её распределение по территории в целом соответствует пространственному распределению средней температуры холодного периода: наибольшая продолжительность отмечается на северо-востоке региона, откуда в направлениях на юг и на запад она уменьшается, достигая наименьших значений в юго-западной его части (нижнее течение р. Селенги, южные притоки оз. Байкал). Средняя продолжительность ледостава на реках бассейна Енисея составляет 171 день, бассейна Амура – 180 дней, бассейна Лены – 202 дня. Наибольшая средняя многолетняя продолжительность ледостава отмечается на р. Чара у с. Чара (208 дней), а наименьшая – в створе р. Мысовка – г. Бабушкин (149 дней).

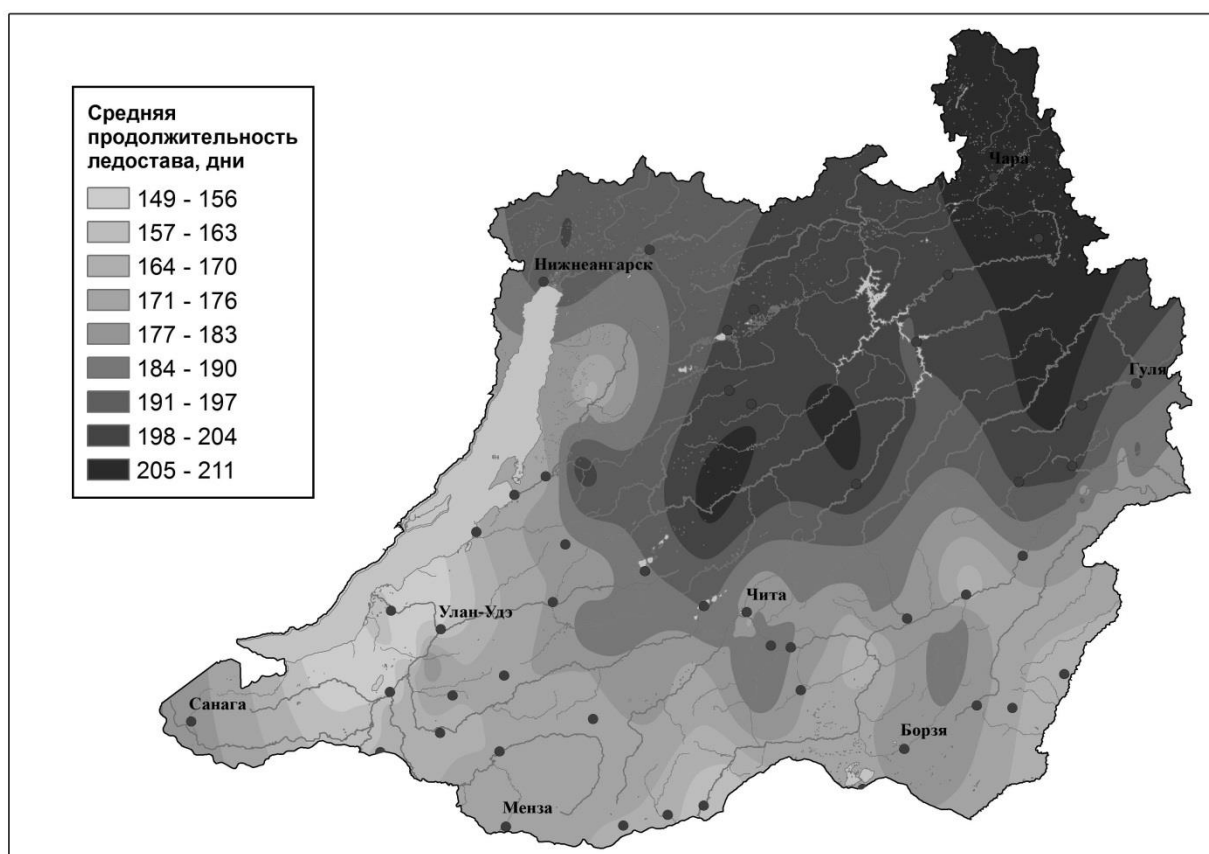


Рис. 3.1. Распределение средней продолжительности ледостава по территории Забайкалья.

Даты начала и окончания ледостава на реках Забайкалья, а также его продолжительность за исследуемый период изменились.

В среднем по территории даты начала ледостава сдвинулись на 4 дня в сторону более позднего замерзания. По Амурскому и Ленскому бассейну смещение составило 3 дня, по Енисейскому 6 дней. На разных реках эти изменения существенно отличаются как по величине, так и по знаку. В 77 % створов реки стали покрываться льдом позднее на 1-19 дней. Смещение начала ледостава на более ранние даты произошло в 15 % створов и составило от 1 до 8 дней. В 8 % створов даты не изменились. Почти в половине случаев (48 %) тренды недостоверны при 5%-ном уровне значимости.

При анализе зависимости дат начала ледостава от изменений температуры воздуха и стока были использованы данные за октябрь, в котором большинство рек покрывается льдом. Анализ показал, что изменение дат замерзания рек несколько больше зависит от температуры воздуха, чем от стока (Прил. 6). Коэффициент корреляции между датами и температурами ($R_{D,t}$) превысил значение 0,5 в 46 % створов, а между датами и стоком ($R_{D,Q}$) – в 43 % створов. При этом $R_{D,t}$ оказались не достоверными при 5%-ном уровне значимости в 3 створах, когда как $R_{D,Q}$ – в 11 створах. Совместное влияние обоих факторов несколько больше и оценивается множественными коэффициентами корреляции ($R_{D,t,Q}$) в среднем на 0,05 выше, чем парные коэффициенты корреляции. Причем в большинстве створов, где отмечается смещение дат на более поздние сроки, преобладает влияние температуры воздуха, а в створах, где ледостав стал устанавливаться раньше, – величины стока.

Зависимость изменений пространственно осредненных по территории Забайкалья дат начала ледостава от соответствующе осредненных значений температуры воздуха и стока воды характеризуется достаточно высокими коэффициентами корреляции $R_{D,t} = 0,80$ и $R_{D,Q} = 0,68$ при $R_{D,t,Q} = 0,90$. Следовательно, изменение температуры воздуха в большей степени повлияло

на изменение дат установления ледостава при значимом влиянии на них изменений величины стока.

Даты окончания ледостава в среднем по Забайкалью сдвинулись на 3 дня в сторону более раннего вскрытия. По Амурскому бассейну это смещение составило 2 дня, Енисейскому 4 дня и по Ленскому 3 дня. При этом в 75 % створов окончание ледостава стало происходить раньше на 1-14 дней. Не изменились даты в 4 % створов. Смещение дат на 1-10 дней на более поздние сроки произошло в 21 % створов. Лишь в 30 % створов тренды достоверны при 5%-м уровне значимости.

При анализе влияния на даты вскрытия рек температуры воздуха и стока использовались данные за апрель, в котором на большинстве рек разрушается ледяной покров. Изменение дат окончания ледостава в большей степени зависит от температуры воздуха, чем от величины стока (Прил. 7). Коэффициент корреляции $R_{D,t}$ в 24 % створов превышает 0,70 и в 68 % створов – 0,50, в то время как $R_{D,Q}$ только в 3 % и 52 % створов превосходит соответствующие значения. Кроме того, в 19 % створов $R_{D,Q}$ не достоверен при 5%-ном уровне значимости, а $R_{D,t}$ не достоверен только в 6 % створов.

Преобладающее влияние температуры воздуха проявляется и при рассмотрении пространственно осредненных ежегодных значений исследуемых параметров. Зависимость изменений дат конца ледостава от колебаний температуры воздуха оценивается коэффициентом корреляции $R_{D,t} = -0,89$, а от колебаний стока – $R_{D,Q} = -0,61$.

Изменение дат начала и окончания ледостава, соответственно, привели к изменениям его продолжительности (Рис. 3.2). В подавляющем количестве створов (85 %) она уменьшилась. Из их числа в 58 % створов величина уменьшения приходится на интервал от 1 до 9 дней, а в 2 створах (4 %) она составила более 20 дней. В 9 % створов ледостав, наоборот, стал более продолжительным, причем в одном створе увеличение превысило 10 дней. Не изменилась продолжительность ледостава в 6 % створов. Выявленные тренды достоверны при 5%-ном уровне значимости только в 55 % створов.

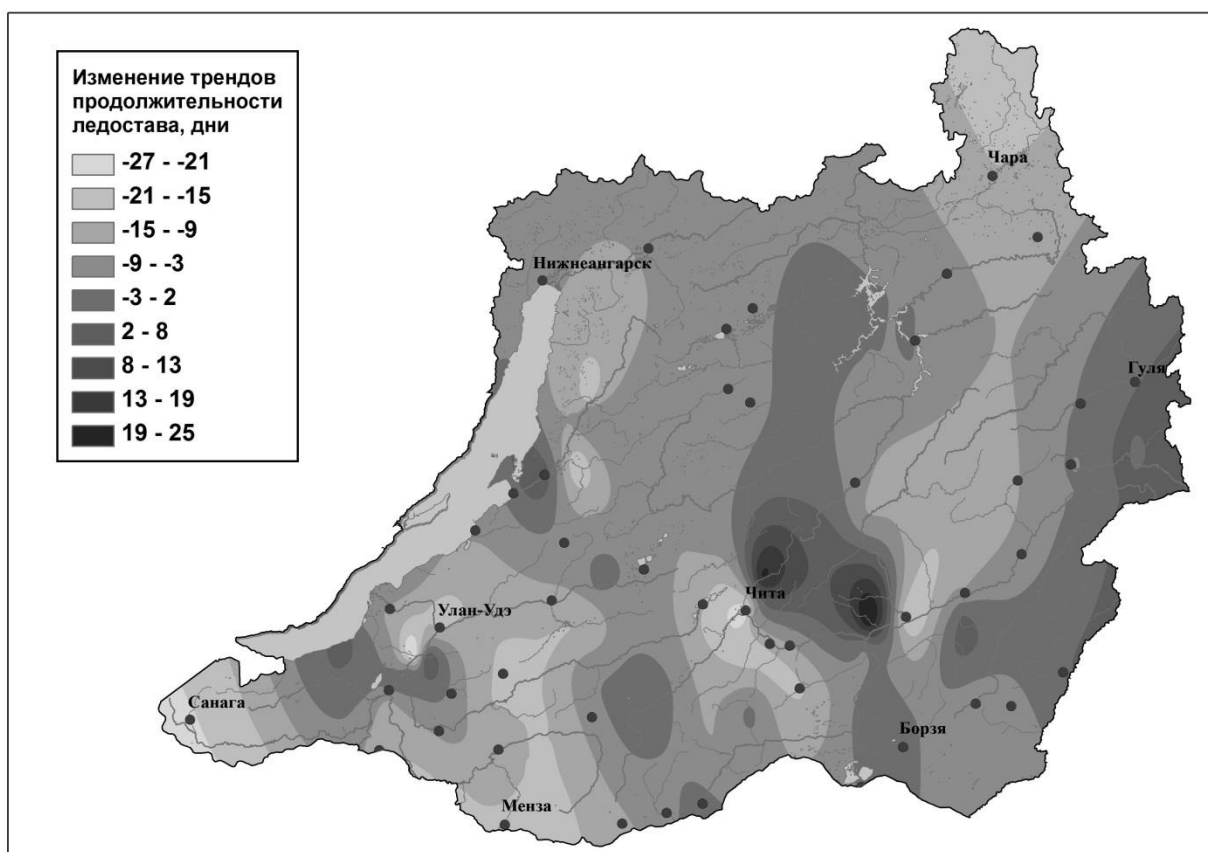


Рис. 3.2. Распределение величины линейного тренда изменений средней продолжительности ледостава на территории Забайкалья за 1958-2008 гг.

На большинстве рек (61 %) продолжительность ледостава уменьшилась как за счет более позднего его установления, так и за счет более раннего вскрытия. В 15 % створов на более поздние сроки сместились как начало, так и окончание ледостава. При этом за исключением двух створов, продолжительность ледостава уменьшилась. В 6 створах (9 %) обе даты сместились на более ранние сроки, что в трех створах привело к уменьшению продолжительности ледостава, в одном створе – к увеличению, а в двух створах она не изменилась. Увеличение продолжительности произошло в основном за счет более раннего установления и более позднего разрушения ледяного покрова (5 % створов). Другие варианты соотношения изменений дат начала и окончания ледостава приходятся на 10 % створов.

Было выявлено, что по Бассейну Енисея за 50 лет продолжительность ледостава сократилась на 11 дней, по бассейну Лены на 6 дней, по бассейну Амура на 5 дней. В среднем по территории Забайкалья за период с 1958-1959

по 2007-2008 годы продолжительность ледостава сократилась на 7,5 дней (Рис. 3.3).

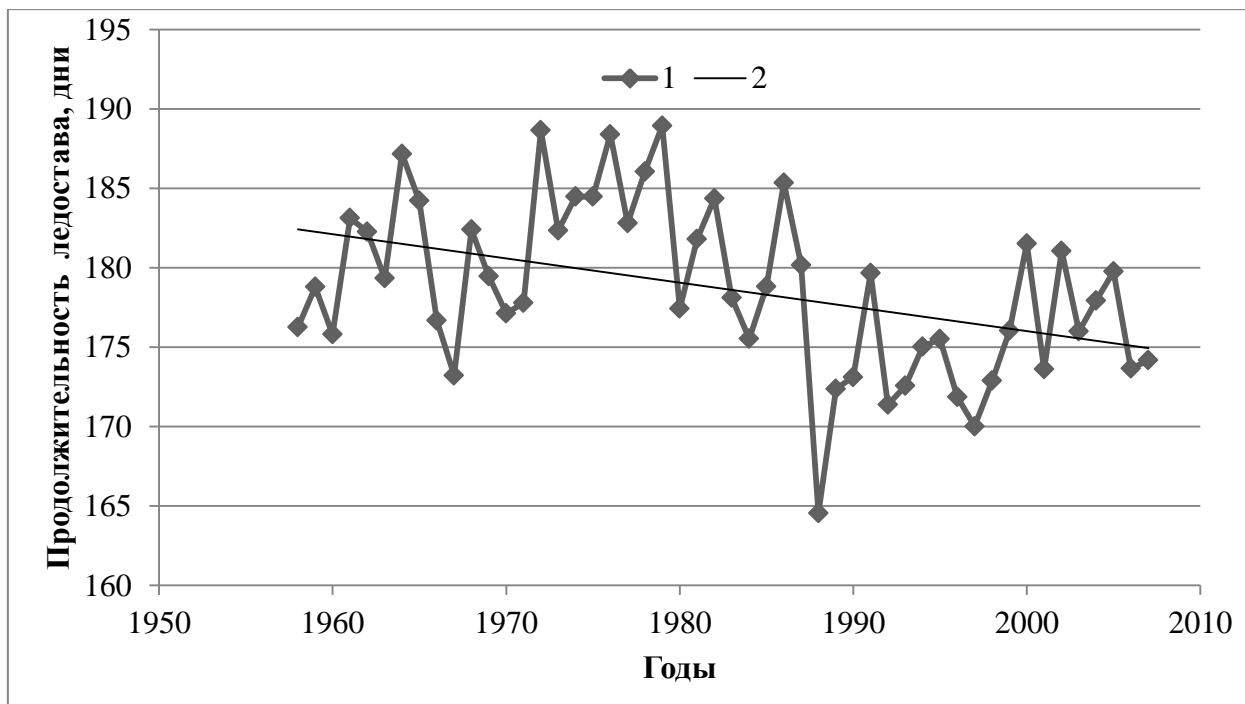


Рис. 3.3. Изменение продолжительности ледостава по территории Забайкалья. 1-исходные данные. 2-линейный тренд.

3.2. Толщина льда

Для оценки многолетних изменений толщины льда не представилось возможности использовать данные по всем створам в связи промерзанием большинства рек до дна (Прил. 8). Наибольшее число непромерзающих рек относятся к бассейну Енисея. В Амурском бассейне не перемерзают только самые крупные реки – Шилка, Ингода и Онон, а в бассейне Лены – только р. Чара. На отдельных реках образуется значительный по мощности многослойный ледяной покров, обусловленный наледями. Ряды таких рек из анализа исключались ввиду их нерепрезентативности, и в результате исследование изменений толщины льда выполнено по 23 створам.

Максимальная толщина льда, которая достигается на реках Забайкалья, как правило, в марте, составляет в среднем за многолетний период от 70 до 150 см. Ее значения, не превышающие 100 см, характерны для рек бассейна Енисея, впадающих в оз. Байкал. На некоторых реках, как например, на Чаре, толщина льда превышает 200 см, а в отдельные годы на этой реке она достигает 302-389 см. Но, как уже указывалось, подобные величины обусловлены наледями, и ряды таких рек в дальнейшем не анализировались.

На большинстве рек наибольшая из максимальных толщин льда за анализируемый период достигала 100-200 см, а в двух створах она превысила 200 см. Наименьшая из максимальных толщин льда в подавляющем числе створов находилась в пределах от 40 до 100 см.

Толщина ледяного покрова значительно меняется не только в пространстве, но и от года к году. Более чем на одной трети створов амплитуда ее межгодовых изменений превышает 100 см. Почти в половине створов она находится в пределах от 50 до 100 см.

За 50-летний период максимальная толщина льда на большинстве рек уменьшилась. В четверти створов ее уменьшение составило более 30 см. Еще в четверти створов оно оценивается в пределах от 10 до 30 см. Тенденции величиной от 0 до –10 см/50 лет отмечены в 44 % створов. В одном створе

зафиксировано увеличение толщины льда на 4 см. Относительные изменения толщины льда находятся в пределах от 4 до 32 %. Все тренды, величина которых по модулю составила менее 10 см за 50 лет, не достоверны при 5%-ном уровне значимости.

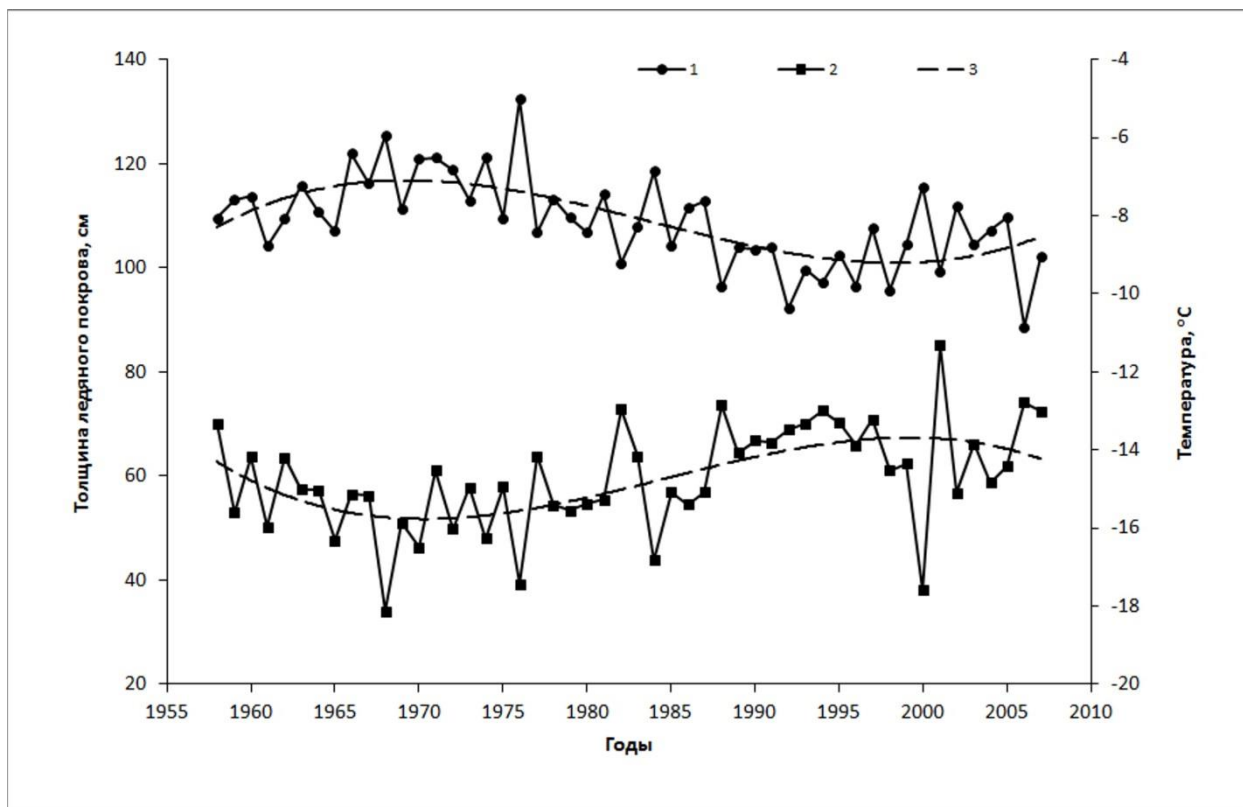


Рис. 3.2. Многолетние изменения осредненных по территории Забайкалья толщины ледяного покрова (1), температуры воздуха за октябрь-апрель (2) и их полиномиальные тренды (3).

Изменение толщины льда на большинстве рек согласуется с изменениями температуры воздуха. Наибольшая согласованность характерна для изменений максимальной толщины льда и средней температуры за период октябрь-март. При этом в 78 % створов коэффициенты корреляции достоверны при 5%-ном уровне значимости. Из средних месячных температур наибольшее влияние на максимальную толщину льда оказывает температура февраля. В 56 % створов коэффициент корреляции, оценивающий эту связь, больше чем в другие месяцы. Меньше, чем в другие месяцы, коэффициент корреляции, характеризующий зависимость толщины льда от температуры марта. И это несмотря на то, что максимальных

значений толщина льда достигает, как правило, в этом месяце. Указанная закономерность обусловлена, вероятно, термической инерцией.

Согласованность пространственно осредненных межгодовых изменений температуры воздуха и максимальной толщины льда характеризуется коэффициентом корреляции равным $-0,76$. Существенная обратная зависимость толщины льда от температуры воздуха подтверждается противоположными тенденциями их многолетних изменений (Рис. 3.2).

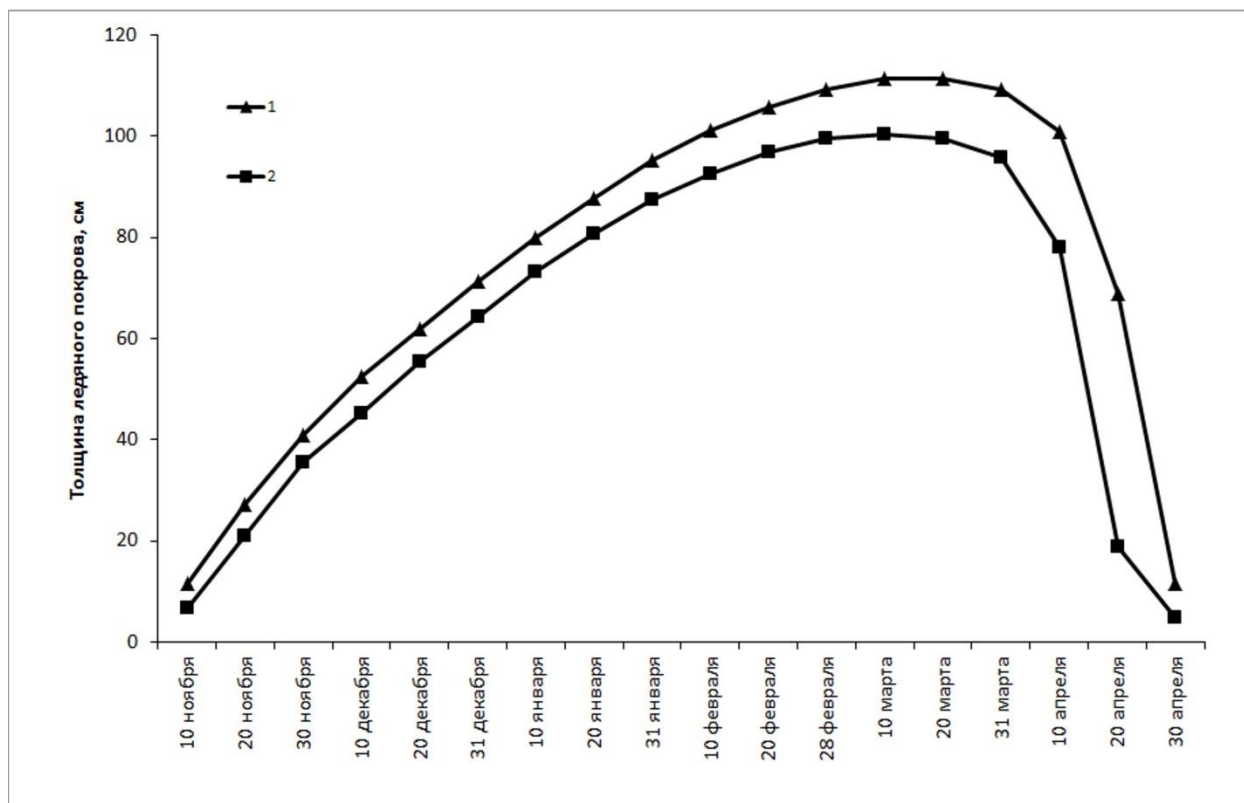


Рис. 3.3. Декадные изменения толщины ледяного покрова, осредненные по территории Забайкалья за периоды 1958/1959 – 1987/1988 гг. (1) и 1988/1989 – 2006/2007 гг. (2).

Повышение температуры воздуха проявилось не только в изменениях максимальной толщины льда. Анализ ее декадных значений за два периода: 1958/59 – 1987/88 и 1988/89 – 2006/07 годы, отличающихся по температуре воздуха (Рис. 3.3), показал, что практически во всех исследованных створах толщина льда стала меньше в течение всего ледостава. Данный вывод подтверждается и при анализе совмещенных графиков внутригодовых изменений осредненных по створам значений толщины льда. Кроме общего

уменьшения толщины льда изменились и даты наступления его максимальных значений. В среднем по Забайкалью даты сместились на более ранние сроки на одну декаду.

Оценка влияния величины стока на максимальную толщину льда показала, что это влияние существенно меньше, чем температуры воздуха. Наибольшая зависимость максимальной толщины от величины речного стока отмечается в марте. В 50 % створов значения коэффициентов корреляции, характеризующих эту связь, статистически достоверны при 5%-ном уровне значимости. Коэффициент корреляции между рядами пространственно осредненных их значений составил $-0,68$.

Определено, что по бассейну Енисея за 50 лет максимальная толщина льда уменьшилась на 12 см по 21 посту, по бассейну Амура на 9 см по 7 постам. Бассейн Лены характеризуется одной не промерзающей рекой – Чара. Здесь максимальная толщина льда за 50 лет уменьшилась на 67 см. В среднем по территории Забайкалья за период с 1958-1959 по 2007-2008 годы максимальная толщина льда уменьшилась на 13 см (Рис. 3.4). Данный тренд является достоверным.

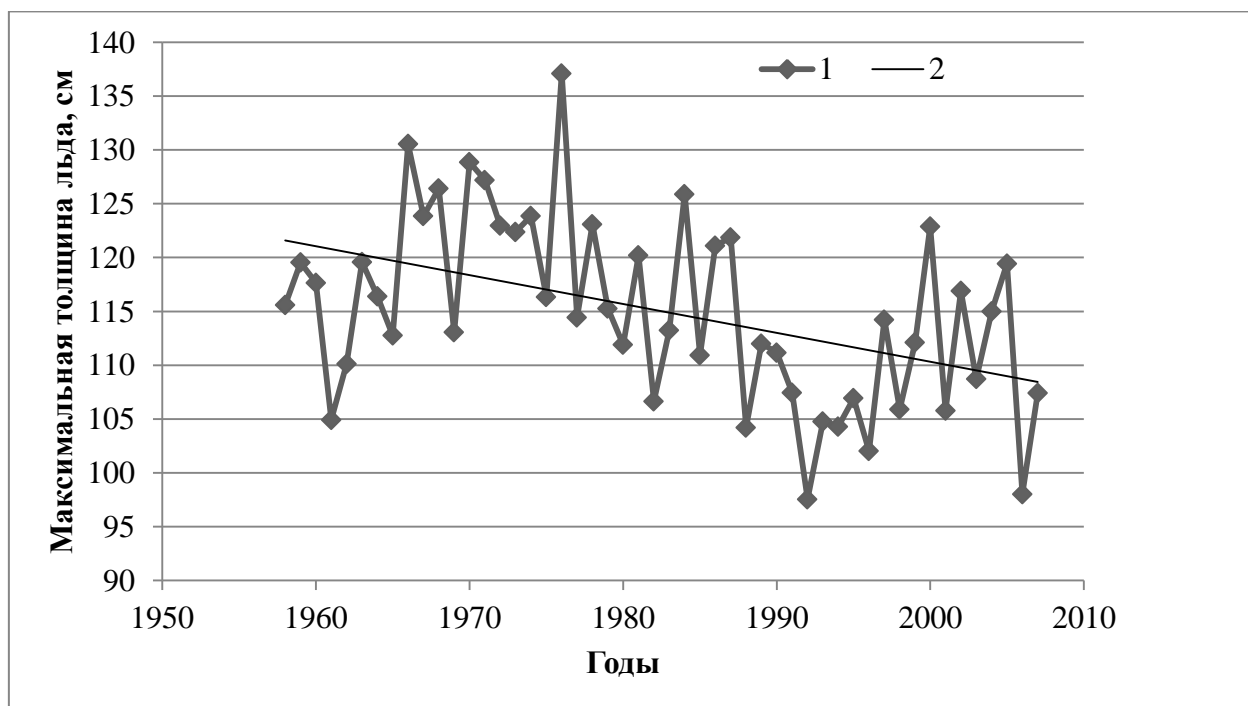


Рис. 3.4. Изменение максимальной толщины льда по территории Забайкалья. 1-исходные данные. 2-линейный тренд.

Средняя скорость нарастания льда в Амурском бассейне по не замерзающим рекам Онон, Ингода и Шилка распределяется следующим образом. Максимальное нарастание льда отмечается в ноябре 43 см, на декабрь, январь и февраль приходится 36 см, 26 см и 16 см соответственно. На реках Енисейского бассейна наблюдается похожая картина. Здесь в ноябре замерзает 34 см льда, на три последующих месяца приходится 28 см, 23 см и 14 см, соответственно. В Ленском бассейне на реке Чара на ноябрь приходится 46 см увеличения толщины льда, на декабрь 43 см, январь 34 см, февраль 25 см. Из-за более продолжительной зимы на реке Чара происходит нарастание льда и в марте, на 20 см.

Для выявления зависимости скорости нарастания льда от температуры воздуха за многолетний период были рассчитаны коэффициенты корреляции между рядами изменения средней температуры воздуха и рядами нарастания льда за один и тот же месяц. По Амурскому бассейну средний коэффициент корреляции в ноябре составил -0,41, декабре -0,07, январе -0,13, феврале -0,2. По Енисейскому бассейну в ноябре -0,35, декабре -0,08, январе -0,19, феврале -0,25. В Ленском бассейне на реке Чара коэффициент корреляции равен в ноябре -0,16, декабре -0,08, январе 0,01, феврале 0,08, марте -0,22. Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что температура воздуха оказывает незначительное влияние на скорость нарастания льда в период начала ледостава (ноябрь) и в период максимальных значений толщины льда (февраль, для северных районов – март). Данная зависимость имеет обратный ход, чем выше температура воздуха, тем медленнее нарастание льда.

4.1. Годовой сток и сток в теплый период года

При анализе гидрологических характеристик необходимо уделить внимание годовому стоку рек. Для выявления согласованности колебаний стока были вычислены коэффициенты корреляции между рядами средних годовых расходов воды по рекам трех исследуемых бассейнов. В результате полученных данных можно отметить, что колебания внутри Амурского (Прил. 9) и Ленского (Прил. 11) бассейнов происходят достаточно согласованно. Количество коэффициентов корреляции превышающих значение 0,5 составило: по Амурскому бассейну – 72%, по Ленскому бассейну – 64%. По рекам бассейна реки Енисей (Прил. 10) данное значение составило 37%. Сток большинства рек, впадающих в озеро Байкал, имеет слабую корреляционную связь.

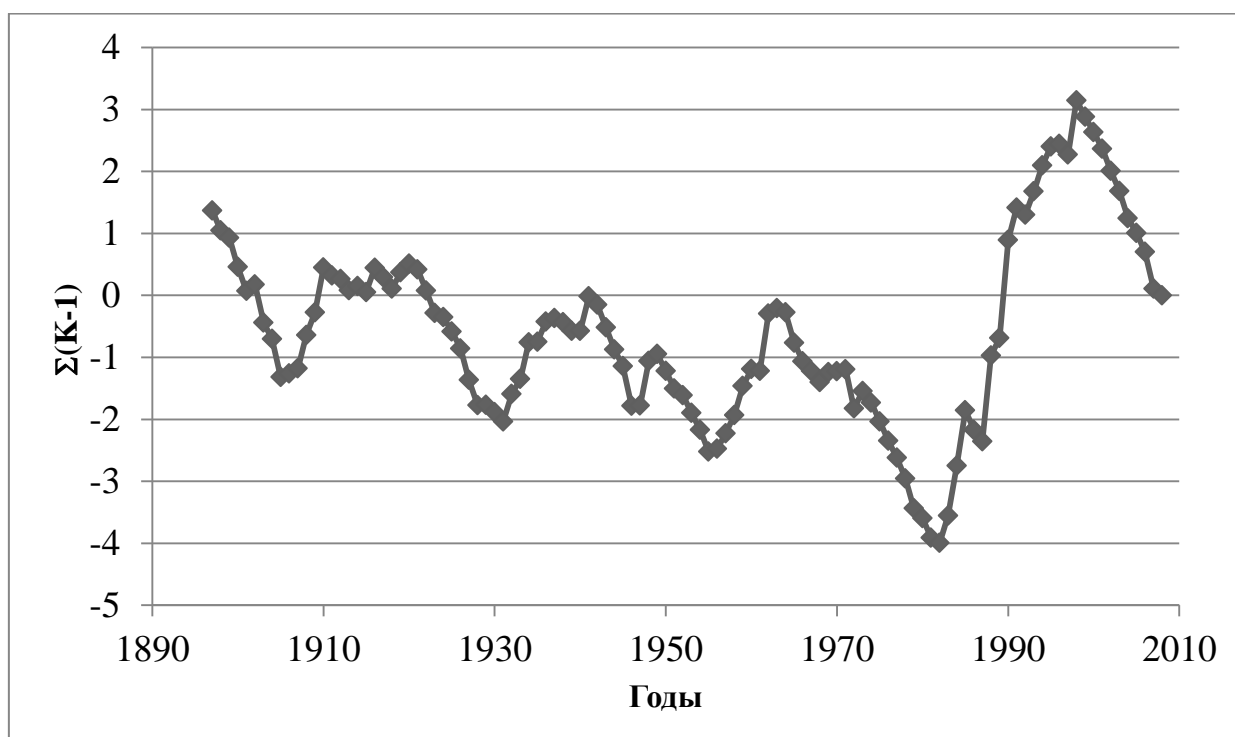


Рис. 4.1. Интегрально-разностная кривая изменения средних годовых расходов воды р. Шилка – г. Сретенск.

Характерной чертой многолетнего режима стока рек Забайкалья является цикличность. Она выявляется на всех реках трех исследуемых бассейнов при построении интегрально-разностных кривых. На рисунке 4.1 приведена интегрально разностная кривая р. Шилка – г. Сретенск. Исходя из данных, приведенных в таблице 4.1, за период с 1932 по 1999 можно выделить три полных цикла колебания стока.

Даты фаз колебаний и их продолжительность отличаются на реках, расположенных на удаленном друг от друга расстоянии, где условия воздействия на них внешних факторов различны. В таблице 4.1 приведены данные анализа многоводных и маловодных фаз водности в пунктах бассейнов рек Амура, Енисея и Лены.

Последняя маловодная фаза в пунктах Амурского бассейна началась в 1999-2000 годах и продлилась до 2009 года. В бассейне Енисея последняя маловодная фаза началась, в одних случаях позже - реки: Баргузин, Кудун, Курба, Большая Речка, в других раньше - реки: Селенга, Джида, Куйтунка, Унго, а на реках Хилок и Чикой маловодная фаза началась в то же время что и в Амурском бассейне. В Ленском бассейне в большинстве случаев маловодная фаза наступала позже, чем в Амурском. Так, на севере Забайкалья маловодная фаза наступила позже всего – в 2003-2004 годах, на юго-востоке в 1999-2000 годах. Раньше всего наступление маловодной фазы отмечается на юго-западе Забайкалья в 1995-1996 годах.

Многоводная фаза, являющаяся предшественницей последней маловодной фазы, началась практически во всех пунктах трех бассейнов в 1981-1982 годах.

В ходе спектрального анализа (Табл. 4.2) годового стока рек Амурского бассейна определено, что по большинству пунктов имеются ряды с циклами колебания в 28 – 34 года, которые также являются статистически достоверными. В 8 из 16 случаев эти колебания превышают 99% доверительной вероятности. На реках также присутствуют колебания с периодом от 2 до 14 лет, которые, как правило, статистически не значимы.

Таблица 4.1

Фазы водности рек

Пункт	многоводная		маловодная		многоводная		маловодная		многоводная		маловодная	
Амурский бассейн												
р.Ингода - с.Красноярово	1946	1949	1950	1955	1956	1962	1963	1982	1983	1998	1999	
р.Нерча - с.Нерчинск			1948	1956	1957	1962	1963	1981	1982	1998	1999	
р.Онон - с.Бытэв			1949	1955	1956	1964	1965	1982	1983	1998	1999	
р.Черная - с.Сбега			1955	1957	1958	1963	1964	1981	1982	1999	2000	
р.Читинка - г.Чита	1946	1949	1950	1956	1957	1962	1963	1979	1980	1998	1999	
р.Шилка-г.Сретенск	1946	1949	1950	1955	1956	1963	1964	1982	1983	1998	1999	
Енисейский бассейн												
р.Баргузин - с.Баргузин			1949	1970	1971	1975	1976	1982	1983	2002	2003	
р.Большая Река - ст.Посольская	1936	1942	1943	1959	1960	1975	1976	1981	1982	2004	2005	
р.Джида - с.Хамней			1955	1963	1964	1975	1976	1985	1986	1994	1995	
р.Селенга - с.Новоселенгинск	1932	1943	1944	1958	1959	1976	1977	1981	1982	1995	1996	
р.Хилок - с.Малета	1937	1942	1943	1947	1948	1952	1953	1981	1982	1998	1999	
Ленский бассейн												
р.Витим - с.Калакан					1955	1962	1963	1979	1980	2000	2001	
р.Витим - с.Романовка	1944	1949	1950	1966	1967	1973	1974	1979	1980	2003	2004	
р.Калакан - гм.ст.Калакан					1954	1964	1965	1980	1981	1998	1999	
р.Каренга - с.Тунгокочен					1955	1962	1963	1979	1980	2000	2001	
р.Юмурчен - с.Юмурчен					1956	1962	1963	1979	1980	2000	2001	

Спектральный анализ рядов колебания годового стока рек Амурского
бассейна

Пункт	Период, лет	Значимые колебания (в годах) с вероятностью		
		>90%	>95%	>99%
р.Ага - с.Агинское	57			28
р.Аленгуй - с.Елизаветино	57			28
р.Амазар - с.Амазар	55		27	
р.Амазар - г.Могоча	57	28		
р.Борзя - г.Борзя	57			28
р.Верхняя Борзя - с.Бырка	56			28
р.Ингода - с.Атамановка	69		34, 4	
р.Ингода - с.Красноярово	64		32	
р.Могоча - с.Могоча	57	28		
р.Онон - с.Чирон	60			30
р.Читинка (Чита) - с.Бургень	55		3, 2	
р.Читинка - г.Чита	64	11, 3		
р.Шилка - г.Сретенск	113	12		28
р.Шилка - с.Усть-Онон	63			31
р.Шилка - х.Часовая	72			36

При оценке спектральной плотности ряда изменения среднего годового расхода воды р. Шилка – г. Сретенск было определено, что значения $\omega=0,036$ соответствуют циклу колебания в 28 лет, а $\omega= 0,080$ – 12 лет (Рис. 4.2). Наличие колебаний с периодом 28 - 30 лет подтверждается не только при спектральном, но и при вейвлет анализе. Это можно посмотреть по вейвлет спектру изменения аномалий среднего годового расхода воды по р. Шилка - г. Сретенск (Рис. 4.3).



Рис. 4.2 Оценка спектральной плотности ряда изменения среднего годового расхода воды р. Шилка – г. Сретенск.

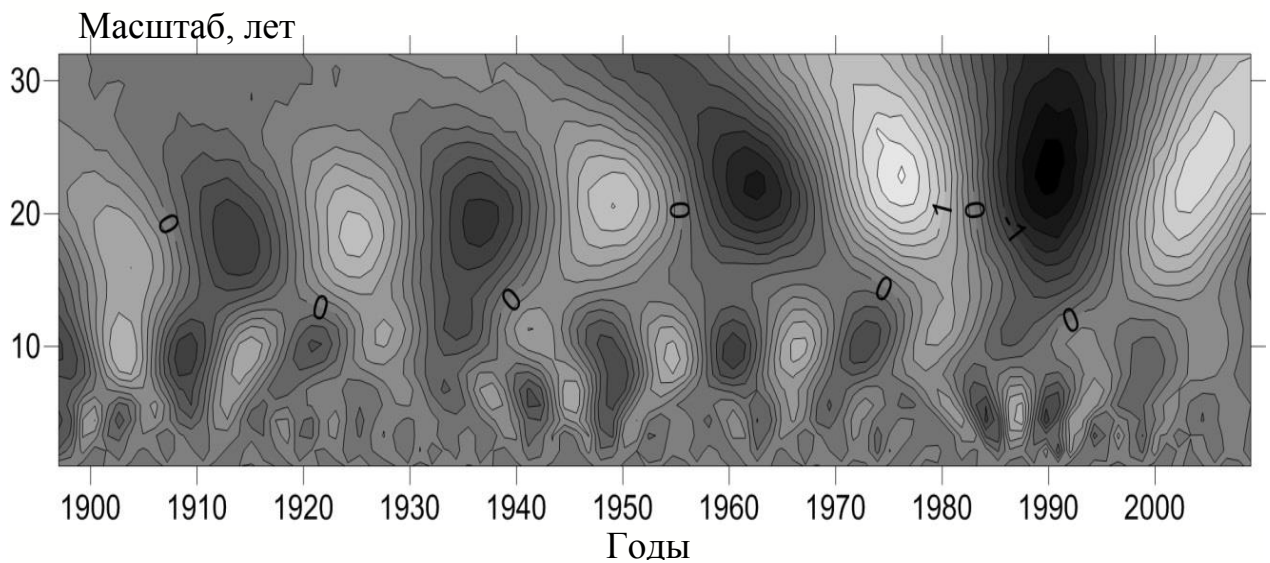


Рис. 4.3. Вейвлет спектр изменения аномалий среднего годового расхода воды р. Шилка – г. Сретенск.

Спектральный анализ рядов данных рек бассейна реки Енисей (Табл. 4.3) показал, на отдельных реках можно выделить статистически значимые колебания с разным периодом. Так в ряде данных на реке Селенга имеется 25 летний цикл колебания стока с вероятностью более 99%. В ряде на реке Хилок имеется 12 летний цикл колебаний с вероятностью более 95% и 24 летний цикл с вероятностью более 90%. В ряде на реке Баргузин в селе

Могойто имеется статистически достоверный (>95%) 9 летний цикл колебания, а в селе Баргузин в ряде на этой же реке имеется 13 летний цикл колебания.

Таблица 4.3

Спектральный анализ рядов колебания годового стока рек Енисейского бассейна

Пункт	Период, лет	Значимые колебания (в годах) с вероятностью		
		>90%	>95%	>99%
р.Аса (Аца) - с.Аца	60		30	
р.Баргузин - с.Баргузин	76		13	
р.Баргузин - с.Могойто	61		9	
р.Верхняя Ангара - с.Верхняя Заимка	70	4, 3	12	
р.Мысовка - г.Бабушкин	66			
р.Селенга – рзд Мостовой	76			25
р.Селенга - с.Новоселенгинск	77	11		25
р.Хилок - с.Малета	72	24	12	
р.Хилок - з.Хайластуй	73	24	12	
р.Чикой - с.Гремячка	66		33	

Колебания стока реки Селенга с периодом в 25 лет подтверждается при построении вейвлет спектра аномалий среднего годового расхода воды по р. Селенга – с. Новоселенгинск. Здесь также прослеживаются более мелкие колебания с периодами 9-11 лет (Рис 4.4).

Ряды изменения стока рек Ленского бассейна в ходе спектрального анализа (Табл. 4.4) показали в сравнении с реками других бассейнов менее достоверные циклы колебания с большим периодом. Выделить можно р. Заза – с. Усть-Заза с 26 летним циклом колебания, вероятностью более 95%. На р. Чина – прииск Троицкий и р. Калакан – гм. ст. Калакан имеются циклы колебания по 13 и 5 лет соответственно с вероятностью более 95%.

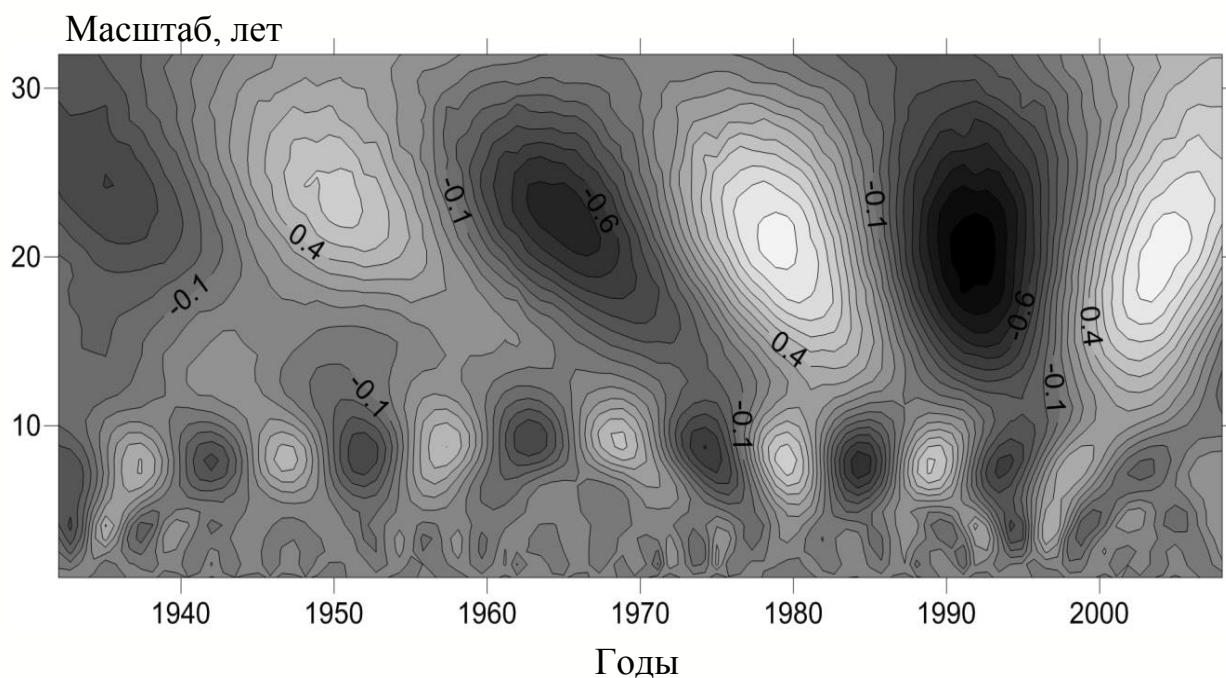


Рис. 4.4. Вейвлет спектр аномалий среднего годового расхода воды р. Селенга – с. Новоселенгинск.

Таблица 4.4

Спектральный анализ колебаний годового стока рек Ленского бассейна

Пункт	Период, лет	Значимые колебания (в годах) с вероятностью		
		>90%	>95%	>99%
р.Амалат - с.Усть-Антосе	58	10, 8		
р.Заза – с.Усть-Заза	53		26	
р.Калакан - гм.ст.Калакан	56		5	
р.Чара - с. Чара	59	19		
р.Чина - пр-к Троицкий	52		13	

При анализе трендов использовались ряды данных по пунктам трех бассейнов за единый период с 1958 по 2008 годы. Для большинства рек данный период охватывает два цикла колебания стока. Помимо этого значительное количество рек не имеет данных о стоке до 1958 года.

Следовательно, используя этот период можно включить в анализ максимальное количество пунктов наблюдения.

Средний годовой модуль стока по Амурскому бассейну уменьшился на 0,14 л/(с*км²), по бассейну Енисея увеличился на 0,36 л/(с*км²), по Ленскому бассейну увеличился на 0,80 л/(с*км²). В среднем по Забайкалью средний годовой модуль стока увеличился на 0,15 л/(с*км²). Однако, тренды изменения среднего годового модуля стока как в среднем по трем бассейнам, так и по каждому бассейну в отдельности не являются достоверными. Другими словами, трендов нет.

В таблице 4.5 приведено количество положительных и отрицательных трендов изменения годового стока и их достоверность. Анализ достоверности показал, что значимых трендов по бассейну Амура – 13%, Енисея – 34%, Лены – 11%. Амурский бассейн характеризуется тем, что 65% его рядов стока рек имеют отрицательный тренд. В бассейнах Енисея и Лены, напротив, отрицательный тренд имеют 41% и 33% рек соответственно.

Таблица 4.5

Тренды изменения годового стока

Бассейн	Значения	Количество (из них достоверны)
Амурский	положительные	13(2)
	отрицательные	27(3)
Енисейский	положительные	17(6)
	отрицательные	12(4)
Ленский	положительные	6(1)
	отрицательные	3(0)

Годовой сток рек Забайкалья практически полностью формируется за счет стока в теплый период года. Коэффициент корреляции между осредненными значениями изменения годового стока и стока рек теплого периода составил по бассейну: Амура 0,96, Енисея 0,84, Лены 0,97.

В ходе анализа рядов температуры воздуха, атмосферных осадков и испаряемости было определено, что температура и испаряемость согласуется

слабо. Средний коэффициент корреляции по пунктам Забайкалья равен 0,25. Однако коэффициент корреляции между рядами осредненных значений температуры воздуха и испаряемости равен 0,38. Атмосферные осадки с испаряемостью имеют более тесную, обратную связь, средний коэффициент корреляции равен -0,43.

Для выявления зависимости изменения стока рек от испаряемости были вычислены коэффициенты корреляции (Прил. 12) между рядами средней испаряемости и рядами стока теплого периода года (май-сентябрь). Средний коэффициент корреляции по бассейну Енисея равен -0,51 за период с 1961 по 2008 гг. За период с 1961 по 2009 гг. средняя корреляция составила по Амурскому -0,56, по Ленскому -0,44. Следовательно, испаряемость оказывает влияние на сток теплого периода года и эта зависимость обратная.

Согласованность стока рек и испаряемости можно посмотреть по совмещенным графикам интегрально-разностных кривых изменения испаряемости и модуля стока рек в теплый период года на территории Забайкалья (Рис.4.5).

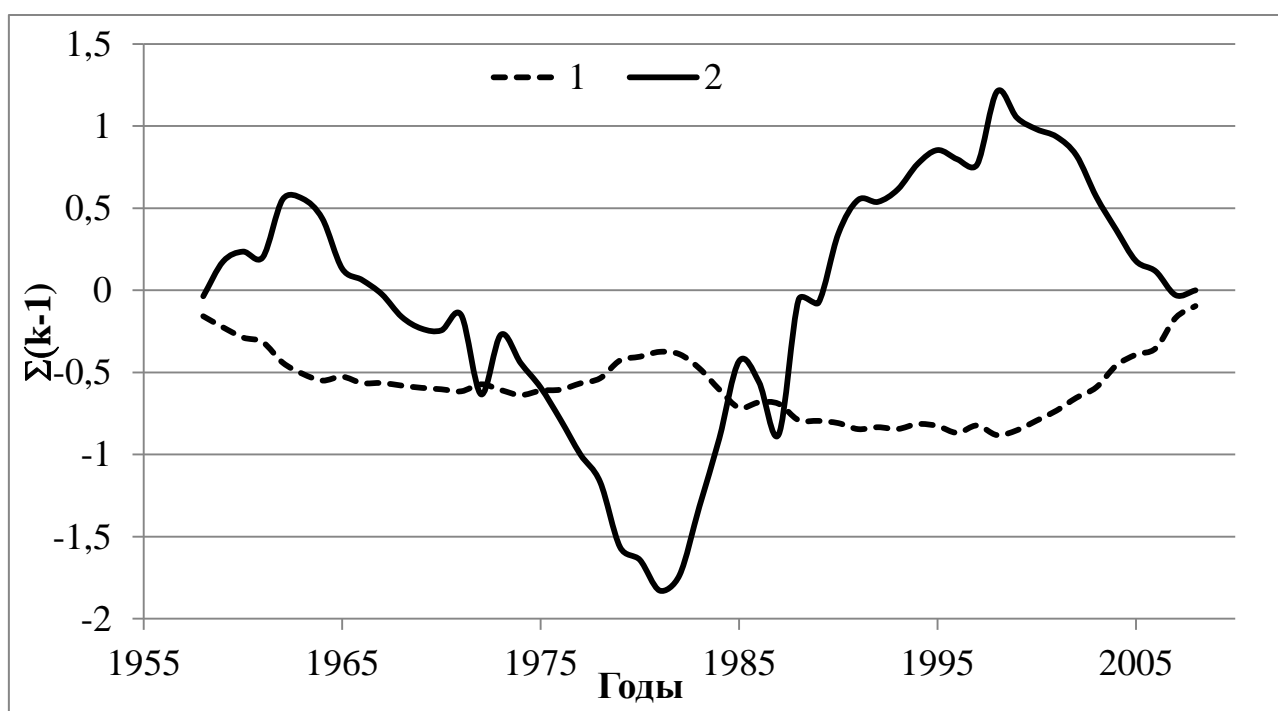


Рис. 4.5. Интегрально-разностные кривые изменения испаряемости (1) и модуля стока рек в теплый период года (2).

Для выявления зависимости изменения стока рек от атмосферных осадков в теплый период года были вычислены коэффициенты корреляции (Прил. 13) между рядами средних расходов воды за период май – сентябрь и рядами сумм атмосферных осадков за этот же период (табл. 4.6). Осадки брались по метеорологическим станциям, территориально близких к гидрологическим постам, по которым взяты данные о стоке. Расчеты произведены с разными длинами рядов наблюдения. Вычисленные коэффициенты корреляции являются значимыми и указывают на значительное влияние атмосферных осадков в формировании летнего стока.

Таблица 4.6

Средний коэффициент корреляции между рядами стока и атмосферных осадков

Длина Рядов	59	58	57	56	55	54	53	52	50
Количество пунктов	17	15	7	6	7	6	3	3	1
Средний коэффициент корреляции	0,63	0,59	0,71	0,63	0,70	0,56	0,54	0,60	0,65

Коэффициент множественной корреляции зависимости изменений стока в теплый период года от изменений атмосферных осадков и испаряемости составил по Амурскому 0,73, Енисейскому 0,66, Ленскому 0,70 (Прил. 12). В среднем по Забайкалью коэффициент множественной корреляции равен 0,70.

При построении интегрально – разностных кривых выявляется цикличность в многолетнем изменении стока рек и атмосферных осадков. Согласованность многолетних изменений более четко просматривается на совмещенных графиках вейвлет спектра изменения аномалий средней испаряемости, изменения аномалий годовых сумм атмосферных осадков на метеостанции Чита и изменения аномалий годового расхода воды на гидрологическом посту р. Ингода – с. Атамановка (Рис.4.6).

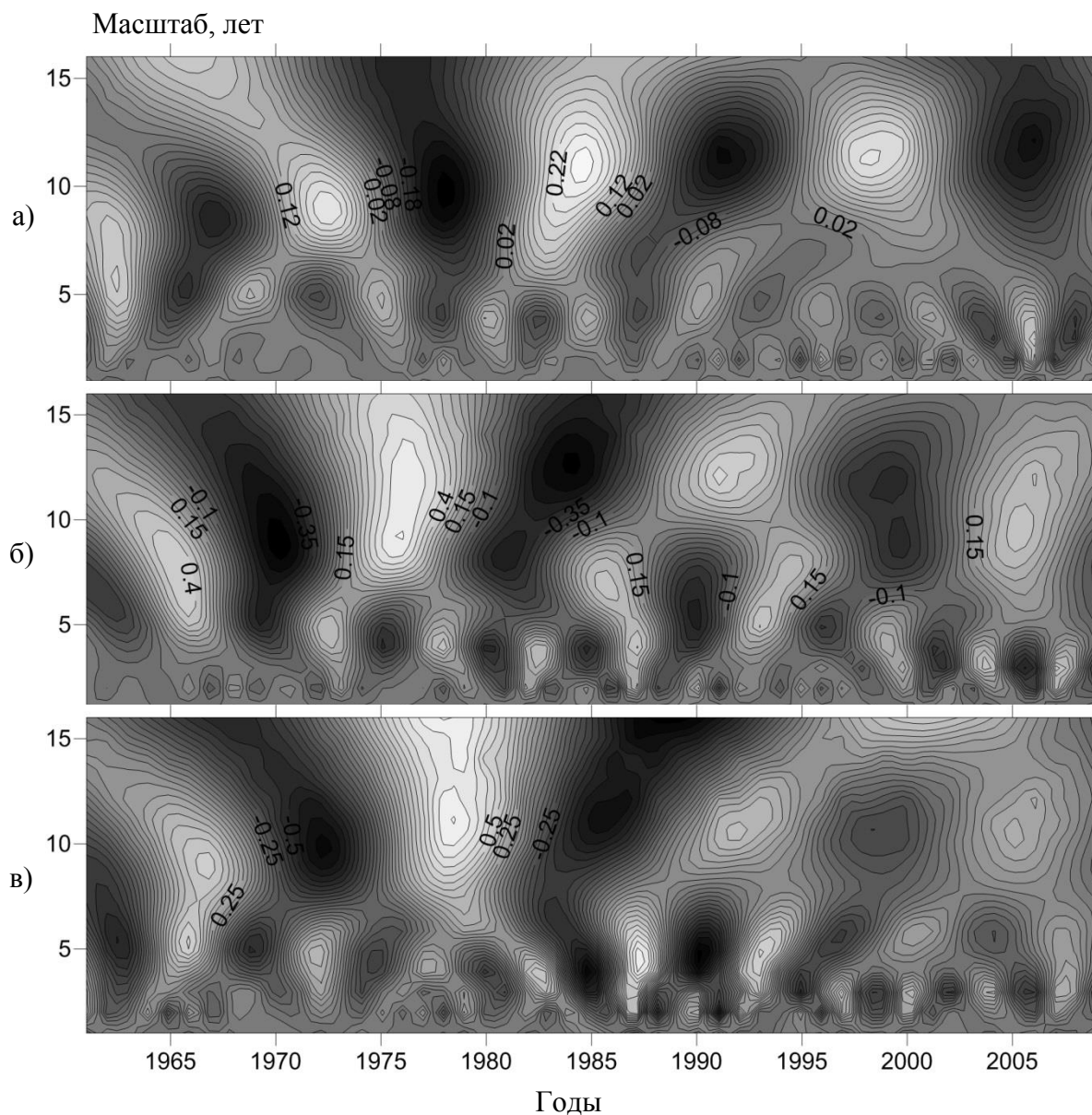


Рис 4.6. Вейвлет спектр а) аномалий средней испаряемости на метеостанции Чита; б) аномалий годовых сумм атмосферных осадков на метеостанции Чита; в) аномалий среднего годового расхода воды на гидрологическом посту р. Ингода – с. Атамановка.

В ходе вейвлет анализа было определено, что фазы колебания годового стока и стока в теплый период года практически не отличаются друг от друга. Следовательно, сток рек теплового периода оказывает значительное влияние на формирование стока за весь год.

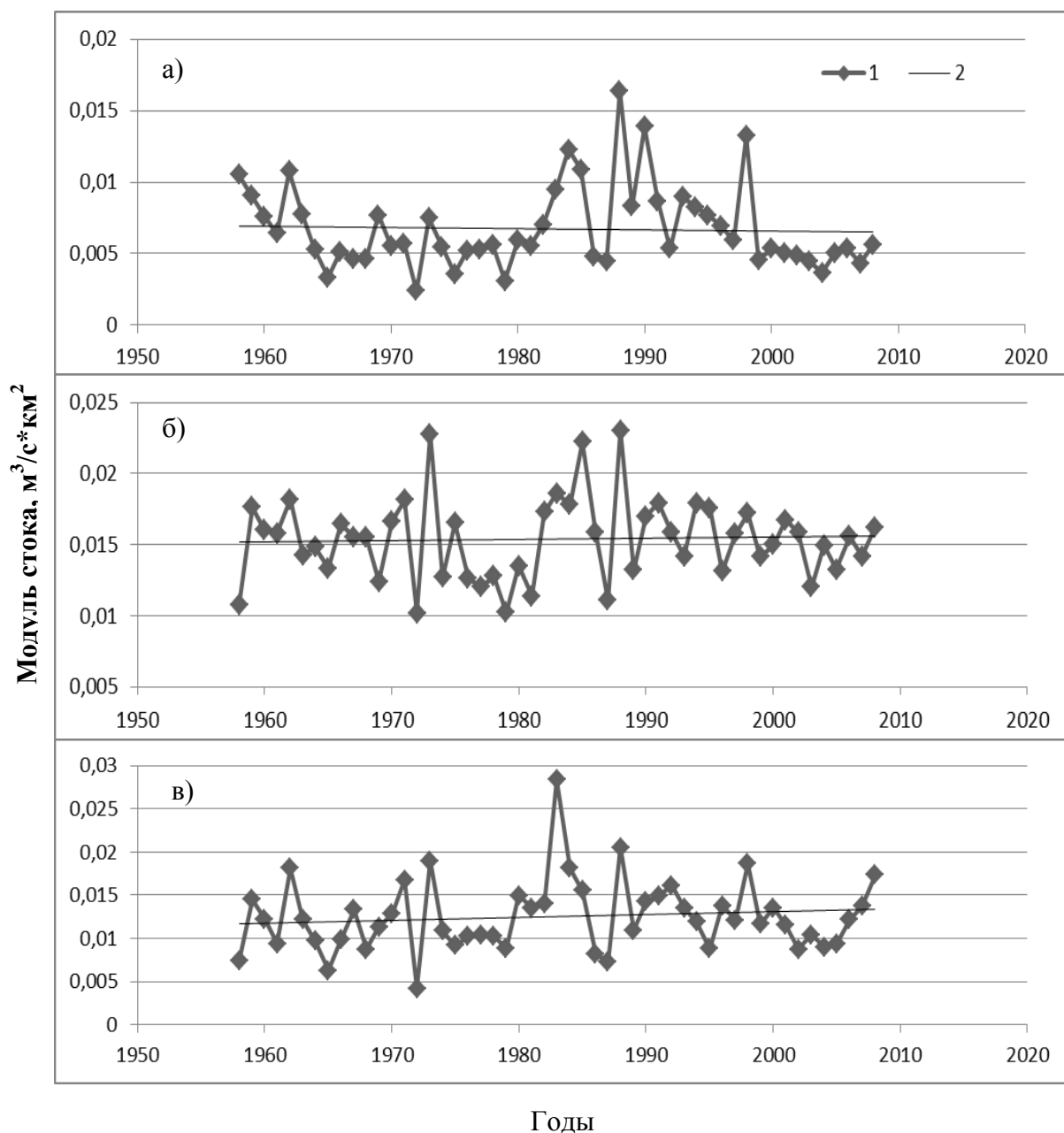


Рис. 4.7. Изменение среднего модуля стока по рекам а) Амурского бассейна, б) Енисейского бассейна, в) Ленского бассейна, 1 – изменение ряда, 2 – линейный тренд.

За период с 1958 по 2008 годы средний модуль стока по Амурскому бассейну уменьшился на $0,42 \text{ л/с*км}^2$, по бассейнам рек Енисея и Лены увеличился на $0,42 \text{ л/с*км}^2$ и $1,75 \text{ л/с*км}^2$ соответственно, однако эти тренды не являются достоверными, т.е. трендов нет. Достоверными при 5% уровне значимости является 14% трендов по рекам трех бассейнов (Рис. 4.7).

4.2. Сток в холодный период года

Величина стока в зимний период (ноябрь-март) большинства рек Забайкалья составляет незначительную часть годового объема. Это связано в первую очередь с их промерзанием до дна. В бассейне Лены, за исключением р. Чары, все реки промерзают, и их сток в этот период не превышает 1 % годового объема. На не перемерзающих реках Амурского бассейна доля зимнего стока в среднем равна 3–5 %, а на перемерзающих – менее 1 %. При этом не перемерзают только самые крупные реки бассейна – Шилка, Аргунь, Ингода, Онон. Доля зимнего стока рек бассейна Енисея существенно больше, чем рек других бассейнов в Забайкалье. На этих реках, особенно притоках оз. Байкал доля зимнего стока в годовом объеме составляет от 12 до 18 %. Лишь на отдельных реках сток в период ледостава менее 5 %.

В многолетних изменениях речного стока в зимний период на территории Забайкалья отмечаются различные по величине и знаку тенденции. На трети створов они отрицательны, но только в 5 из них линейные тренды статистически достоверны при 5 %-ном уровне значимости. Достоверных трендов, имеющих положительный знак, значительно больше – 23. Основываясь на этом, можно было бы сделать вывод об увеличении зимнего стока. Однако многолетние тенденции годового стока неустойчивы во времени в связи с преобладанием в структуре его межгодовых колебаний внутривековой цикличности (Обязов, Смахтин, 2013). Цикличность свойственна и зимнему стоку, анализ которой показал, что в начале XXI века в 60 % створов наблюдается маловодная фаза. Следовательно, на большинстве рек сток, наоборот, уменьшился. Положительные же линейные тренды обусловлены, главным образом, тем, что предшествующий многоводный период характеризовался наибольшими за весь анализируемый период расходами воды.

Обращает на себя внимание согласованность многолетних изменений годового и зимнего стока. С целью ее оценки произведено сопоставление

тенденций и циклов (фаз) водности, а также выполнен корреляционный анализ. Результаты показали, что в 70 % створов тренды совпадают по знаку, а в остальных случаях они разнонаправлены, однако большинство из них не являются статистически достоверными. Хорошее совпадение отмечается и в цикличности. В 77 % створов многоводным и маловодным фазам циклов годового стока соответствуют аналогичные фазы циклов зимнего стока (Рис. 4.8).



Рис. 4.8. Многолетние изменения годового (1) и зимнего (2) стока р. Шилки у г. Сретенска (интегрально-разностные кривые).

Высокая степень согласованности годового и зимнего стока подтверждается и при корреляционном анализе. Коэффициенты корреляции превышают значение 0,7 в 47 % створов. При этом для всех створов они значимы при 5%-ном уровне. Хорошую согласованность колебаний годового и зимнего стока показал вейвлет анализ рядов (Рис. 4.9).

зимнего стока. В связи с тем, что на большинстве рек Забайкалья в начале XXI в. отмечалась маловодная фаза цикла, в зимний период также преобладала пониженная водность.

Таблица 4.7

Распределение количества створов по интервалам коэффициента корреляции между зимним стоком и стоком в октябре

Интервалы коэффициента корреляции	Количество створов	
	ед.	%
0,40-0,49	2	2
0,50-0,59	6	8
0,60-0,69	11	14
0,70-0,79	15	19
0,80-0,89	36	46
>0,90	9	11

Существенная зависимость зимнего стока от предшествующего увлажнения затушевывает влияние на него изменений, вызванных потеплением. С целью исключения влияния летне-осеннего стока в дальнейшем исследовании зимний сток представлен в относительных величинах – в долях от годового стока.

Доля зимнего стока, осредненная по территории Забайкалья, за 50-летний период увеличилась. Ее увеличение составило около 1 % годового объема стока или 20 % объема зимнего стока. Анализ многолетних тенденций доли зимнего стока в отдельных створах показал, что в большинстве из них (в 55 из 79) она возросла. Однако только в 30-ти временных рядах положительные линейные тренды достоверны при 5%-ном уровне значимости. В 22-х рядах выявлен отрицательный тренд, в 6-ти из которых тренды статистически достоверны.

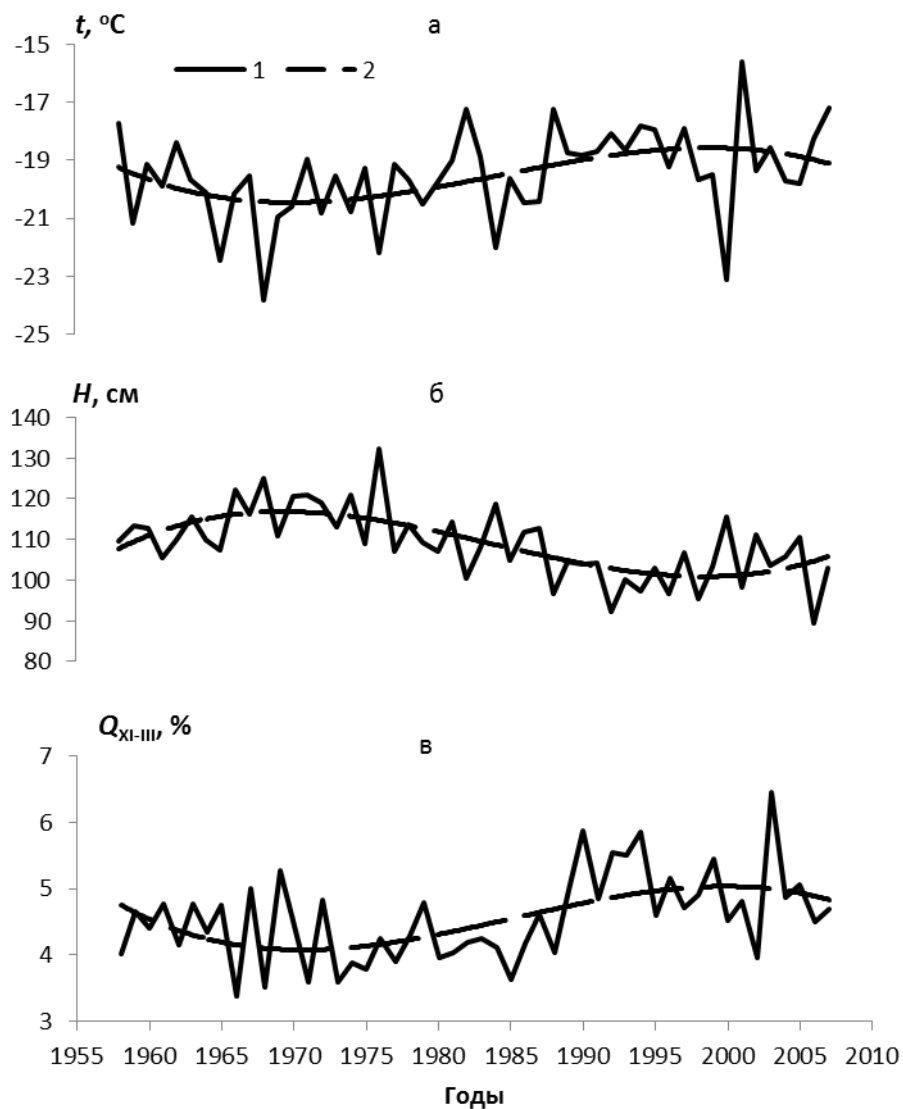


Рис. 4.10. Многолетние изменения температуры воздуха в зимний период (а), максимальной толщины льда рек (б) и зимнего стока (в), осредненных по территории Забайкалья, 1 – исходные данные; 2 – полиномиальные тренды.

В многолетних изменениях территориально осредненных значений доли стока и температуры воздуха в зимний период (рис. 4.10а, в) выявлены общие черты. Повышенным температурам в 1990-х – 2000-х годах соответствуют бóльшие по сравнению с предыдущим периодом доли зимнего стока. Несмотря на то, что коэффициент корреляции между температурой и долей стока не достоверен при 5%-ном уровне значимости ($r = 0.21$), согласованность между их полиномиальными трендами практически функциональна ($r = 0.999$).

Однако температура воздуха непосредственно не влияет на величину стока. Такая тесная связь обусловлена воздействием температуры воздуха на температуру грунтов и ледовый режим. Повышение температуры верхнего слоя грунта и смещение на более поздние сроки дат перехода ее значений через 0 °С обусловили увеличение разгрузки бассейновых запасов воды в реки. Уменьшение толщины льда способствовало увеличению пропускной способности русел рек. Оба эти фактора определили повышение доли зимнего стока.

Величина доли зимнего стока имеет обратную зависимость от толщины льда, которая для средних по территории Забайкалья значениях характеризуется коэффициентом корреляции равным $-0,55$, а тренды временных рядов имеют противоположный ход (Рис. 4.10б, в).

Наличие отрицательных трендов доли зимнего стока на перемерзающих реках можно объяснить тем, что в последние годы в связи с уменьшением абсолютных значений стока происходит более раннее промерзание рек до дна. Чем меньше сток, тем раньше перемерзает река при равных температурах воздуха. Не перемерзающие реки, на которых отмечено уменьшение доли стока, относятся к категории малых рек. Здесь большое влияние оказывают локальные факторы, которые, вероятно, и обусловили отрицательные тренды.

Кроме оценки изменений доли зимнего стока представляется важным определить, каким образом в связи с потеплением меняется за многолетний период степень зависимости зимнего стока рек от предшествующего увлажнения. Этот анализ выполнен путем сравнения соотношений средних расходов воды за ноябрь – март и средних месячных расходов воды в октябре за различные временные интервалы. Ряды разбивались на два периода: 1957/58 – 1987/88 и 1988/89 – 2006/07 годы, которые, как было показано ранее, резко отличаются по температуре воздуха. Во второй период температура в среднем была на 1,3 °С выше, чем в первый период.

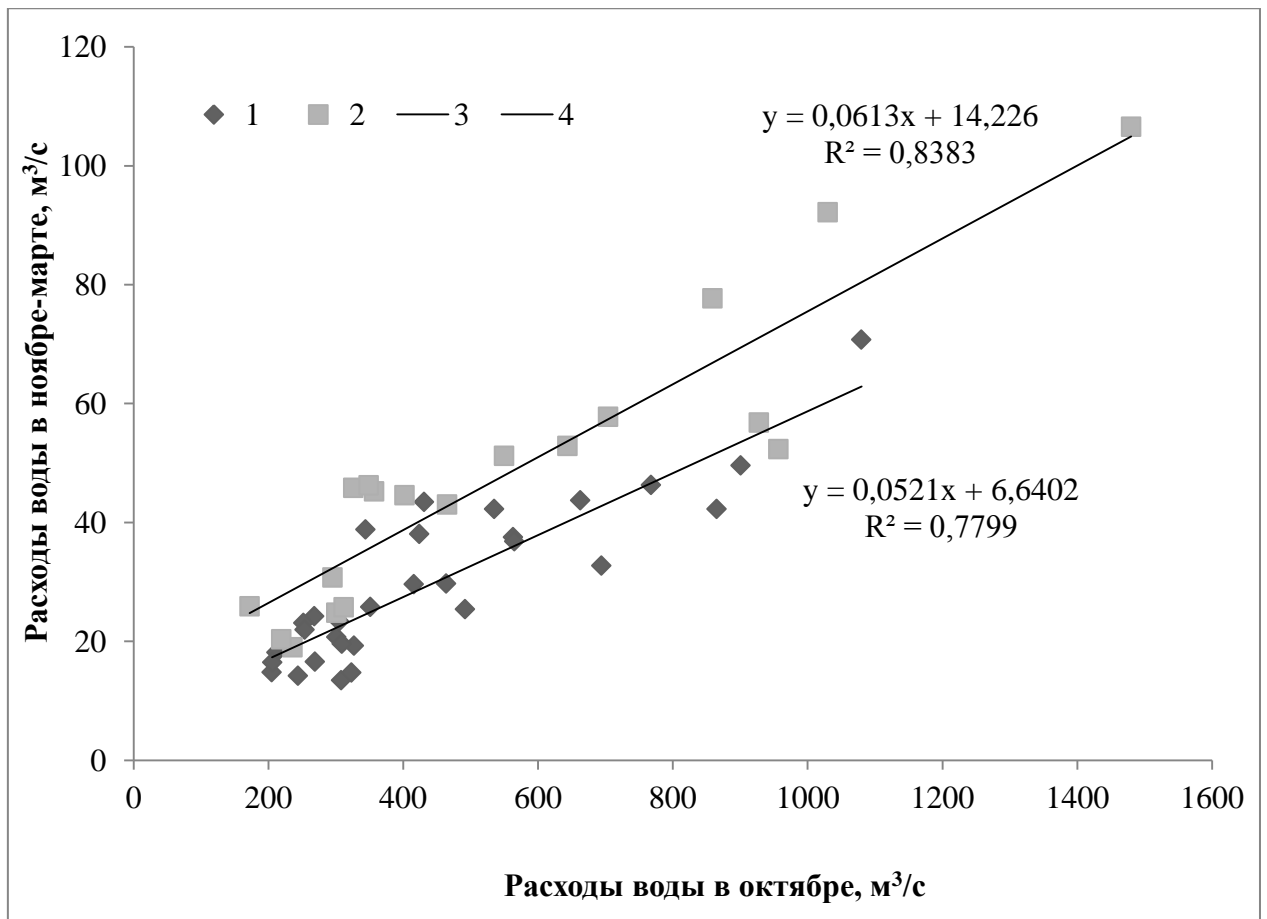


Рис. 4.11. Зависимость стока в ноябре-марте от стока в октябре за различные по термическим условиям атмосферы периоды (р. Шилка – г. Сретенск), 1, 3 – точки и линии связи за период 1957/1958–1987/1988 гг.; 2, 4 – точки и линии связи за период 1988/1989–2006/2007 гг.

Для каждого периода рассчитывалось уравнение зависимости стока в ноябре-марте (Q_{XI-III}) от стока в октябре (Q_X). Линейные зависимости $Q_{XI-III} = f(Q_X)$ за два периода отличаются друг от друга. В большинстве створов одному и тому же значению октябрьского расхода воды во втором периоде, как правило, соответствует больший зимний расход, чем в первом периоде (Рис. 4.11). Это указывает на то, что при сохранении высокой степени зависимости зимнего стока от предшествующего увлажнения вклад потепления все-таки ощутим, и выражается в количественных изменениях этой зависимости. При повышении температуры воздуха возрастает водоотдача речных водосборов. Однако выявленная закономерность

характерна не для всех рек. В створах, где были отмечены тенденции снижения доли зимнего стока, ситуация противоположная.

Таким образом, климатические изменения, выразившиеся в повышении температуры воздуха, привели к уменьшению толщины льда рек. Эти процессы повлияли на режим стока: доля зимнего стока возросла. Тем не менее, объем стока в период ледостава в первую очередь зависит от предшествующего увлажнения и это указывает на то, что абсолютные его значения будут изменяться в соответствии с изменениями летне-осеннего стока.

Заключение

1. С середины XX века в Забайкалье происходит повышение температуры воздуха. В результате ее изменения даты начала ледостава на реках Забайкалья за 50-летний период сместились в сторону более позднего замерзания в среднем на 5 дней ($R = 0,80$), а даты окончания ледостава – в сторону более раннего вскрытия в среднем на 3 дня ($R = -0,89$). Меньшее влияние на даты установления ледостава оказывает расход воды ($R = 0,69$). Смещение этих дат привело к сокращению продолжительности ледостава. Уменьшение толщины льда также обусловлено в основном современным потеплением ($R = -0,76$), в то время как изменение речного стока влияет на его величину в меньшей степени ($R = -0,68$).

2. Межгодовые колебания атмосферных осадков и испаряемости на территории Забайкалья характеризуются цикличностью. В изменениях годовых сумм атмосферных осадков преобладают отрицательные тренды, но только на 15% пунктов наблюдений они являются достоверными, в то время как испаряемость имеет статистически значимую тенденцию увеличения. Сток рек Забайкалья в теплый период года за счет его преобладания в годовом объеме определяет многолетние изменения годового стока и зависит от атмосферных осадков и испаряемости, что подтверждает вейвлет, спектральный и корреляционный анализы. Множественный коэффициент корреляции этой зависимости равен в бассейне Амура 0,73, Лены 0,70, Енисея 0,66. В многолетних изменениях стока хорошо выражена цикличность, линейные тренды по рекам трех бассейнов статистически не достоверны.

3. Сток рек Забайкалья в холодный период года зависит от предшествующего увлажнения (в 76 % створов коэффициент корреляции этой связи имеет значения 0,7 и более), имеет хорошую согласованность с годовым стоком. В многолетнем изменении характеризуется, как положительными, так и отрицательными трендами, которые в большинстве

случаев статистически не достоверны. Доля зимнего стока в его годовом объеме на большинстве рек имеет положительный тренд. Это обусловлено главным образом повышением температуры воздуха и в меньшей степени уменьшением толщины льда.

Список литературы

1. Абасов Н.В. Долгосрочное прогнозирование гидроэнергетического потенциала каскада ГЭС в условиях изменения климата [Текст] / Н.В. Абасов, Т.В. Бережных, В.В. Ветрова // Известия РАН. Энергетика. 2012. № 1. С. 49-57.
2. Адаменко В.Н. Индикация изменений климата. Методы анализа и интерпретации [Текст] / В.Н. Адаменко, М.Д. Масанова, А.Ф. Четвериков. – Л.: Гидрометеоиздат, 1982. 111 С.
3. Акименко Т.А. Реакция стока рек Верхне-Волжского бассейна на изменение климата в последней четверти XX века [Текст] / Т.А. Акименко, В.М. Евстигнеев // Вестн. МГУ. Сер. 5. География. 2002. №5. С. 50-55.
4. Анисимов О.А. Оценка влияния ожидаемых изменений климата на режим вечной мерзлоты [Текст] / О.А. Анисимов // Метеорология и гидрология. 1990. №10. С. 13-20.
5. Арпе К. Анализ изменений гидрологического режима на водосборе Ладожского озера стока Невы в XX и XXI веках с помощью глобальной климатической модели [Текст] / К. Арпе, Л. Бенгтссон, Г.С. Голицын и др. // Метеорология и гидрология. 2000. №12. С. 5-13.
6. Астафьева Н.М. Вейвлет-анализ: основы теории и примеры применения [Текст] / Н.М. Астафьева // Успехи физических наук. – 1996. Т. 166. № 11. С. 1145-1170.
7. Афанасьев А.Н. Колебания гидрометеорологического режима на территории СССР [Текст] / А.Н. Афанасьев. – М.: Изд-во НАУКА, 1967. 232 С.
8. Баженова О.И. Реакция степных и лесостепных морфодинамических систем на современные изменения климата [Текст] / О.И. Баженова, Г.Н. Мартынова // География и природные ресурсы. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. С. 23-32.

9. Бандеева А.Б. Осбенности формирования зимнего стока рек Забайкалья [Текст] / А.Б. Бандеева, Е.Ж. Гармаев // Вестник Бурятского государственного университета. 2013. №4. С. 28-30.
10. Бачурин Г.В. Речной сток и гидрологические районы Забайкалья [Текст] / Г.В. Бачурин // Тепловой и водный режим некоторых районов Сибири. – Л., «Наука», 1970. С. 5-22.
11. Бельчиков В.А. Оценка возможных климатических изменений стока рек бассейна Северной Двины в XXI в. [Текст] / В.А. Бельчиков, А.Я. Полунин, Ю.А. Симонов, и др. // Метеорология и гидрология. 2013. №2. С. 84-91.
12. Бреслав Е.И. Оценка возможных изменений загрязненности рек при глобальном потеплении [Текст] / Е.И. Бреслав, Л.И. Болтнев, И.М. Назаров // Метеорология и гидрология. 1993. №6. С. 70-76.
13. Будыко М.И. Глобальные климатические катастрофы [Текст] / М.И. Будыко, Г.С. Голицын, Ю.А. Израэль – М.: Гидрометеиздат, 1986. 159 С.
14. Будыко М.И. Климат в прошлом и будущем [Текст] / М.И. Будыко – Л.: Гидрометеиздат, 1980. 319 С.
15. Бусаров В.Н. «Климатические» проблемы энергетики [Текст] / В.Н. Бусаров // Природа. 1992. №12. С. 16-19.
16. Бусарова О.Е. Использование результатов моделирования изменения климата для оценки изменения суммарного испарения на территории Европы [Текст] / О.Е. Бусарова, Е.М. Гусев // Метеорология и гидрология. 1995. №10. С. 29-34.
17. Бусарова О.Е. Реакция испарения и первичной биологической продуктивности на возможные изменения климата на Европейской территории [Текст] / О.Е. Бусарова, Е.М. Гусев, Е.А. Денисенко // Изв. РАН. Сер. Геогр. 1995. №3. С. 52-58.
18. Васильев Д.Ю. Корреляции сумм атмосферных осадков со средними и максимальными расходами воды весеннего половодья в бассейне р.

- Белая [Текст] / Д.Ю. Васильев, Н.К. Гавра, Е.С. Кочеткова, и др. // Метеорология и гидрология. 2013. №5. С. 79-90.
- 19.Величко А.А. Влагооборот в почвах при глобальном потеплении климата, опыт прогнозирования на примере Восточной Европы [Текст] / А.А. Величко, Л.О. Карпачевский, Т.Д. Морозова // Почвоведение. 1995. №8. С. 933-942.
- 20.Величко А.А. Глобальные изменения климата и реакция ландшафтной оболочки [Текст] / А.А. Величко // Изв. РАН. Сер. Геогр. 1991. №5. С. 5-22.
- 21.Вершинина Л.К. Оценка потерь талых вод и прогнозы объема стока половодья [Текст] / Л.К. Вершинина, О.И. Крестовский, И.Л. Калюжный, и др. - Л.: Гидрометеиздат, 1985. 190 С.
- 22.Винников К.Я. Влагосодержание почвы и сток на территории СССР при глобальном потеплении [Текст] / К.Я. Винников, Н.А. Лемешко // Метеорология и гидрология. 1987. №12. С. 96-103.
- 23.Витязев В.В. Вейвлет-анализ временных рядов [Текст] / В.В. Витязев. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 2001. 58 С.
- 24.Влияние изменения климата на водные ресурсы в Центральной Азии [Текст] / Казахстан. Алматы. 2009. 44 С.
- 25.Влияние изменения климата на экосистемы бассейна реки Амур [Текст]. – М.: WWF России, 2006. 128 С.
- 26.Водные ресурсы России и их использование [Текст] / 2008. Под ред. И.А. Шикломанова. СПб. ГГИ. 598 С.
- 27.Водогрецкий В.Е. Общий обзор водного режима рек [Текст] / В.Е. Водогрецкий, Г.В. Голофаст // Водные ресурсы рек зоны БАМ. – Л.: Гидрометиздат, 1977. С. 6-17.
- 28.Воейков А.И. Климаты земного шара, в особенности России [Текст] / А.И. Воейков. - СПб. 1884. 640 С.
- 29.Вуглинский В.С. Изменение ледового режима рек и водоемов России и их возможные последствия для экономики [Текст] / В.С. Вуглинский,

- Т.П. Гронская // Современные проблемы гидрометеорологии. - СПб.: Астерион, 2006. С. 229-244.
30. Гармаев Е.Ж. Изменение климата и сток рек Байкальского региона [Текст] / Е.Ж. Гармаев, Д. Доржготов // Вестник Бурятского государственного университета. 2010. №4. С. 17-20.
31. Георгиевский В.Ю. Возможные изменения ресурсов и водного режима в бассейне Днепра при различных сценариях потепления климата [Текст] / В.Ю. Георгиевский, А.В. Ежов, А.Л. Шалыгин и др. // Материалы научно-технической конференции «Водные ресурсы и устойчивое развитие экономики Беларуси». - Минск. 1996. Т.1. С. 21-23.
32. Георгиевский В.Ю. Гидрологический режим и водные ресурсы [Текст] / В.Ю. Георгиевский, А.Л. Шалыгин // Методы оценки последствий изменения климата для физических и биологических систем. - М. 2012. С. 53-86.
33. Георгиевский В.Ю. Оценка влияния возможных изменений климата на гидрологический режим и водные ресурсы рек территории бывшего СССР [Текст] / В.Ю. Георгиевский, А.В. Ежов, А.Л. Шалыгин и др. // Метеорология и гидрология. 1996. №11. С. 89-99.
34. Гидрологические последствия изменений климата [Текст] / Труды Британско-Российской конференции – Барнаул: Изд-во ООО «Пять плюс», 2009. 210 С.
35. Горошков И.Ф. Гидрологические расчеты [Текст] / И.Ф. Горошков. – Л.: Гидрометеоиздат, 1979. 432 С.
36. Гуревич Е.В. Влияние температуры воздуха на зимний сток рек (на примере бассейна р. Алдан) [Текст] / Е.В. Гуревич // Метеорология и гидрология. 2009. №9. С. 92-99.
37. Джамалов Р.Г. Изменение подземного стока под влиянием климата и антропогенных воздействий [Текст] / Р.Г. Джамалов, И.С. Зекцер, Г.Н. Кричевец и др. // Водные ресурсы. – М. 2008. Т. 35. №1. С. 17-24.

38. Джамалов Р.Г. Современные изменения водных ресурсов в бассейне р. Лены [Текст] / Р.Г. Джамалов, Г.Н. Кричевец, Т.И. Сафронова // Водные ресурсы. – М. 2012. Т. 39. №2. С. 131-145.
39. Добровольский С.Г. Климатические изменения в системе «гидросфера-атмосфера» [Текст] / С.Г. Добровольский. – М.: Геос. 2002. 231 С.
40. Дружинин И.П. Динамика многолетних колебаний речного стока [Текст] / И.П. Дружинин, В.Р. Смага, А.Н. Шевнин. – М.: Изд-во НАУКА, 1991. 176 С.
41. Дружинин И.П. Речной сток и геофизические процессы (связи, цикличность и предвиденье) [Текст] / И.П. Дружинин, З.П. Коноваленко, В.П. Кукушкина, и др. – М.: Изд-во НАУКА, 1966. 295 С.
42. Евстигнеев В.М. Географические закономерности низкого зимнего стока рек Бурятии [Текст] / В.М. Евстигнеев, Б.Б. Шайбонов // Вестник МГУ. Сер. 5. 1994. С. 74-79.
43. Евстигнеев В.М. Многолетние колебания и норма стока реки Шилки в связи с особенностями развития основных форм циркуляции [Текст] / В.М. Евстигнеев // Проблемы речного стока. – М. 1968. С. 31-34.
44. Евстигнеев В.М. Речной сток и гидрологические расчеты [Текст] / В.М. Евстигнеев. – М.: Изд-во МГУ, 1990. 303 С.
45. Зайцева И.С. Многолетние колебания стока Волги и глобальные изменения климата [Текст] / И.С. Зайцева // Изв. РАН. Сер. Геогр. 1996. №5. С. 45-54.
46. Зарецкий Ю.А. Физико-математическое моделирование процессов тепловлагопереноса в талых и мерзлых почвах [Текст] / Ю.А. Зарецкий, С.А. Лавров // Метеорология и гидрология. 1985. № 7. С. 82-89.
47. Заслоновский В.Н. Малые реки Забайкалья [Текст] / В.Н. Заслоновский, Г.Г. Иванова, С.Г. Косарев, и др. // Вода России. – Екатеринбург: Изд-во «АКВА-ПРЕСС», 2001. С. 640-654.
48. Зубенок Л.И. Испарение на континентах [Текст] / Л.И. Зубенок. - Л.: Гидрометеоиздат, 1976. 264 С.

- 49.Иванов Н.Н. Показатель биологической эффективности климата [Текст] / Н.Н. Иванов // Известия ВГО. 1962. Т.94. Вып. 1. С. 65-70.
- 50.Израэль Ю.А. Адаптация водного хозяйства Российской Федерации к изменениям климата [Текст] / Ю.А. Израэль, Ю.А. Анохин, Д.Е. Елисеев // Глобальные изменения природной среды и климата. Под ред. Н.П. Лаврова. – М.: Наука, 1997. С. 373-391.
- 51.Израэль Ю.А. Изменения глобального климата, их причины и последствия [Текст] / Ю.А. Израэль // Глобальные экологические проблемы на пороге XXI века. – М.: Наука, 1998. С. 49-68.
- 52.Израэль Ю.А. Последствия изменения климата для России [Текст] / Ю.А. Израэль, Ю.А. Анохин, М.Л. Гитарский, и др. // Состояние и комплексный мониторинг природной среды и климата. Пределы изменений. – М.: Наука, 2001. С. 40-64.
- 53.Израэль Ю.А. Четвертый оценочный доклад межправительственной группы экспертов по изменению климата: вклад рабочей группы II [Текст] / Ю.А. Израэль, С.М. Семенов, О.А. Анисимов и др. // Метеорология и гидрология. 2007. №9. С. 5-13.
- 54.Исаев А.А. Статистика в метеорологии и климатологии [Текст] / А.А. Исаев – М.: Изд-во МГУ. 1988. 245 с.
- 55.Исмаилов Г.Х. Анализ многолетних колебаний годового стока Волги [Текст] / Г.Х. Исмаилов, В.М. Федоров // Вод. Ресурсы. 2001. Т. 28. №5. С. 517-525.
- 56.Казакевич Д.И. Основы теории случайных функций в задачах гидрометеорологии [Текст] / Д.И. Казакевич. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. 231 С.
- 57.Калюжный И.Л. Гидрофизические исследования при мелиорации переувлажненных земель [Текст] / И.Л. Калюжный, К.К. Павлова, С.А. Лавров. - Л.: Гидрометеиздат, 1988. 250 С.
- 58.Калюжный И.Л. Основные физические процессы и закономерности формирования зимнего стока рек в условиях потепления климата

- [Текст] / И.Л. Калюжный, С.А. Лавров / Метеорология и гидрология. 2012. №1. С. 68-81.
59. Калюжный И.Л. Содержание не замерзшей влаги в почвах речных водосборов при отрицательных температурах [Текст] / И.Л. Калюжный, С.А. Лавров. – Метеорология и гидрология. 2002. №10. С. 58-67.
60. Калюжный И.Л. Формирование потерь талого стока [Текст] / И.Л. Калюжный, К.К. Павлова. - Л.: Гидрометеиздат, 1981. 159 С.
61. Кислов А.В. Климат в прошлом, настоящем и будущем [Текст] / А.В. Кислов. – М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2001. 351 С.
62. Клиге Р.К. Влияние глобальных климатических изменений на Водные ресурсы Волжского бассейна [Текст] / Р.К. Клиге, В.С. Ковалевский, Е.А. Федоченко // Глобальные изменения природной среды (климат и водный режим). – М.: Науч. Мир, 2000. С. 220-236.
63. Кобак К.И. Влияние изменений климата на природную зональность и экосистемы России [Текст] / К.И. Кобак, Н.Ю. Кондрашева, И.Е. Турчинович // Изменения климата и их последствия. – СПб.: Наука, 2002. С. 205-209.
64. Кобак К.И. Глобальное потепление и природные зоны [Текст] / К.И. Кобак, Н.Ю. Кондрашева // Метеорология и гидрология. 1992. №8. С. 91-97.
65. Ковалевский В.С. Особенности многолетней изменчивости естественных ресурсов подземных вод Московского региона [Текст] / В.С. Ковалевский, С.В. Якимова // Вод. Ресурсы. 2002. Т. 29, №3. С. 261-269.
66. Кондратьев К.Я. Глобальный климат [Текст] / К.Я. Кондратьев – СПб.: Наука, 1992. 358 С.
67. Коронкевич Н.И. Влияние изменений годовых значений температуры воздуха и осадков на сток рек Русской равнины [Текст] / Н.И.

- Коронкевич, Е.А. Барабанова, И.С. Зайцева // Известия РАН. Сер. Геогр. 2007. №5. С. 64-70.
68. Коронкевич Н.И. О современном состоянии изучения поверхностного стока в основных почвенных зонах Европейской России [Текст] / Н.И. Коронкевич, С.В. Ясинский // Почвоведение. – 1999. №9. С. 1115-1125.
69. Котляков В.М. Глобальные изменения и география [Текст] / В.М. Котляков // Известия РАН. Сер. Геогр. 1995. №3. С. 5-10.
70. Котляков В.М. Глобальные изменения климата: антропогенное влияние или естественные вариации [Текст] / В.М. Котляков // Экология и жизнь. – 2001. №1. С. 44-47.
71. Куделин Б.И. Подземный сток на территории СССР [Текст] / Б.И. Куделин. – М.: Изд-во МГУ, 1966. 302 С.
72. Кузьмин П.П. Процесс таяния снежного покрова [Текст] / П.П. Кузьмин. - Л.: Гидрометеиздат, 1961. 189 С.
73. Кучмент Л.С. Модели процесса формирования речного стока [Текст] / Л.С. Кучмент. - Л.: Гидрометеиздат, 1980. 143 С.
74. Малая энциклопедия Забайкалья: природное наследие [Текст] / Новосибирск: Изд-во «Наука», 2009. 698 С.
75. Малевский-Малевиц С.П. Оценка влияний изменений климата на вечную мерзлоту в России, основанные на модельных сценариях изменения климата [Текст] / С.П. Малевский-Малевиц, Е.Д. Надеждина // Изменения климата и их последствия. – СПб.: Наука, 2002. С. 231-238.
76. Марков М.Л. Проблемы оценки естественных ресурсов подземных вод по гидрологическим данным в условиях изменений климата [Текст] / М.Л. Марков // Материалы международной научной конференции «Ресурсы подземных вод». – М.: Макс-Пресс, 2010. С. 94-98.
77. Методы оценки последствий изменений климата для физических и биологических систем [Текст]. – М.: Росгидромет, 2012. 510 С.

78. Мещерская А.В. Изменение климата Забайкалья во второй половине XX века по данным наблюдений и ожидаемые его изменения в первой четверти XXI века [Текст] / А.В. Мещерская, В.А. Обязов, Э.Г. Богданова, и др. // Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова. – 2009. № 559. С. 32-57.
79. Мохов И.И. Гидрологический режим в бассейнах сибирских рек: модульные оценки изменений в XXI веке [Текст] / И.И. Мохов, В.Ч. Хон // Метеорология и гидрология. 2002. №8. С. 77-93.
80. Напрасников А.Т. Физикогеографические закономерности формирования поверхностного стока горных ландшафтов (на примере Забайкалья) / А.Т. Напрасников, А.И. Сизиков // Вопросы гидрологии Забайкалья. – Чита. 1972. С.3-16.
81. Обязов В.А. Влияние изменений климата на речной сток в зимний период в Забайкалье [Текст] / В.А. Обязов, В.К. Смахтин // Метеорология и гидрология. 2013. №7. С. 95-102.
82. Обязов В.А. Гидрологический режим рек бассейна реки Аргунь [Текст] / В.А. Обязов, В.К. Смахтин // Труды II Всероссийской научной конференции с международным участием "Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии". - Барнаул, Т.1. 2014. С. 210-216.
83. Обязов В.А. Изменения климата в Забайкалье [Текст] / В.А. Обязов // 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.
84. Обязов В.А. Изменения климата в междуречье Аргуни и Онона в контексте глобального потепления [Текст] / В.А. Обязов // Вестник Забайкальского государственного университета. – 2011. № 7. С. 78-85.
85. Обязов В.А. Ледовый режим рек Забайкалья в условиях изменяющегося климата [Текст] / В.А. Обязов, В.К. Смахтин // Водные ресурсы. 2014. Т. 41. № 3. С. 227-234.

- 86.Обязов В.А. Многолетний режим стока рек Забайкалья: анализ и фоновый прогноз [Текст] / В.А. Обязов, В.К. Смахтин // Водное хозяйство России. - 2012. №1. С. 63-72.
- 87.Обязов В.А. Региональные изменения климата: выработка стратегий адаптации [Текст] / В.А. Обязов // Материалы международного симпозиума «Изменение климата Центральной Азии: социально-экономические и экологические последствия». – Чита: Изд-во ЗабГГПУ, 2008. С. 182-184.
- 88.Обязов В.А. Тенденции многолетних изменений речного стока в Забайкалье в многоводные и маловодные периоды [Текст] / В.А. Обязов // Доклады Академии наук. – 2013. Т. 450. № 6. С. 713.
- 89.Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации [Текст] / Т. 1. Изменение климата. – М.: ГУ «НИЦ Планета», 2008. 228 С.
- 90.Писарский Б.И. Закономерности формирования подземного стока бассейна озера Байкал [Текст] / Б.И. Писарский. – Новосибирск: Наука, 1987. 157 С.
- 91.Поляк И.И. Оценивание линейного тренда временных метеорологических рядов [Текст] / И.И. Поляк. - Л. 1975. Труды ГГО. вып. 364. С. 51-55.
- 92.Поляк И.И. Численные методы анализа наблюдений [Текст] / И.И. Поляк. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. 211 С.
- 93.Протасьев М.С. Ресурсы поверхностных вод СССР [Текст] / М.С. Протасьев. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. Т. 17. 407 С.
- 94.Рождественский А.В. Статистические методы в гидрологии [Текст] / А.В. Рождественский, А.И. Чеботарев. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. 424 С.
- 95.Сидоренков Н.С. Исследование климатического режима бассейна реки Волги и Каспийского моря за последнее столетие [Текст] / Н.С.

- Сидоренков, В.И. Швейкина / Водные ресурсы. 1996. Т. 23. №4. С. 401-406.
96. Сикан А.В. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации [Текст] / А.В. Сикан. – СПб.: Изд. РГГМУ, 2007. 279 С.
97. Симонов Ю.А. Анализ многолетних колебаний стока рек бассейна Северного Ледовитого океана [Текст] / Ю.А. Симонов, А.В. Христофоров // Водные ресурсы. 2005. Т. 32. №6. С. 645-652.
98. Синюкович В.Н. Прогноз зимнего стока основных притоков оз. Байкал [Текст] / В.Н. Синюкович // Метеорология и гидрология. 2001. №1. С. 92-100.
99. Сиротенко О.Д. Агроклиматические ресурсы и физико-географическая зональность территории России при глобальном потеплении [Текст] / О.Д. Сиротенко, Е.А. Абашина // Метеорология и гидрология. 1992. №8. С. 38-43.
100. Смахтин В.К. Влияние изменений климата на гидрологический режим рек бассейна реки Онон [Текст] / В.К. Смахтин, В.А. Обязов // Материалы научной конференции «Эволюция биогеохимических систем (факторы, процессы, закономерности) и проблемы природопользования» и симпозиума «Геоэкологические, экономические и социальные проблемы природопользования». – Чита: Изд-во ЗабГГПУ, 2011. С. 195-197.
101. Субботин А.И. Многолетние характеристики гидрометеорологического режима в Подмосковье [Текст] / А.И. Субботин, В.С. Дыгало. - М. 1982. ч.1. 159 С.
102. Тихоцкий К.Г. Карта среднего стока Забайкалья и Восточного Прибайкалья / К.Г. Тихоцкий, В.М. Евстигнеев, В.В. Морозов, Н.В. Шенберг // Климат и гидрография Забайкалья. – Чита. 1972. С.55-56.
103. Харченко С.И. Гидрология орошаемых земель [Текст] / С.И. Харченко - Л.: Гидрометеиздат, 1975. 376 С.

104. Шикломанов И.А. Влияние антропогенных изменений климата на гидрологический режим и водные ресурсы [Текст] / И.А. Шикломанов, В.Ю. Георгиевский // Изменения климата и их последствия. - СПб.: Наука, 2002. С. 152-164.
105. Шикломанов И.А. Влияние изменений климата на гидрологический режим и водные ресурсы рек России [Текст] / И.А. Шикломанов, В.Ю. Георгиевский // Гидрологические последствия изменений климата. – Новосибирск. 2007. С. 192-204.
106. Шикломанов И.А. Влияние климатических изменений на сток рек бассейна Лены [Текст] / И.А. Шикломанов, В.Ю. Георгиевский, А.Л. Шалыгин // Современные проблемы экологической метеорологии и климатологии. - СПб.: Наука, 2005. С. 218-231.
107. Шикломанов И.А. Изменения климата и водное хозяйство [Текст] / И.А. Шикломанов, В.И. Бабкин // Метеорология и гидрология. 1992. №8. С. 38-43.
108. Шикломанов И.А. Изменение климата и динамика притока речных вод в Северный Ледовитый океан [Текст] / И.А. Шикломанов, А.И. Шикломанов / Водные ресурсы. 2003. Т. 30. №6. С. 645-654.
109. Шикломанов И.А. Изменение стока рек России при глобальном потеплении климата [Текст] / И.А. Шикломанов, В.Ю. Георгиевский // Доклады VI всероссийского гидрологического съезда. секция 3. СПб.: Гидрометеоиздат, 2008. С. 159-163.
110. Шикломанов И.А. Сток реки Волги и уровни Каспийского моря: влияние естественных и антропогенных факторов [Текст] / И.А. Шикломанов, В.Ю. Георгиевский // Международный научно-промышленный форум «Великие реки 2000». - Нижний Новгород. 2000. ННГАСУ. С. 45-48.
111. Эдельштейн К.К. Климатическая трансформация гидрологического режима и планктона в Можайском водохранилище

- [Текст] / К.К. Эдельштейн, М.Г. Ершова, М.Г. Гречушникова, и др. // Метеорология и гидрология. 2002. №7. С. 71-82.
112. Ясинский С.В. Влияние региональных колебаний климата и хозяйственной деятельности на изменения гидрологического режима водосборов и стока малых рек / С.В. Ясинский, Е.А. Кашутина // Водные ресурсы. – М. 2012. Т. 39. №3. С. 269-291.
113. Ясинский С.В. Пространственные и временные закономерности изменения весеннего склонового и речного стока на Русской равнине [Текст] / С.В. Ясинский, Е.А. Кашутина / Известия РАН. Сер. Геогр. 2008. №4. С. 71-81.
114. Ясинский С.В. Реакция поверхностного весеннего стока на региональные изменения климата [Текст] / С.В. Ясинский // Известия РАН. Сер. Геогр. 2004. №4. С. 72-84.
115. Ясько В.Г. Подземные воды межгорных впадин Забайкалья [Текст] / В.Г. Ясько. – Новосибирск: Наука, 1982. 169 С.
116. Aboufadel E., Schlicker S. Discovering Wavelets. New York – Chichester – Weinheim – Brisbane – Singapore – Toronto: John Wiley & Sons, 1999. 125 p.
117. Adam J.C. and Lettenmaier D.P. Application of new precipitation and reconstructed streamflow products to streamflow trend attribution in northern Eurasia. – J. Climate, 2008, vol. 21, No. 8, pp. 1807-1828.
118. Addison P. S. The illustrated wavelet transform handbook. Bristol and Philadelphia: Institute of Physics Publishing, 2002. 362 p.
119. Allen M.R. and Ingram W.J. Constraints on future changes in climate and the hydrologic cycle. – Nature, 2002, vol. 419, pp. 224-232.
120. Arnell N.W., 2003. Effects of IPCC SRES emission scenarios on river runoff: A global perspective, J. Hydrol. And Earth Sciences, No. 7, pp. 619-641.

121. Arnell N.W. Climate change and global water resources: SRES emission and socio-economic scenarios. *Global Environmental Change*, 2004, vol. 14, pp. 31-52.
122. Branstetter M.L. and Famiglietti J.S., 1999. Testing the sensitivity of GCM-simulated runoff to climate model resolution using a parallel river transport algorithm, in: *Preprints of 14th Conference on Hydrology*, Dallas, TX, Amer. Meteorol. Soc., pp. 391-392.
123. *Climate Change 2007, 2007. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor, and H.L. Miller (eds.), Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, Cambridge University Press, 966 p.
124. *Climate change 2013. The Physical Science Basis. Summary for Policymakers*. http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_SPM_FINAL.pdf
125. Daniel T.L. Lee, Akio Yamamoto. Wavelet analysis: theory and applications // *Hewlett-Packard Journal*, December 1994. P. 44-52.
126. Dolph J. and Marks D. Characterizing the distribution of observed precipitation and runoff over the continental United States. – *Climate Change*, 1992, vol. 22, No. 2, pp. 99-119, doi: 10.1007/BF00142961.
127. *Fourth Assessment Report of the IPCC. Climate Change 2007: Synthesis Report. Summary for Policymakers*. – WMO-UNEP, 2007.
128. Mallat S. *A wavelet tour of signal processing*. Academic Press, 1999. 851 p.
129. Mettins A. *Signal Analysis: Wavelets, Filter Banks, Time-Frequency Transforms and Applications*. Chichester – New York – Weinheim – Brisbane – Singapore – Toronto: John Wiley & Sons. 1999. 310 p.
130. Newland D.E. *An introduction to random vibrations spectral and wavelet analysis*. Mineola, New York: Dover Publications, 2005. 477 p.

131. Nohara D., Kitoh A., Hosaka M. and Oki T., 2006. Impact of climate change on river runoff, *J. Hydrometeorol.*, vol. 7, pp. 1076-1089.
132. Schar C., Vasilina L., Pertziger F., and Dirren S. Seasonal runoff forecasting using precipitation from meteorological data assimilation systems. – *J. Hydrometeorology*, 2004, vol. 5, No. 5, pp. 959-973.
133. Smith M.B., Koren V.I., Zhang Z., et al. Runoff response to spatial variability in precipitation: An analysis of observed data. – *J. Hydrology*, 2004, vol. 298, No. 1-4, pp. 267-286.
134. Special Report on Emission Scenarios, N. Nakicenovich et al., 2000. A Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, 599 p.
135. Sonechkin D. M., Astafyeva N. M., Datsenko N. M. et al. Multiscale Oscillations of the Global Climate System as Revealed by Wavelet Transform of Observational Data Time Series // *Theoretical Applied Climatology*. 1999. № 64 P. 131-142.
136. Stark H.-G. Wavelets and signal processing. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag 2005. 150 p.
137. Wolock D.M. and McCabe G.J., 1999. Estimates of runoff using water-balance and atmospheric general circulation models, *J. Amer. Water Resources Assn.*, vol. 35, No. 6, pp. 1341-1350.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Перечень метеорологических станций, данные которых использованы в
работе

Станция	Координаты		Высота, м. абс.
	СШ	ВД	
1. Агинское	51° 06'	114° 31'	680
2. Алек.Завод	50° 55'	117° 56'	805
3. Багдарин	54° 28'	113° 35'	904
4. Баргузин	53° 37'	109° 38'	489
5. Баунт	55° 16'	113° 08'	1085
6. Беклемишево	52° 08'	112° 40'	968
7. Бичура	50° 36'	107° 35'	636
8. Борзя	50° 42'	116° 31'	675
9. Букукун	49° 27'	111° 08'	1137
10. Горячинск	52° 59'	108° 17'	487
11. Гуля	54° 40'	121° 00'	566
12. Дарасун	51° 12'	113° 43'	797
13. Доно	50° 53'	118° 35'	694
14. Замакта	52° 46'	109° 58'	1280
15. Кабанск	52° 03'	106° 39'	466
16. Калакан	55° 07'	116° 46'	612
17. Карымская	51° 38'	114° 19'	619
18. Катугино	56° 03'	119° 08'	990
19. Красный Чикой	50° 22'	108° 45'	768
20. Ксеньевская	53° 33'	118° 43'	583
21. Кыра	49° 34'	111° 58'	907
22. Кяхта	50° 22'	106° 27'	791
23. Мангут	49° 42'	112° 40'	807
24. Менза	49° 26'	108° 51'	934
25. Могоча	53° 46'	119° 44'	624
26. Мухоршибирь	51° 02'	107° 49'	737
27. Нерчинск	52° 00'	116° 32'	477
28. Нер. Завод	51° 19'	119° 37'	621
29. Нижнеангарск	55° 47'	109° 33'	477
30. Новоселенгинск	51° 06'	106° 39'	556
31. Петровский Завод	51° 19'	108° 52'	810
32. Санага	50° 43'	102° 47'	1170
33. Соловьевск	49° 54'	115° 45'	620
34. Сосново-Озерское	52° 32'	111° 33'	952
35. Средний Калар	55° 52'	117° 22'	748
36. Сретенск	52° 14'	117° 42'	528
37. Троицкий прииск	54° 37'	113° 08'	1315
38. Тунгокочен	53° 32'	115° 37'	810
39. Тупик	54° 26'	119° 54'	642
40. Уакит	55° 28'	113° 37'	1097
41. Улан-Удэ	51° 50'	107° 36'	514
42. Уоян	56° 08'	111° 37'	487
43. Усть-Баргузин	53° 25'	109° 01'	459
44. Усть-Карск	52° 42'	118° 48'	402
45. Хоринск	52° 10'	109° 47'	665
46. Чара	56° 42'	118° 16'	708
47. Черемх. Перевал	50° 44'	110° 16'	1647
48. Чита	52° 03'	113° 29'	671

Перечень гидрологических постов, данные которых использованы в работе

№ п/п и по карте	Река-пункт	Отметка нуля поста, м БС	Координаты поста		Площадь водосбора, км ²
			Широта	Долгота	
1	2	3	4	5	6
1	р. Ага - с. Агинское	671,51	51°06'	114°33'	2190
2	р. Аленгуй - с. Елизаветино	638,1	51°39'	113°36'	3900
3	р. Амазар - г. Могоча	593,75	53°45'	119°45'	1020
4	р. Амазар - ст. Амазар	430,94	53°51'	120°51'	5170
5	р. Амалат - с. Усть-Антосе	881,82	53°57'	113°06'	2100
6	р. Аргода - с. Аргода	518,00	54°15'	110°43'	1100
7	р. Аса - с. Аца	837,69	50°27'	109°33'	2010
8	р. Баргузин - пос. Баргузин	467,36	53°36'	109°36'	19800
9	р. Баргузин - с. Могойто	494,59	54°23'	110°25'	9350
10	р. Большая Речка - ст. Посольская	477,13	51°57'	106°21'	565
11	р. Большая сухая – с. Сухая	478,78	52°34'	107°08'	379
12	р. Большая Чичатка - ст. Амазар	435,32	53°53'	120°54'	2830
13	р. Борзя - г. Борзя	673,18	50°24'	116°32'	3980
14	р. Верхня Борзя - с. Бырка	566,51	50°39'	118°34'	2280
15	р. Верхняя Ангара - с. Верхняя Заимка	454,66	55°51'	110°09'	20600
16	р. Верхняя Луббия - гм. ст. Часовая	363,09	53°24'	119°58'	226
17	р. Витим - гм. ст. Калакан	593,86	55°06'	116°46'	66300
18	р. Витим - с. Романовка	876,29	53°12'	112°46'	18200
19	р. Газимур - с. Александровский завод	787,23	50°55'	117°56'	811
20	р. Гоуджекит - гп. Гоужекит	652,89	55°42'	109°03'	297
21	р. Джида - с. Хамней	898,56	50°26'	103°56'	8480
22	р. Джида – ст. Джида	574,75	50°38'	106°07'	23300
23	р. Заза - гм. ст. Усть-Заза	967,00	53°11'	111°41'	1880
24	р. Зун-Кука - ст. Яблоновая	822,69	51°50'	112°46'	106
25	р. Иля - с. Иля	784,43	50°50'	113°35'	1370
26	р. Ина - с. Ина	517,03	53°44'	110°15'	3270
27	р. Ингода - с. Дешулан	808,19	50°58'	111°46'	6130
28	р. Ингода - с. Атамановка	630,1	51°57'	113°36'	22000
29	р. Ингода - с. Красноярово	510,06	51°46'	115°36'	37000
30	р. Ингода - с. Улеты	735,3*	51°20'	112°29'	12500
31	р. Калакан - гм. ст. Калакан	596,29	55°09'	116°46'	10700
32	р. Каренга - с. Тунгокочен	801,47	53°32'	115°38'	3670
33	р. Катанца - с. Хилкотой	683,80	49°53'	108°03'	2120
34	р. Кия - с. Кокуй-Комогорцево	538,72	51°56'	115°52'	997
35	р. Кудун - с. Михайловка	712,65	51°53'	110°29'	3300
36	р. Куйтунка – с. Тарбагатай	545,07	51°17'	106°07'	1060
37	р. Курба - с. Новая Курба	560,78	52°03'	108°31'	5500
38	р. Куренга - с. Мироново	534,65	51°58'	117°39'	1430
39	р. Кыра - с. Кыра	887,29	49°34'	112°01'	5100
40	р. Максимиха - с. Максимиха	454,65	53°15'	108°44'	440
41	р. Могойтуй - ст. Могойтуй	641,39*	51°17'	114°54'	580
42	р. Могоча - г. Могоча	591,42	53°46'	119°48'	1340
43	р. Мысовка - г. Бабушкин	464,00	51°43'	105°52'	151
44	р. Нерча - г. Нерчинск	465,89	51°58'	116°34'	27500
45	р. Нерча - с. Кыкер	579,41	53°10'	115°52'	13200
46	р. Нижняя Борзя - с. Михайловка	521,29	51°07'	119°26'	1530
47	р. Никишка - с. Атамановка	632,76	51°57'	113°38'	575
48	р. Онон - ст. Оловянная	560,04	50°57'	115°35'	75100
49	р. Онон - с. Бытэв	740,04	50°10'	113°08'	49500

Продолжение приложения 2

50	р. Онон - с. Чирон	500,9	51°38'	115°47'	95900
51	р. Онон - с. Верхний Ульхун	814,03	49°33'	112°35'	45000
52	р. Оронгой - Оронгойский мост	528,89	51°32'	106°58'	1840
53	р. Селенга - рзд. Мостовой	486,07	52°02'	107°29'	440000
54	р. Селенга - с. Новоселенгинск	531,12	51°06'	106°40'	360000
55	р. Тура - с. Кумахта	726,06	51°20'	113°43'	849
56	р. Турга - с. Бырка	606,13	50°44'	115°58'	2810
57	р. Уда - г. Улан - Удэ	498,63	51°49'	107°37'	34700
58	р. Уда - с. Усть - Эгита	767,04	52°19'	110°38'	3900
59	р. Унго - с. Усть - Унго	681,65	50°53'	108°37'	2290
60	р. Унда - с. Ново-Ивановск	558,24	51°29'	116°24'	7650
61	р. Унда - с. Шелопугино	682,25	51°40'	117°34'	2960
62	р. Урульга - ст. Урульга	558,32	51°47'	114°48'	992
63	р. Учирка - с. Бытэв	745,59	50°10'	113°11'	462
64	р. Хилок - з. Хайластуй	528,29	51°12'	106°58'	38300
65	р. Хилок - с. Малета	662,98	50°50'	108°24'	25700
66	р. Хилок - сг. Хилок	795,23	51°21'	110°28'	15400
67	р. Хилок - с. Малый Куналей	620,55	50°37'	107°49'	29600
68	р. Цакирка - гм. ст. Санага	1179,57	50°42'	102°48'	1030
69	р. Чара - с. Чара	702,51	56°24'	118°17'	4150
70	р. Черная - с. Сбега	455,15	53°18'	118°31'	10300
71	р. Чикой - с. Гремячка	740,92	50°18'	108°38'	15600
72	р. Чикой - с. Поворот	540,95	50°55'	106°38'	44700
73	р. Чина - пр-к Троицкий	1276,89	54°36'	113°07'	448
74	р. Читинка(Чита) - г. Чита	641,39	52°03'	113°28'	4170
75	р. Читинка(Чита) - с. Бургень	746,4	52°25'	113°46'	2640
76	р. Шаманка - гп. Шаманка	634,64	54°28'	110°31'	189
77	р. Шилка - г. Сретенск	434,5	52°15'	117°41'	175000
78	р. Шилка - гм. ст. Часовая	348,68	53°25'	119°58'	200000
79	р. Шилка - с. Усть-Онон	496,8	51°43'	115°51'	133000
80	р. Юмурчен - с. Юмурчен	781,61	53°37'	114°03'	3990
81	руч. Ключевой - с. Атамановка	646,71	51°57'	113°38'	12,3

Коэффициенты корреляции между рядами изменения средней температуры воздуха в Забайкалье

Пункт	Агинское	Александровский Завод	Багдарин	Баргузин	Баунт	Беклемишево	Бичура	Борзя	Бузукун	Горячинск	Гуля	Дарасун	Доно	Замакта	Кабанск	Калакан	Карымская	Катугино	Красный Чикой	Ксеньевская	Кыра	Кяхта	Мангут
Александровский Завод	0,86	1																					
Багдарин	0,87	0,90	1																				
Баргузин	0,83	0,83	0,77	1																			
Баунт	0,84	0,87	0,93	0,82	1																		
Беклемишево	0,92	0,87	0,88	0,92	0,86	1																	
Бичура	0,78	0,69	0,70	0,80	0,69	0,88	1																
Борзя	0,87	0,92	0,83	0,84	0,79	0,88	0,75	1															
Бузукун	0,88	0,82	0,84	0,85	0,81	0,94	0,93	0,86	1														
Горячинск	0,80	0,83	0,78	0,89	0,80	0,89	0,81	0,82	0,87	1													
Гуля	0,84	0,91	0,91	0,80	0,90	0,86	0,70	0,87	0,84	0,81	1												
Дарасун	0,95	0,89	0,89	0,91	0,88	0,98	0,86	0,89	0,94	0,89	0,88	1											
Доно	0,87	0,96	0,89	0,79	0,86	0,87	0,71	0,93	0,84	0,82	0,93	0,89	1										
Замакта	0,82	0,86	0,81	0,87	0,84	0,90	0,78	0,82	0,88	0,88	0,83	0,91	0,84	1									
Кабанск	0,81	0,79	0,76	0,91	0,81	0,90	0,85	0,78	0,88	0,96	0,78	0,89	0,76	0,90	1								
Калакан	0,80	0,84	0,92	0,75	0,89	0,83	0,68	0,80	0,82	0,79	0,94	0,84	0,88	0,79	0,74	1							
Карымская	0,94	0,85	0,86	0,90	0,84	0,95	0,85	0,86	0,93	0,85	0,86	0,97	0,87	0,87	0,86	0,84	1						
Катугино	0,78	0,82	0,88	0,70	0,84	0,79	0,65	0,80	0,81	0,72	0,94	0,82	0,86	0,75	0,67	0,92	0,81	1					
Красный Чикой	0,81	0,72	0,71	0,87	0,73	0,90	0,95	0,78	0,92	0,86	0,74	0,89	0,74	0,83	0,89	0,72	0,88	0,67	1				
Ксеньевская	0,84	0,90	0,92	0,77	0,89	0,84	0,68	0,85	0,83	0,79	0,97	0,87	0,93	0,82	0,76	0,94	0,84	0,92	0,72	1			
Кыра	0,84	0,77	0,81	0,73	0,75	0,86	0,87	0,84	0,94	0,76	0,77	0,86	0,80	0,76	0,76	0,75	0,83	0,75	0,82	0,79	1		
Кяхта	0,79	0,76	0,73	0,87	0,73	0,91	0,94	0,79	0,92	0,88	0,74	0,89	0,74	0,87	0,92	0,69	0,87	0,66	0,92	0,72	0,82	1	
Мангут	0,86	0,84	0,83	0,83	0,80	0,92	0,90	0,91	0,95	0,86	0,83	0,92	0,85	0,85	0,85	0,79	0,88	0,77	0,88	0,83	0,96	0,89	1
Менза	0,80	0,76	0,72	0,81	0,71	0,89	0,91	0,83	0,91	0,85	0,75	0,87	0,78	0,81	0,84	0,71	0,83	0,71	0,91	0,74	0,88	0,89	0,92

Продолжение приложения 3

Пункт	Агинское	Александровский Завод	Багдарин	Баргузин	Баунт	Беклемишево	Бычуга	Борзя	Букукун	Горячинск	Гуля	Дарасун	Доно	Замакта	Кабанск	Калакан	Карымская	Катугино	Красный Чикой	Ксеньевская	Кыра	Кяхта	Мангут
Могоча	0,84	0,88	0,90	0,73	0,86	0,81	0,66	0,83	0,82	0,76	0,96	0,86	0,92	0,79	0,72	0,92	0,83	0,92	0,72	0,98	0,77	0,68	0,81
Мухоршибирь	0,79	0,76	0,79	0,81	0,73	0,92	0,92	0,79	0,92	0,86	0,76	0,89	0,77	0,83	0,84	0,76	0,87	0,74	0,89	0,74	0,86	0,92	0,90
Нерчинск	0,87	0,92	0,89	0,79	0,83	0,87	0,69	0,89	0,81	0,75	0,89	0,88	0,91	0,75	0,71	0,82	0,87	0,84	0,67	0,88	0,78	0,72	0,82
Нерчинский Завод	0,85	0,94	0,86	0,79	0,84	0,85	0,70	0,91	0,82	0,81	0,92	0,88	0,98	0,84	0,77	0,86	0,85	0,85	0,73	0,93	0,78	0,74	0,84
Нижнеангарск	0,81	0,87	0,82	0,88	0,84	0,88	0,74	0,82	0,84	0,93	0,86	0,87	0,86	0,89	0,91	0,84	0,85	0,78	0,80	0,85	0,71	0,82	0,81
Новоселенгинск	0,79	0,73	0,74	0,85	0,74	0,90	0,95	0,74	0,91	0,86	0,74	0,88	0,72	0,81	0,89	0,73	0,88	0,68	0,94	0,72	0,82	0,95	0,87
Петр.Завод	0,84	0,81	0,77	0,92	0,80	0,94	0,92	0,83	0,92	0,92	0,78	0,93	0,79	0,90	0,94	0,76	0,91	0,71	0,95	0,76	0,82	0,96	0,90
Санага	0,74	0,67	0,71	0,70	0,62	0,82	0,85	0,74	0,86	0,73	0,71	0,81	0,69	0,76	0,74	0,67	0,79	0,69	0,80	0,72	0,83	0,86	0,85
Соловьевск	0,91	0,88	0,84	0,84	0,80	0,92	0,82	0,95	0,91	0,83	0,86	0,93	0,90	0,85	0,81	0,81	0,90	0,79	0,82	0,85	0,90	0,84	0,93
Сосново-Озерское	0,77	0,80	0,76	0,83	0,75	0,87	0,76	0,80	0,84	0,81	0,76	0,85	0,78	0,89	0,79	0,74	0,81	0,71	0,77	0,74	0,76	0,79	0,82
Ср Калар	0,81	0,83	0,90	0,73	0,88	0,81	0,67	0,78	0,82	0,77	0,94	0,85	0,88	0,79	0,72	0,97	0,84	0,94	0,72	0,94	0,75	0,69	0,78
Срегенск	0,88	0,93	0,88	0,83	0,86	0,87	0,71	0,88	0,83	0,80	0,94	0,90	0,93	0,81	0,77	0,87	0,89	0,86	0,75	0,95	0,75	0,76	0,82
Троицкий Прииск	0,87	0,88	0,91	0,86	0,96	0,88	0,72	0,81	0,82	0,82	0,89	0,90	0,85	0,86	0,85	0,87	0,87	0,80	0,77	0,88	0,74	0,78	0,80
Тунгокочен	0,90	0,92	0,94	0,83	0,90	0,89	0,73	0,88	0,85	0,79	0,93	0,91	0,91	0,83	0,79	0,90	0,88	0,87	0,74	0,94	0,79	0,76	0,84
Тупик	0,85	0,89	0,91	0,79	0,90	0,86	0,69	0,84	0,84	0,78	0,98	0,90	0,91	0,83	0,76	0,94	0,87	0,94	0,73	0,97	0,77	0,73	0,82
Уакит	0,83	0,86	0,93	0,80	0,98	0,85	0,67	0,79	0,80	0,78	0,92	0,86	0,87	0,83	0,79	0,91	0,83	0,87	0,72	0,90	0,74	0,71	0,77
Улан-Удэ	0,82	0,76	0,77	0,91	0,79	0,92	0,92	0,79	0,92	0,91	0,79	0,92	0,77	0,87	0,93	0,79	0,91	0,74	0,95	0,76	0,81	0,93	0,88
Уоян	0,85	0,89	0,89	0,91	0,91	0,90	0,74	0,84	0,84	0,88	0,90	0,91	0,88	0,87	0,88	0,89	0,90	0,83	0,80	0,89	0,73	0,81	0,81
Усть-Баргузин	0,73	0,80	0,71	0,83	0,72	0,81	0,69	0,79	0,79	0,88	0,76	0,80	0,78	0,90	0,84	0,72	0,77	0,67	0,74	0,75	0,68	0,76	0,78
Усть-Карск	0,86	0,89	0,85	0,84	0,84	0,87	0,72	0,86	0,84	0,81	0,93	0,90	0,90	0,82	0,79	0,88	0,89	0,85	0,78	0,94	0,74	0,77	0,81
Хоринск	0,82	0,74	0,75	0,91	0,80	0,89	0,87	0,76	0,87	0,84	0,73	0,89	0,73	0,82	0,89	0,74	0,89	0,67	0,89	0,71	0,79	0,86	0,83
Чара	0,86	0,89	0,94	0,81	0,92	0,88	0,71	0,82	0,83	0,81	0,93	0,89	0,88	0,82	0,79	0,92	0,87	0,90	0,74	0,92	0,75	0,75	0,80
Черем Перевал	0,82	0,84	0,79	0,88	0,81	0,92	0,82	0,85	0,89	0,89	0,80	0,91	0,81	0,93	0,91	0,75	0,87	0,72	0,85	0,78	0,79	0,93	0,88
Чита	0,87	0,80	0,79	0,91	0,78	0,95	0,88	0,84	0,91	0,87	0,81	0,94	0,82	0,84	0,86	0,80	0,94	0,76	0,90	0,79	0,81	0,89	0,88

Продолжение приложения 3

	Менза	Могоча	Мухоршибирь	Нерчинск	Нерчинский Завод	Нижнеангарск	Новоселенгинск	Петр.Завод	Санага	Соловьевск	Сосново-Озерское	Ср Калар	Среденск	Троицкий Прииск	Тунгокочен	Тупик	Уакит	Улан-Удэ	Уоян	Усть-Баргузин	Усть-Карск	Хоринск	Чара	Черем Перевал
Могоча	0,73	1																						
Мухоршибирь	0,89	0,73	1																					
Нерчинск	0,72	0,86	0,76	1																				
Нерчинский Завод	0,78	0,91	0,77	0,89	1																			
Нижнеангарск	0,79	0,83	0,78	0,78	0,84	1																		
Новоселенгинск	0,88	0,69	0,91	0,71	0,72	0,81	1																	
Петр.Завод	0,91	0,74	0,92	0,75	0,79	0,87	0,95	1																
Санага	0,82	0,69	0,88	0,72	0,67	0,68	0,81	0,82	1															
Соловьевск	0,87	0,83	0,85	0,87	0,88	0,82	0,81	0,87	0,78	1														
Сосново-Озерское	0,79	0,72	0,82	0,78	0,77	0,78	0,75	0,81	0,73	0,81	1													
Ср Калар	0,71	0,94	0,74	0,81	0,86	0,84	0,72	0,75	0,66	0,79	0,72	1												
Среденск	0,75	0,93	0,74	0,93	0,92	0,85	0,75	0,80	0,70	0,86	0,76	0,89	1											
Троицкий Прииск	0,73	0,85	0,72	0,84	0,84	0,87	0,77	0,83	0,66	0,80	0,75	0,85	0,90	1										
Тунгокочен	0,75	0,91	0,76	0,93	0,89	0,85	0,75	0,79	0,73	0,87	0,79	0,88	0,94	0,93	1									
Тупик	0,74	0,96	0,76	0,88	0,90	0,84	0,73	0,78	0,72	0,86	0,76	0,94	0,93	0,89	0,94	1								
Уакит	0,69	0,88	0,72	0,83	0,85	0,85	0,73	0,78	0,60	0,80	0,73	0,91	0,87	0,95	0,90	0,91	1							
Улан-Удэ	0,89	0,75	0,93	0,73	0,77	0,87	0,95	0,97	0,80	0,84	0,81	0,78	0,77	0,80	0,77	0,78	0,78	1						
Уоян	0,75	0,87	0,78	0,85	0,86	0,95	0,81	0,87	0,69	0,84	0,77	0,87	0,89	0,93	0,91	0,90	0,91	0,86	1					
Усть-Баргузин	0,75	0,71	0,75	0,72	0,78	0,86	0,72	0,80	0,67	0,78	0,93	0,71	0,75	0,74	0,76	0,74	0,71	0,80	0,79	1				
Усть-Карск	0,76	0,92	0,74	0,88	0,90	0,86	0,75	0,81	0,73	0,85	0,76	0,89	0,97	0,90	0,94	0,93	0,85	0,79	0,90	0,77	1			
Хоринск	0,79	0,68	0,83	0,73	0,74	0,81	0,90	0,92	0,69	0,80	0,80	0,73	0,76	0,83	0,75	0,74	0,79	0,94	0,84	0,76	0,76	1		
Чара	0,73	0,90	0,77	0,88	0,86	0,86	0,76	0,79	0,70	0,82	0,76	0,91	0,92	0,92	0,94	0,94	0,92	0,79	0,93	0,73	0,90	0,76	1	
Черем Перевал	0,85	0,74	0,86	0,76	0,80	0,87	0,86	0,93	0,81	0,87	0,80	0,73	0,80	0,84	0,82	0,80	0,78	0,87	0,86	0,80	0,82	0,81	0,81	1
Чита	0,86	0,78	0,88	0,81	0,80	0,85	0,89	0,91	0,79	0,87	0,84	0,79	0,84	0,81	0,83	0,82	0,77	0,92	0,87	0,78	0,86	0,89	0,83	0,84

Приложение 4

Коэффициенты корреляции между рядами годовых сумм атмосферных осадков в пунктах Амурского бассейна

Пункт	Нерчинск	Сретенск	Чита	Мангут	Могоча	Агинское	Черемховский перевал	Борзя	Кыра	Карымское	Нерчинский Завод	Дарасун	Ксеньевская	Александровский завод
Нерчинск	1													
Сретенск	0,70	1												
Чита	0,35	0,37	1											
Мангут	0,39	0,20	0,31	1										
Могоча	0,51	0,49	0,33	0,19	1									
Агинское	0,62	0,45	0,62	0,58	0,31	1								
Черемховский перевал	0,28	0,39	0,40	0,55	0,23	0,40	1							
Борзя	0,39	0,44	0,24	0,35	0,29	0,45	0,21	1						
Кыра	0,51	0,37	0,46	0,80	0,36	0,64	0,52	0,43	1					
Карымское	0,42	0,30	0,48	0,47	0,24	0,70	0,32	0,33	0,55	1				
Нерчинский Завод	0,65	0,66	0,19	0,32	0,52	0,50	0,19	0,42	0,36	0,26	1			
Дарасун	0,60	0,52	0,60	0,55	0,25	0,87	0,46	0,46	0,66	0,71	0,45	1		
Ксеньевская	0,56	0,60	0,33	0,18	0,78	0,40	0,27	0,30	0,31	0,28	0,60	0,34	1	
Александровский завод	0,64	0,52	0,26	0,48	0,50	0,56	0,37	0,61	0,54	0,50	0,67	0,52	0,51	1

Продолжение приложения 4

Коэффициенты корреляции между рядами годовых сумм атмосферных осадков в пунктах Енисейского бассейна

Пункт	Улан-Удэ	Баргузин	Новоселенгинск	Красный Чикой	Петровский Завод	Кабанск	Нижнеангарск	Уоян	Горячинск	Санага
Улан-Удэ	1									
Баргузин	0,53	1								
Новоселенгинск	0,56	0,61	1							
Красный Чикой	0,55	0,40	0,29	1						
Петровский Завод	0,66	0,41	0,36	0,74	1					
Кабанск	0,68	0,49	0,66	0,45	0,44	1				
Нижнеангарск	0,22	0,20	0,32	0,16	0,25	0,29	1			
Уоян	0,12	0,21	0,16	0,23	0,14	0,17	0,49	1		
Горячинск	0,60	0,68	0,48	0,57	0,51	0,56	0,26	0,18	1	
Санага	0,30	0,42	0,31	0,29	0,32	0,13	0,05	0,03	0,28	1

Коэффициенты корреляции между рядами годовых сумм атмосферных осадков в пунктах Ленского бассейна

Пункт	Чара	Калакан	Тунгокочен	Сосново-Озерское	Троицкий прииск
Чара	1				
Калакан	0,41	1			
Тунгокочен	0,12	0,44	1		
Сосново-Озерское	-0,04	0,32	0,38	1	
Троицкий прииск	-0,11	0,10	0,45	0,43	1

Коэффициенты корреляции между рядами испаряемости по Амурскому бассейну

Пункт	Нерчинск	Сретенск	Чита	Агинское	Борзя	Кыра	Карымское	Нерчинский Завод	Алек Завод	Дарасун	Доно	Ксеньевская	Мангут
Сретенск	0,73	1											
Чита	0,30	0,64	1										
Агинское	0,52	0,59	0,61	1									
Борзя	0,59	0,75	0,70	0,65	1								
Кыра	0,21	0,47	0,68	0,61	0,60	1							
Карымское	0,48	0,62	0,71	0,73	0,76	0,52	1						
Нерчинский Завод	0,51	0,62	0,44	0,63	0,58	0,40	0,48	1					
Алек Завод	0,60	0,75	0,58	0,74	0,76	0,62	0,65	0,71	1				
Дарасун	0,22	0,47	0,73	0,66	0,65	0,62	0,61	0,27	0,48	1			
Доно	0,56	0,78	0,66	0,70	0,76	0,59	0,58	0,65	0,77	0,63	1		
Ксеньевская	0,32	0,50	0,26	0,45	0,34	0,22	0,34	0,33	0,39	0,39	0,44	1	
Мангут	0,32	0,52	0,69	0,74	0,69	0,82	0,62	0,44	0,67	0,72	0,68	0,36	1
Соловьевск	0,42	0,63	0,60	0,72	0,74	0,65	0,65	0,58	0,71	0,58	0,70	0,32	0,76

Коэффициенты корреляции между рядами испаряемости по Енисейскому бассейну

Пункт	Новоселенгинск	Красный Чикой	Петровский Завод	Кабанск	Мухоршибирь	Сосново-Озерское	Хоринск	Кяхта	Баргузин	Бичура	Менза	Нижнеангарск	Улан-Удэ	Уоян
Красный Чикой	0,77	1												
Петровский Завод	0,71	0,69	1											
Кабанск	0,60	0,54	0,59	1										
Мухоршибирь	0,86	0,80	0,78	0,60	1									
Сосново-Озерское	0,46	0,55	0,53	0,35	0,55	1								
Хоринск	0,37	0,47	0,60	0,51	0,50	0,49	1							
Кяхта	0,56	0,59	0,55	0,62	0,60	0,23	0,57	1						
Баргузин	0,06	-0,04	0,32	0,37	0,08	0,07	0,36	0,26	1					
Бичура	0,75	0,82	0,76	0,53	0,81	0,54	0,52	0,55	0,12	1				
Менза	0,43	0,61	0,47	0,06	0,57	0,50	0,24	0,16	-0,25	0,51	1			
Нижнеангарск	0,40	0,28	0,20	0,16	0,30	0,31	-0,03	0,01	0,00	0,24	0,26	1		
Улан-Удэ	0,80	0,75	0,80	0,64	0,85	0,46	0,45	0,56	0,16	0,78	0,44	0,35	1	
Уоян	0,11	0,11	0,05	0,29	0,10	0,13	0,03	-0,06	0,05	0,10	0,06	0,44	0,10	1
Усть-Баргузин	0,06	0,10	0,28	0,23	0,17	0,27	0,30	0,05	0,65	0,20	0,07	0,23	0,13	0,09

Коэффициенты корреляции между рядами испаряемости по Ленскому бассейну

Пункт	Чара	Тунгокочен	Троицкий Прииск	Баунт	Тупик	Гуля	Сред Калар
Тунгокочен	-0,01	1					
Троицкий Прииск	-0,02	0,44	1				
Баунт	0,24	0,18	0,17	1			
Тупик	0,45	0,28	0,27	0,40	1		
Гуля	0,59	0,05	0,02	0,40	0,57	1	
Сред Калар	0,34	-0,03	0,17	0,22	0,30	0,33	1
Уакит	0,29	0,43	0,49	0,43	0,51	0,19	0,19

Зависимость дат начала ледостава от температуры воздуха и расхода воды

Ряд средней температуры воздуха в октябре по станции	Ряд дат начала ледостава и среднего расхода воды за октябрь в пункте	$R_{D,t,Q}$	$R_{D,t}$	$R_{D,Q}$
Агинское	р.Ага - с.Агинское	0,67	0,64	0,39
Александровский завод	р.Газимур - с.Александровский завод	0,69	0,47	0,61
Баргузин	р.Баргузин - пос. Баргузин	0,25	0,25	0,094
Борзя	р.Борзя - г.Борзя	0,78	0,5	0,69
Калакан	р.Витим - с.Калакан	0,65	0,33	0,62
Кыра	р.Кыра - с.Кыра	0,65	0,4	0,6
Могоча	р.Амазар - г.Могоча	0,72	0,65	0,4
Нерчинск	р.Нерча - г.Нерчинск	0,73	0,71	0,35
Новоселенгинск	р.Селенга - с.Новоселенгинск	0,35	0,28	0,25
Санага	р.Цакирка - гм.ст. Санага	0,62	0,61	0,17
Сретенск	р.Шилка - г.Сретенск	0,68	0,52	0,58
Троицкий прииск	р.Чина - с.Троицкий прииск	0,47	0,45	0,27
Тунгокочен	р.Каренга - с.Тунгокочен	0,64	0,63	0,33
Улан-Удэ	р.Уда - г.Улан - Удэ	0,23	0,14	0,23
Новоселенгинск	р.Оронгой - Оронгойский мост	0,41	0,41	0,18
Баргузин	р.Шаманка - гм.п. Шаманка	0,32	0,32	0,002
Петровский Завод	р.Катанца - с.Хилкотой	0,59	0,5	0,48
Красный Чикой	р.Аса - с.Аца	0,61	0,61	0,19
Карымское	р.Аленгуй - с.Елизаветино	0,73	0,47	0,66
Петровский Завод	р.Хилок - с.Малета	0,55	0,46	0,5
Чита	р.Зун-Кука - ст.Яблоновая	0,59	0,59	-0,02
Горячинск	р.Максимиха - с.Максимиха	0,57	0,43	0,55
Чита	р.Читинка(Чита) - г.Чита	0,67	0,67	0,35
Красный чикой	р.Чикой - с.Гремячка	0,51	0,42	0,43
Могоча	р.Могоча - с.Могоча	0,69	0,65	0,36
Красный чикой	р.Чикой - с.Поворот	0,38	0,37	0,032
Чита	р.Никишка - с.Атамановка	0,77	0,61	0,61
Улан-Удэ	р.Курба - с.Новая Курба	0,37	0,37	0,12
Тунгокочен	р.Нерча - с.Кыкер	0,72	0,62	0,53
Улан-Удэ	р.Селенга - рзд. Мостовой	0,52	0,52	0,14
Сосново-Озерское	р.Заза - с.Усть-Заза	0,65	0,6	0,49
Сретенск	р.Куренга - с.Мироново	0,69	0,57	0,56
Нерчинский Завод	р.Верхняя Борзя - с.Бырка	0,65	0,47	0,46
Чита	р.Ингода - с.Улеты	0,37	0,26	0,34
Петровский Завод	р.Хилок - с.Малый Куналей	0,68	0,63	0,53
Мангут	р.Онон - с.Бытэв	0,55	0,44	0,43
Дарасун	р.Тура - с.Кумахта	0,75	0,55	0,68
Калакан	р.Калакан - гм.ст.Калакан	0,68	0,36	0,66
Ксеньевская	р.Черная - с.Сбега	0,69	0,56	0,52
Улан-Удэ	р.Уда - с.Усь-Эгита	0,7	0,47	0,65

Продолжение приложения 6

Сосново-Озерское	р.Витим - с.Романовка	0,7	0,51	0,65
Могоча	р.Большая Чичатка - ст. Амазар	0,65	0,63	0,37
Кабанск	р.Большая Сухая - с.Сухая	0,14	0,092	0,14
Чита	р.Ингода - с.Атамановка	0,69	0,43	0,65
Могоча	р.Верхняя Луббия - гм.ст.Часовая	0,73	0,56	0,57
Кабанск	р.Большая речка - ст. Посольская	0,55	0,39	0,49
Баргузин	р.Баргузин - с. Могойто	0,35	0,34	0,14
Нижнеангарск, Уоян	р.Верхняя Ангара - с. Верхняя Заимка	0,81	0,81	0,44
Петровский Завод	р.Хилок - г. Хилок	0,78	0,64	0,68
Нерчинский Завод	р.Нижняя Борзя - с.Михайловка	0,71	0,45	0,57
Могоча	р.Шилка - х.Часовая	0,69	0,47	0,61
Тунгокочен	р.Юмурчен - с.Юмурчен	0,78	0,57	0,72
Чара	р.Чара - с.Чара	0,71	0,7	0,28
Агинское, Нерчинск	р.Онон - с.Чирон	0,67	0,5	0,55
Петровский Завод	р.Хилок - з.Хайластуй	0,54	0,45	0,47
Сретенск	р.Унда - с.Шелопугино	0,61	0,52	0,45
Черемховский перевал	р.Ингода - с.Дешулан	0,49	0,49	0,18
Нерчинск	р.Шилка - с.Усть-Онон	0,62	0,42	0,53
Борзя	р.Турга - с.Бырка	0,75	0,43	0,7
Агинское	р.Иля - с.Иля	0,54	0,41	0,45
Мангут	р.Онон - с.Верхний Ульхун	0,5	0,29	0,47
Кабанск	р.Мысовка - г.Бабушкин	0,49	0,14	0,48
Могоча	р.Амазар - ст.Амазар	0,52	0,36	0,46
Сретенск	р.Кия - с.Кокуй-Комогорцево	0,63	0,39	0,53
Чита	р.Читинка (Чита) - с.Бургень	0,29	0,27	0,2

$R_{D,t,Q}$ – Коэффициент множественной корреляции между рядами дат начала ледостава, средней температурой воздуха в октябре и средним расходом воды в октябре.

$R_{D,t}$ – Коэффициент парной корреляции между рядами дат начала ледостава и средней температурой воздуха в октябре.

$R_{D,Q}$ – Коэффициент парной корреляции между рядами дат начала ледостава и средним расходом воды в октябре.

Зависимость дат окончания ледостава от температуры воздуха и расхода
ВОДЫ

Ряд средней температуры воздуха в апреле по станции	Ряд дат окончания ледостава в пункте и ряд среднего за апрель расхода воды	$R_{D,t,Q}$	$R_{D,t}$	$R_{D,Q}$
Агинское	р.Ага - с.Агинское	0,61	-0,6	0,075
Александровский завод	р.Газимур - с.Александровский завод	0,8	-0,77	-0,19
Баргузин	р.Баргузин - пос. Баргузин	0,71	-0,66	-0,63
Борзя	р.Борзя - г.Борзя	0,63	-0,55	-0,34
Калакан	р.Витим - с.Калакан	0,51	-0,23	-0,5
Кыра	р.Кыра - с.Кыра	0,77	-0,75	-0,62
Могоча	р.Амазар - г.Могоча	0,47	-0,17	-0,47
Нерчинск	р.Нерча - г.Нерчинск	0,74	-0,64	-0,43
Новоселенгинск	р.Селенга - с.Новоселенгинск	0,81	-0,77	-0,62
Санага	р.Цакирка - гм.ст. Санага	0,65	-0,62	-0,53
Сретенск	р.Шилка - г.Сретенск	0,85	-0,66	-0,66
Троицкий прииск	р.Чина - с.Троицкий прииск	0,53	-0,28	-0,51
Тунгокочен	р.Каренга - с.Тунгокочен	0,74	-0,35	-0,68
Улан-Удэ	р.Уда - г.Улан - Удэ	0,54	-0,53	-0,18
Новоселенгинск	р.Оронгой - Оронгойский мост	0,37	-0,35	-0,094
Баргузин	р.Шаманка - гм.п. Шаманка	0,27	-0,27	-0,042
Петровский Завод	р.Катанца - с.Хилкотой	0,59	-0,35	-0,59
Красный Чикой	р.Аса - с.Аца	0,78	-0,71	-0,67
Карымское	р.Аленгуй - с.Елизаветино	0,59	-0,56	-0,44
Петровский Завод	р.Хилок - с.Малета	0,66	-0,66	-0,39
Чита	р.Зун-Кука - ст.Яблоновая	0,54	-0,54	-0,12
Горячинск	р.Максимиha - с.Максимиha	0,56	-0,47	-0,51
Чита	р.Читинка(Чита) - г.Чита	0,53	-0,52	-0,059
Красный чикой	р.Чикой - с.Гремячка	0,64	-0,58	-0,58
Могоча	р.Могоча - с.Могоча	0,57	-0,57	-0,23
Красный чикой	р.Чикой - с.Поворот	0,82	-0,77	-0,74
Чита	р.Никишка - с.Атамановка	0,25	-0,18	-0,22
Улан-Удэ	р.Курба - с.Новая Курба	0,57	-0,54	-0,49
Тунгокочен	р.Нерча - с.Кыкер	0,86	-0,55	-0,8
Улан-Удэ	р.Селенга - рзд. Мостовой	0,85	-0,85	-0,51
Сосново-Озерское	р.Заза - с.Усть-Заза	0,59	-0,27	-0,55
Сретенск	р.Куренга - с.Мироново	0,26	0,13	-0,24
Нерчинский Завод	р.Верхня Борзя - с.Бырка	0,6	-0,59	0,014
Чита	р.Ингода - с.Улеты	0,42	-0,42	-0,27
Петровский Завод	р.Хилок - с.Малый Куналей	0,83	-0,78	-0,63
Мангут	р.Онон - с.Бытэв	0,79	-0,7	-0,6
Дарасун	р.Тура - с.Кумахта	0,55	-0,52	-0,24
Калакан	р.Калакан - гм.ст.Калакан	0,65	-0,41	-0,6
Ксеньевская	р.Черная - с.Сбега	0,71	-0,57	-0,57

Продолжение приложения 7

Улан-Удэ	р.Уда - с.Усь-Эгита	0,75	-0,58	-0,59
Сосново-Озерское	р.Витим - с.Романовка	0,49	-0,13	-0,49
Могоча	р.Большая Чичатка - ст. Амазар	0,65	-0,48	-0,59
Кабанск	р.Большая Сухая - с.Сухая	0,67	-0,66	-0,4
Чита	р.Ингода - с.Атамановка	0,75	-0,71	-0,65
Могоча	р.Верхняя Луббья - гм.ст.Часовая	0,54	-0,53	-0,35
Кабанск	р.Большая речка - ст. Посольская	0,83	-0,83	-0,53
Баргузин	р.Баргузин - с. Могойто	0,63	-0,6	-0,28
Нижнеангарск, Уоян	р.Верхняя Ангара - с. Верхняя Заимка	0,76	-0,75	-0,55
Петровский Завод	р.Хилок - г. Хилок	0,82	-0,74	-0,69
Нерчинский Завод	р.Нижняя Борзя - с.Михайловка	0,49	-0,48	0,0037
Могоча	р.Шилка - х.Часовая	0,82	-0,65	-0,6
Тунгокочен	р.Юмурчен - с.Юмурчен	0,47	-0,43	-0,28
Чара	р.Чара - с.Чара	0,48	-0,35	-0,47
Агинское, Нерчинск	р.Онон - с.Чирон	0,85	-0,79	-0,62
Петровский Завод	р.Хилок - з.Хайластуй	0,79	-0,76	-0,5
Сретенск	р.Унда - с.Шелопугино	0,7	-0,34	-0,64
Черемховский перевал	р.Ингода - с.Дешулан	0,64	-0,62	-0,44
Нерчинск	р.Шилка - с.Усть-Онон	0,84	-0,73	-0,66
Борзя	р.Турга - с.Бырка	0,69	-0,68	-0,24
Агинское	р.Иля - с.Иля	0,76	-0,66	-0,61
Мангут	р.Онон - с.Верхний Ульхун	0,65	-0,57	-0,56
Кабанск	р.Мысовка - г.Бабушкин	0,63	-0,63	-0,32
Могоча	р.Амазар - ст.Амазар	0,6	-0,43	-0,54
Сретенск	р.Кия - с.Кокуй-Комогорцево	0,37	-0,34	-0,12
Чита	р.Читинка (Чита) - с.Бургень	0,43	-0,24	-0,4

$R_{D,t,Q}$ – Коэффициент множественной корреляции между рядами дат окончания ледостава, средней температурой воздуха в апреле и средним расходом воды в апреле.

$R_{D,t}$ – Коэффициент парной корреляции между рядами дат окончания ледостава и средней температурой воздуха в апреле.

$R_{D,Q}$ – Коэффициент парной корреляции между рядами дат окончания ледостава и средним расходом воды в апреле.

Промерзание рек Забайкальского края

Пункт	Промерзание, %				
	ноя	дек	янв	фев	мар
Бассейн Амура 1958-2009 гг.					
р.Ага-с.Агинское		56	44		
р.Аленгуй - с. Елизаветимно		12	15		
р.Амазар - с. Амазар		54	46		
р.Амазар- г. Могоча		37	63		
р.Большая Чичатка - ст. Амазар		17	81		
р.Борзя-г.Борзя	2	85	13		
р.Верхняя Борзя - с. Бырка	2	92	6		
р.Вехняя Луббия - гм.ст.Чаовая		40	60		
р.Газимур - с. Александровский Завод	2	87	12		
р.Зун-Кука - ст. Яблоновая		75	25		
р.Иля-с.Иля		17	71		
р.Ингода - с. Дешулан				19	2
р.Ингода-с. Атамановка				6	
р.Ингода-с.Красноярово				13	6
р.Ингода-с.Улеты			10	33	15
р.Кия - с. Кокуй-Комогорцево		81	19		
р.Куренга - с. Мироново		73	25	2	
р.Кыра-с.Кыра			42	44	4
р.Могоча - с. Могоча		48	52		
р.Нерча - с. Нерчинск			65	35	
р.Нерча-с. Кыкер		4	83	13	
р.Нижняя Борзя - с. Михайловка	4	75	21		
р.Никишка-с.Атамановка	2	71	27		
р.Онон-с.Бытэв	не перемерзает				
р.Онон-с.Верхний Ульхун	не перемерзает				
р.Онон-с.Оловянная	не перемерзает				
р.Онон-с.Чирон	не перемерзает				
р.Тура - с.Кумахта	2	60	38		
р.Турга-с.Бырка	10	90			
р.Унда-с.Ново-Ивановск		6	94		
р.Унда-с.Шелопугино		33	63	4	
р.Урульга-ст.Урульга		75	25		
р.Учирка-с.Бытэв	23	42	33		
р.Черная - с. Сбега		19	79	2	
р.Читинка (Чита) - с. Бургень		23	75	2	
р.Читинка-г.Чита		15	81	4	
р.Шилка-г.Сретенск	не перемерзает				
р.Шилка-с.Усть-Онон	не перемерзает				
р.Шилка-х.Часовая	не перемерзает				

Продолжение приложения 8

Бассейн Байкала 1958-2008 гг.					
р.Аргода (Аргада) - с. Аргода	не перемерзает				
р.Аса (Аца) -с. Аца	не перемерзает				
р.Баргузин - с. Баргузин	не перемерзает				
р.Баргузин -с. Могойто	не перемерзает				
р.Большая Река - ст. Посольская	не перемерзает				
р.Большая Сухая - с. Сухая	не перемерзает				
р.Верхняя Ангара -с. Верхняя Заимка	не перемерзает				
р.Гоуджекит - гм.ст. Гоуджекит	не перемерзает				
р.Джида - с. Джида	не перемерзает				
р.Джида - с. Хамней	не перемерзает				
р.Ина -с. Ина	не перемерзает				
р.Катанца -с. Хилкотой				4	4
р.Кудун -с. Михайловка			25	53	12
р.Куйтунка -с.Тарбагатай		76	24		
р.Курба - с.Новая Курба	не перемерзает				
р.Максимиha - с. Максимиha	не перемерзает				
р.Мысовка-г. Бабушкин	не перемерзает				
р.Оронгой - Оронгойский мост	не перемерзает				
р.Селенга - рзд Мостовой	не перемерзает				
р.Селенга -с. Новоселенгинск	не перемерзает				
р.Уда - г.Улан-Удэ	не перемерзает				
р.Уда - с. Усть-Эгита		14	84	2	
р.Унго - с. Усть -Унго			4	29	10
р.Хилок - с.Малета					4
р.Хилок - с.Малый Куналей	не перемерзает				
р.Хилок - с.Хилок			6	29	27
р.Хилок -з. Хайластуй				2	
р.Цакирка - гм.ст. Санага			14	20	8
р.Чикой -с. Гремячка	не перемерзает				
р.Чикой -с.Поворот	не перемерзает				
р.Шаманка -гм.п. Шаманка	не перемерзает				
Бассейн Лены 1958-2009 гг.					
р.Амалат - с. Усть-Антосе		17	62	8	
р.Витим- с. Калакан			62	37	2
р.Витим-с.Романовка		4	75	19	2
р.Заза - с Усть-Заза	2	90	8		
р.Калакан - гм.ст.Калакан		69	31		
р.Каренга - с.Тунгокочен		92	8		
р.Чара - с. Чара				2	
р.Чина - пр-к Троицкий	19	81			
р.Юмурчен-с.Юмурчен		83	17		

Коэффициенты корреляции между рядами среднего годового расхода воды в пунктах Амурского бассейна

Пункт	р.Ага - с.Агинское	р.Аленгуй - с.Елизаветино	р.Амазар - с.Амазар	р.Амазар - г.Могоча	р.Большая Чичатка - ст.Амазар	р.Борзя - г.Борзя	р.Верхняя Борзя - с.Бырка	р.Вехняя Луббиа - гм.ст.Чаовая	р.Газимур - с.Александровский	р.Зун-Кука - ст.Яблоновая	р.Иля - с.Иля	р.Ингода - с.Дешулан	р.Ингода - с.Атамановка	р.Ингода - с.Красноярво	р.Ингода - с.Улеты	р.Кия - с.Кокуй-Комогорцево	р.Куренга - с.Мироново	р.Кыра - с.Кыра	р.Могойтуй - с.Могойтуй
р.Аленгуй - с.Елизаветино	0,83	1																	
р.Амазар - с.Амазар	0,44	0,33	1																
р.Амазар - г.Могоча	0,43	0,37	0,82	1															
р.Большая Чичатка - ст.Амазар	0,32	0,23	0,80	0,79	1														
р.Борзя - г.Борзя	0,78	0,71	0,49	0,55	0,33	1													
р.Верхняя Борзя - с.Бырка	0,70	0,59	0,51	0,59	0,34	0,86	1												
р.Вехняя Луббиа - гм.ст.Чаовая	0,47	0,35	0,73	0,69	0,64	0,55	0,62	1											
р.Газимур - с.Александровский Завод	0,74	0,65	0,44	0,53	0,33	0,89	0,87	0,50	1										
р.Зун-Кука - ст.Яблоновая	0,31	0,59	0,04	0,19	0,01	0,31	0,34	0,07	0,31	1									
р.Иля - с.Иля	0,79	0,75	0,36	0,29	0,22	0,68	0,61	0,36	0,63	0,34	1								
р.Ингода - с.Дешулан	0,52	0,72	0,34	0,40	0,28	0,48	0,36	0,25	0,40	0,48	0,48	1							
р.Ингода - с.Атамановка	0,76	0,90	0,36	0,43	0,26	0,68	0,58	0,33	0,59	0,63	0,76	0,86	1						
р.Ингода - с.Красноярво	0,81	0,92	0,41	0,47	0,30	0,74	0,63	0,39	0,65	0,60	0,79	0,82	0,98	1					
р.Ингода - с.Улеты	0,49	0,71	0,35	0,36	0,29	0,41	0,31	0,23	0,33	0,46	0,54	0,86	0,86	0,82	1				
р.Кия - с.Кокуй-Комогорцево	0,66	0,76	0,30	0,44	0,19	0,73	0,68	0,40	0,62	0,64	0,50	0,64	0,76	0,78	0,55	1			
р.Куренга - с.Мироново	0,54	0,49	0,44	0,48	0,31	0,74	0,68	0,59	0,61	0,28	0,41	0,48	0,55	0,59	0,41	0,67	1		
р.Кыра - с.Кыра	0,72	0,83	0,35	0,41	0,30	0,60	0,52	0,33	0,52	0,56	0,59	0,81	0,89	0,86	0,77	0,77	0,53	1	
р.Могойтуй - с.Могойтуй	0,96	0,79	0,46	0,48	0,31	0,79	0,70	0,58	0,71	0,33	0,80	0,49	0,75	0,80	0,48	0,66	0,56	0,66	1
р.Могоча - с.Могоча	0,39	0,30	0,84	0,88	0,81	0,47	0,51	0,71	0,47	0,10	0,26	0,36	0,37	0,42	0,31	0,32	0,50	0,37	0,43

Продолжение приложения 9

Пункт	р.Ага - с.Агинское	р.Аленгуй - с.Елизаветино	р.Амазар - с.Амазар	р.Амазар - г.Могоча	р.Большая Чичатка - ст.Амазар	р.Борзя - г.Борзя	р.Верхняя Борзя - с.Бырка	р.Вехняя Луббиа - гм.ст. Чаовая	р.Газимур - с.Александровский	р.Зун-Кука - ст.Яблоновая	р.Иля - с.Иля	р.Ингода - с.Дешулан	р.Ингода - с.Атамановка	р.Ингода - с.Красноярово	р.Ингода - с.Улеты	р.Кия - с.Кокуй-Комогорцево	р.Курунга - с.Мироново	р.Кыра - с.Кыра	р.Могойгуй - с.Могойгуй
р.Нерча - с.Нерчинск	0,61	0,61	0,54	0,70	0,51	0,65	0,66	0,56	0,65	0,45	0,62	0,57	0,65	0,69	0,51	0,63	0,53	0,57	0,66
р.Нерча - с.Кыкер	0,44	0,44	0,52	0,68	0,47	0,50	0,55	0,49	0,53	0,35	0,54	0,41	0,52	0,56	0,38	0,48	0,40	0,41	0,48
р.Нижняя Борзя - с.Михайловка	0,61	0,48	0,55	0,59	0,46	0,69	0,80	0,69	0,69	0,21	0,45	0,34	0,49	0,53	0,31	0,58	0,66	0,49	0,64
р.Никишка - с.Атамановка	0,68	0,71	0,50	0,52	0,47	0,57	0,50	0,41	0,50	0,43	0,66	0,60	0,76	0,80	0,61	0,49	0,45	0,61	0,71
р.Онон - с.Бытэв	0,79	0,79	0,40	0,45	0,26	0,71	0,63	0,31	0,62	0,51	0,61	0,70	0,82	0,79	0,60	0,80	0,60	0,88	0,74
р.Онон - с.Верхний Ульхун	0,78	0,77	0,41	0,47	0,28	0,71	0,57	0,39	0,60	0,39	0,62	0,77	0,81	0,81	0,65	0,74	0,67	0,86	0,73
р.Онон - с.Оловянная	0,83	0,78	0,43	0,48	0,29	0,78	0,69	0,41	0,66	0,45	0,69	0,70	0,83	0,82	0,61	0,79	0,67	0,87	0,78
р.Онон - с.Чирон	0,86	0,85	0,48	0,53	0,34	0,83	0,73	0,46	0,73	0,49	0,69	0,68	0,86	0,87	0,66	0,82	0,70	0,89	0,83
р.Тура - с.Кумахта	0,93	0,86	0,40	0,36	0,28	0,81	0,69	0,48	0,70	0,37	0,84	0,55	0,81	0,84	0,53	0,66	0,61	0,73	0,90
р.Турга - с.Бырка	0,75	0,67	0,50	0,54	0,36	0,92	0,74	0,59	0,76	0,23	0,65	0,52	0,66	0,72	0,45	0,72	0,82	0,64	0,72
р.Унда - с.Ново-Ивановск	0,71	0,64	0,57	0,62	0,44	0,89	0,77	0,63	0,78	0,26	0,57	0,51	0,64	0,69	0,48	0,72	0,82	0,62	0,70
р.Унда - с.Шелопугино	0,70	0,59	0,56	0,58	0,41	0,83	0,75	0,66	0,75	0,18	0,66	0,53	0,63	0,67	0,47	0,60	0,81	0,60	0,65
р.Урульга - ст.Урульга	0,74	0,74	0,45	0,56	0,35	0,73	0,69	0,44	0,73	0,47	0,62	0,59	0,76	0,81	0,58	0,70	0,59	0,65	0,76
р.Учирка - с.Бытэв	0,72	0,62	0,37	0,38	0,21	0,72	0,72	0,39	0,65	0,36	0,70	0,45	0,70	0,72	0,55	0,63	0,59	0,69	0,65
р.Черная - с.Сбега	0,61	0,50	0,78	0,82	0,68	0,59	0,61	0,73	0,58	0,16	0,58	0,40	0,53	0,59	0,47	0,42	0,46	0,45	0,65
р.Читинка(Чита) - с.Бургень	0,54	0,67	0,37	0,46	0,37	0,47	0,40	0,29	0,43	0,45	0,66	0,59	0,72	0,78	0,68	0,45	0,34	0,52	0,56
р.Читинка - г.Чита	0,66	0,75	0,36	0,47	0,37	0,61	0,49	0,36	0,55	0,50	0,68	0,60	0,76	0,82	0,60	0,55	0,44	0,56	0,71
р.Шилка-г.Сретенск	0,86	0,87	0,54	0,62	0,43	0,85	0,77	0,51	0,78	0,53	0,76	0,72	0,90	0,92	0,68	0,82	0,68	0,84	0,87
р.Шилка - с.Усть-Онон	0,84	0,87	0,43	0,51	0,29	0,80	0,72	0,41	0,71	0,56	0,71	0,73	0,91	0,91	0,69	0,86	0,70	0,91	0,80
р.Шилка - х.Часовая	0,81	0,80	0,61	0,70	0,49	0,82	0,79	0,62	0,75	0,50	0,72	0,69	0,86	0,87	0,66	0,79	0,71	0,80	0,83
руч.Ключевой - с.Атамановка	0,74	0,69	0,45	0,46	0,49	0,54	0,45	0,41	0,54	0,34	0,58	0,56	0,67	0,71	0,53	0,48	0,42	0,63	0,73

Продолжение приложения 9

Пункт	р.Могоча - с.Могоча	р.Нерча - с.Нерчинск	р.Нерча - с.Кыкер	р.Нижняя Борзя - с.Михайловка	р.Никишка - с.Атамановка	р.Онон - с.Бытэв	р.Онон - с.Верхний Ульхун	р.Онон - с.Оловянная	р.Онон - с.Чирон	р.Тура - с.Кумахта	р.Турга - с.Бырка	р.Унда - с.Ново-Ивановск	р.Унда - с.Шелопугино	р.Урульга - ст.Урульга	р.Учирка - с.Бытэв	р.Черная - с.Сбега	р.Читинка(Чита) - с.Бургень	р.Читинка - г.Чита	р.Шилка-г.Среденск	р.Шилка - с.Усть-Онон	р.Шилка - х.Часовая
р.Нерча - с.Нерчинск	0,68	1																			
р.Нерча - с.Кыкер	0,68	0,94	1																		
р.Нижняя Борзя - с.Михайловка	0,61	0,62	0,56	1																	
р.Никишка - с.Атамановка	0,55	0,75	0,65	0,57	1																
р.Онон - с.Бытэв	0,40	0,54	0,47	0,55	0,55	1															
р.Онон - с.Верхний Ульхун	0,43	0,56	0,43	0,55	0,58	0,93	1														
р.Онон - с.Оловянная	0,44	0,60	0,46	0,59	0,58	0,97	0,93	1													
р.Онон - с.Чирон	0,46	0,65	0,50	0,65	0,65	0,94	0,94	0,96	1												
р.Тура - с.Кумахта	0,37	0,58	0,39	0,55	0,67	0,78	0,76	0,82	0,86	1											
р.Турга - с.Бырка	0,50	0,57	0,47	0,70	0,52	0,73	0,78	0,79	0,84	0,78	1										
р.Унда - с.Ново-Ивановск	0,56	0,64	0,54	0,79	0,56	0,70	0,74	0,75	0,83	0,70	0,93	1									
р.Унда - с.Шелопугино	0,56	0,64	0,54	0,72	0,49	0,66	0,72	0,70	0,77	0,71	0,88	0,89	1								
р.Урульга - ст.Урульга	0,51	0,79	0,64	0,62	0,80	0,67	0,68	0,67	0,76	0,66	0,63	0,65	0,60	1							
р.Учирка - с.Бытэв	0,36	0,60	0,48	0,55	0,48	0,69	0,68	0,76	0,79	0,72	0,72	0,68	0,76	0,61	1						
р.Черная - с.Сбега	0,80	0,81	0,76	0,68	0,70	0,46	0,51	0,50	0,59	0,53	0,56	0,68	0,67	0,67	0,54	1					
р.Читинка(Чита) - с.Бургень	0,43	0,75	0,63	0,36	0,85	0,42	0,45	0,43	0,55	0,55	0,42	0,46	0,44	0,72	0,46	0,63	1				
р.Читинка - г.Чита	0,43	0,76	0,62	0,41	0,89	0,49	0,53	0,55	0,64	0,68	0,53	0,53	0,47	0,76	0,48	0,57	0,93	1			
р.Шилка-г.Среденск	0,56	0,81	0,69	0,68	0,78	0,87	0,86	0,90	0,94	0,87	0,81	0,82	0,77	0,85	0,76	0,71	0,69	0,77	1		
р.Шилка - с.Усть-Онон	0,45	0,65	0,54	0,64	0,67	0,94	0,92	0,95	0,97	0,84	0,82	0,79	0,77	0,78	0,81	0,57	0,56	0,63	0,95	1	
р.Шилка - х.Часовая	0,65	0,86	0,75	0,75	0,78	0,82	0,83	0,87	0,91	0,80	0,81	0,84	0,80	0,84	0,76	0,79	0,67	0,74	0,98	0,91	1
руч.Ключевой - с.Атамановка	0,53	0,67	0,50	0,63	0,85	0,60	0,64	0,58	0,67	0,67	0,54	0,59	0,53	0,73	0,46	0,67	0,61	0,68	0,74	0,67	0,73

Коэффициенты корреляции между рядами среднего годового расхода воды в пунктах Енисейского бассейна

Пункт	р.Аргода(Аргада) - с.Аргода	р.Аса(Аца) - с.Аца	р.Баргузин - с.Баргузин	р.Баргузин - с.Могойто	р.Большая Река - ст.Посольская	р.Большая Сухая - с.Сухая	р.Верхняя Ангара - с.Верхняя Заимка	р.Гоуджекит - гм.ст.Гоуджекит	р.Джида - с.Джида	р.Джида - с.Хамней	р.Ина - с.Ина	р.Катанца - с.Хилкотой	р.Кудун - с.Михайловка	р.Куйтунка - с.Тарбагатай
р.Аса(Аца) - с.Аца	0,42	1												
р.Баргузин - с.Баргузин	0,79	0,43	1											
р.Баргузин - с.Могойто	0,62	0,31	0,77	1										
р.Большая Река - ст.Посольская	0,33	0,44	0,45	0,25	1									
р.Большая Сухая - с.Сухая	0,43	0,36	0,48	0,31	0,71	1								
р.Верхняя Ангара - с.Верхняя Заимка	0,40	0,08	0,51	0,33	0,19	0,29	1							
р.Гоуджекит - гм.ст.Гоуджекит	0,27	-0,07	0,28	0,05	0,00	0,07	0,45	1						
р.Джида - с.Джида	0,48	0,12	0,51	0,40	0,29	0,47	0,22	0,02	1					
р.Джида - с.Хамней	0,27	0,15	0,45	0,34	0,29	0,42	0,18	0,03	0,78	1				
р.Ина - с.Ина	0,79	0,33	0,71	0,38	0,30	0,39	0,46	0,20	0,46	0,22	1			
р.Катанца - с.Хилкотой	0,56	0,67	0,62	0,48	0,43	0,55	0,14	-0,07	0,33	0,29	0,40	1		
р.Кудун - с.Михайловка	0,41	0,45	0,48	0,30	0,37	0,34	0,16	-0,01	0,32	0,18	0,33	0,37	1	
р.Куйтунка - с.Тарбагатай	-0,04	0,36	0,23	0,10	0,39	0,28	-0,09	-0,08	0,16	0,42	-0,04	0,13	0,22	1
р.Курба - с.Новая Курба	0,55	0,68	0,64	0,43	0,51	0,49	0,22	0,21	0,23	0,19	0,53	0,58	0,47	0,34

Пункт	р.Аргада(Аргада))- с.Аргада	р.Аса(Аца) - с.Аца	р.Баргузин - с.Баргузин	р.Баргузин - с.Могойто	р.Большая Река - ст.Посольская	р.Большая Сухая - с.Сухая	р.Верхняя Ангара - с.Верхняя	р.Гоуджекиг - гм.ст.Гоуджекиг	р.Джида - с.Джида	р.Джида - с.Хамней	р.Ина - с.Ина	р.Катанца - с.Хилкотой	р.Кулун - с.Михайловка	р.Куйтунка - с.Тарбагагай
р.Максимиха - с.Максимиха	0,39	0,70	0,55	0,36	0,49	0,55	0,06	-0,05	0,25	0,35	0,27	0,55	0,44	0,41
р.Мысовка - г.Бабушкин	0,02	0,25	0,26	0,25	0,63	0,42	0,21	0,00	0,20	0,35	0,03	0,26	0,10	0,43
р.Оронгой - Оронгойский мост	0,51	0,45	0,61	0,54	0,79	0,78	0,32	0,18	0,49	0,47	0,41	0,58	0,38	0,40
р.Селенга - рзд.Мостовой	0,24	0,78	0,40	0,38	0,52	0,40	-0,03	-0,20	0,34	0,51	0,18	0,66	0,41	0,59
р.Селенга - с.Новоселенгинск	0,18	0,68	0,30	0,33	0,43	0,34	-0,05	-0,19	0,37	0,57	0,07	0,60	0,26	0,53
р.Уда - г.Улан-Удэ	0,54	0,73	0,72	0,53	0,56	0,53	0,13	0,04	0,31	0,25	0,50	0,72	0,58	0,41
р.Уда - с.Усть-Эгита	0,45	0,53	0,57	0,56	0,35	0,28	0,07	-0,01	0,06	0,05	0,35	0,54	0,53	0,10
р.Унго - с.Усть-Унго	0,52	0,80	0,54	0,43	0,49	0,51	0,12	-0,01	0,26	0,34	0,40	0,79	0,42	0,24
р.Хилок - с.Малета	0,49	0,81	0,55	0,47	0,51	0,42	0,11	-0,11	0,18	0,17	0,41	0,72	0,60	0,29
р.Хилок - с.Малый Куналей	0,50	0,85	0,54	0,47	0,49	0,43	0,04	-0,12	0,22	0,19	0,40	0,75	0,57	0,27
р.Хилок - с.Хилок	0,48	0,74	0,53	0,42	0,41	0,35	0,13	-0,15	0,14	0,06	0,42	0,68	0,57	0,21
р.Хилок - з.Хайластуй	0,48	0,82	0,57	0,45	0,59	0,46	0,06	-0,10	0,26	0,23	0,39	0,74	0,62	0,38
р.Цакирка - гм.ст.Санага	0,23	0,14	0,36	0,26	0,23	0,20	0,28	0,04	0,63	0,68	0,25	0,11	0,07	0,22
р.Чикой - с.Гремячка	0,41	0,96	0,42	0,33	0,43	0,36	0,09	-0,03	0,06	0,12	0,30	0,66	0,49	0,34
р.Чикой - с.Поворот	0,34	0,91	0,51	0,40	0,45	0,37	0,07	-0,08	0,10	0,23	0,22	0,76	0,37	0,41
р.Шаманка - гм.п.Шаманка	0,09	0,43	0,32	0,36	0,14	0,10	-0,02	0,05	-0,10	0,18	-0,08	0,42	0,26	0,18

Пункт	р.Курба - с.Новая Курба	р.Максимиha - с.Максимиha	р.Мысовка - г.Бабушкин	р.Оронгой - Оронгойский мост	р.Селенга - рзд.Мостовой	р.Селенга - с.Новоселенгинск	р.Уда - г.Улан-Удэ	р.Уда - с.Усть-Эгита	р.Унго - с.Усть-Унго	р.Хилок - с.Малета	р.Хилок - с.Малый Куналей	р.Хилок - с.Хилок	р.Хилок - з.Хайластуй	р.Цакирка - гм.ст.Санага	р.Чикой - с.Гремячка	р.Чикой - с.Поворот
р.Максимиha - с.Максимиha	0,66	1														
р.Мысовка - г.Бабушкин	0,15	0,16	1													
р.Оронгой - Оронгойский мост	0,66	0,54	0,60	1												
р.Селенга - рзд.Мостовой	0,60	0,70	0,45	0,58	1											
р.Селенга - с.Новоселенгинск	0,47	0,61	0,44	0,52	0,96	1										
р.Уда - г.Улан-Удэ	0,86	0,70	0,29	0,70	0,77	0,63	1									
р.Уда - с.Усть-Эгита	0,56	0,53	0,14	0,45	0,53	0,40	0,76	1								
р.Унго - с.Усть-Унго	0,65	0,66	0,26	0,57	0,74	0,66	0,73	0,60	1							
р.Хилок - с.Малета	0,71	0,67	0,26	0,56	0,75	0,60	0,87	0,81	0,85	1						
р.Хилок - с.Малый Куналей	0,73	0,70	0,14	0,57	0,78	0,66	0,87	0,77	0,88	0,98	1					
р.Хилок - с.Хилок	0,66	0,57	0,17	0,48	0,65	0,51	0,81	0,80	0,77	0,95	0,93	1				
р.Хилок - з.Хайластуй	0,68	0,68	0,31	0,60	0,75	0,60	0,87	0,76	0,87	0,97	0,97	0,92	1			
р.Цакирка - гм.ст.Санага	0,15	0,22	0,25	0,29	0,33	0,44	0,09	-0,10	0,11	0,03	0,04	0,01	0,06	1		
р.Чикой - с.Гремячка	0,70	0,69	0,27	0,47	0,76	0,66	0,77	0,61	0,79	0,84	0,85	0,77	0,82	0,06	1	
р.Чикой - с.Поворот	0,65	0,70	0,37	0,52	0,86	0,79	0,76	0,56	0,82	0,83	0,84	0,74	0,83	0,11	0,93	1
р.Шаманка - гм.п.Шаманка	0,28	0,43	0,17	0,14	0,49	0,44	0,43	0,50	0,48	0,49	0,49	0,38	0,48	-0,10	0,48	0,57

Коэффициенты корреляции между рядами среднего годового расхода воды в пунктах Ленского бассейна

Пункт	р.Амалат - с.Усть-Антосе	р.Витим - с.Калакан	р.Витим - с.Романовка	р.Заза - с.Усть-Заза	р.Калакан - гм.ст.Калакан	р.Каренга - с.Тунгокочен	р.Чара - с.Чара	р.Чина - пр-к.Троицкий	р.Юмурчен - с.Юмурчен
р.Амалат - с.Усть-Антосе	1								
р.Витим - с.Калакан	0,69	1							
р.Витим - с.Романовка	0,86	0,84	1						
р.Заза - с.Усть-Заза	0,67	0,80	0,86	1					
р.Калакан - гм.ст.Калакан	0,27	0,68	0,37	0,33	1				
р.Каренга - с.Тунгокочен	0,58	0,87	0,68	0,63	0,53	1			
р.Чара - с.Чара	0,04	0,11	-0,04	-0,20	0,49	0,10	1		
р.Чина - пр-к.Троицкий	0,65	0,70	0,70	0,48	0,46	0,58	0,34	1	
р.Юмурчен - с.Юмурчен	0,55	0,85	0,63	0,55	0,55	0,95	0,16	0,63	1

Коэффициенты парной корреляции между рядами испаряемости и рядами среднего расхода воды (R_1) и множественной корреляции между рядами атмосферных осадков, испаряемости и среднего расхода воды (R_2) за период май-сентябрь 1961-2009 гг.

Метеорологическая станция	Гидрологический пост	R_1	R_2
Агинское	р.Ага-с. Агинское	-0,64	0,77
Борзя	р.Борзя-г.Борзя	-0,57	0,67
Нерчинский Завод	р.Верхня Борзя-с.Бырка	-0,45	0,73
Александровский завод	р.Газимур-с. Александровский завод	-0,58	0,77
Чита	р.Зун-Кука - ст. Яблоновая	-0,61	0,66
Агинское	р.Иля-с.Иля	-0,61	0,74
Чита	р.Ингода-с.Атамановка	-0,60	0,74
Чита	р.Ингода-с.Улеты	-0,41	0,61
Сретенск	р.Кия-с.Кокуй-Комогорцево	-0,63	0,63
Сретенск	р.Куренга - с. Мироново	-0,72	0,75
Кыра	р.Кыра-с. Кыра	-0,52	0,81
Нерчинск	р.Нерча-г.Нерчинск	-0,48	0,72
Нерчинский Завод	р.Нижняя Борзя-с.Михайловка	-0,52	0,75
Чита	р.Никишка-с.Атамановка	-0,39	0,72
Мангут	р.Онон-с. Бытэв	-0,74	0,80
Мангут	р.Онон-с.Верхний Ульхун	-0,67	0,71
Агинское	р.Онон-с.Чирон	-0,77	0,84
Дарасун	р.Тура-с.Кумахта	-0,34	0,75
Борзя	р.Турга-с.Бырка	-0,63	0,68
Сретенск	р.Унда-с.Шелопугино	-0,62	0,68
Ксеньевская	р.Черная-с.Сбега	-0,53	0,79
Чита	р.Читинка (Чита) - с. Бургень	-0,32	0,72
Чита	р.Читинка(Чита)-г.Чита	-0,41	0,75
Сретенск	р.Шилка - г. Сретенск	-0,67	0,73
Нерчинск	р.Шилка-с.Усть-Онон	-0,60	0,73
Красный Чикой	р.Аса - с. Аца	-0,54	0,68
Баргузин	р.Баргузин - пос. Баргузин	-0,16	0,71
Баргузин	р.Баргузин -с. Могойто	-0,24	0,62
Кабанск	р.Большая речка - ст. Посольская	-0,39	0,72
Кабанск	р.Большая Сухая - с. Сухая	-0,43	0,53
Петровский Завод	р.Катанца - с. Хилкотой	-0,48	0,62
Улан-Удэ	р.Курба - с. Новая Курба	-0,56	0,62
Кабанск	р.Мысовка - г. Бабушкин	-0,29	0,55
Новоселенгинск	р.Оронгой - Оронгойский мост	-0,45	0,66
Улан-Удэ	р.Селенга - рзд. Мостовой	-0,72	0,74
Новоселенгинск	р.Селенга - с. Новоселенгинск	-0,58	0,60
Улан-Удэ	р.Уда - г. Улан - Удэ	-0,58	0,70
Улан-Удэ	р.Уда-с.Усь-Эгита	-0,32	0,45

Продолжение приложения 12

Петровский Завод	р.Хилок - г. Хилок	-0,54	0,64
Петровский Завод	р.Хилок - с. Малета	-0,67	0,74
Петровский Завод	р.Хилок - с. Малый Куналей	-0,67	0,78
Петровский Завод	р.Хилок -з. Хайластуй	-0,71	0,79
Красный чикой	р.Чикой - с. Поворот	-0,68	0,73
Красный чикой	р.Чикой -с. Гремячка	-0,60	0,70
Сосново-Озерское	р.Витим-с.Романовка	-0,61	0,72
Сосново-Озерское	р.Заза - с. Усть-Заза	-0,71	0,81
Тунгокочен	р.Каренга-с.Тунгокочен	-0,41	0,80
Чара	р.Чара - с. Чара	-0,38	0,68
Троицкий прииск	р.Чина-с.Троицкий прииск	-0,17	0,48
Тунгокочен	р.Юмурчен-с.Юмурчен	-0,33	0,71

Коэффициенты корреляции между рядами сумм атмосферных осадков за период май – сентябрь и рядами среднего расхода воды за этот же период

Метеорологическая станция	Гидрологический пост	R	Длина ряда
Нерчинск	р.Нерча – г.Нерчинск	0,66	59
Сретенск	р.Шилка – г.Сретенск	0,61	59
Чита	р.Зун-Кука – ст. Яблоновая	0,54	59
Чита	р.Читинка(Чита) – г.Чита	0,75	59
Чита	р.Никишка – с.Атамановка	0,73	59
Улан-Удэ	р.Селенга – рзд. Мостовой	0,53	59
Сретенск	р.Куренга – с.Мироново	0,64	59
Чита	р.Ингода – с.Улеты	0,57	59
Мангут	р.Онон – с.Бытэв	0,76	59
Сосново-Озерское	р.Витим – с.Романовка	0,59	59
Чита	р.Ингода – с.Атамановка	0,68	59
Могоча	р.Верхняя Луббья – гм.ст.Часовая	0,60	59
Могоча	р.Шилка – х.Часовая	0,53	59
Чара	р.Чара – с.Чара	0,66	59
Агинское, Нерчинск	р.Онон – с.Чирон	0,74	59
Черемховский перевал	р.Ингода – с.Дешулан	0,56	59
Нерчинск	р.Шилка – с.Усть-Онон	0,64	59
Баргузин	р.Баргузин – пос. Баргузин	0,66	58
Новоселенгинск	р.Селенга – с.Новоселенгинск	0,42	58
Улан-Удэ	р.Уда – г.Улан – Удэ	0,66	58
Новоселенгинск	р.Оронгой – Оронгойский мост	0,61	58
Красный Чикой	р.Аса – с.Аца	0,59	58
Петровский Завод	р.Хилок – с.Малета	0,60	58
Красный чикой	р.Чикой – с.Гремячка	0,60	58
Улан-Удэ	р.Курба – с.Новая Курба	0,59	58
Кабанск	р.Большая речка – ст. Посольская	0,73	58
Баргузин	р.Баргузин – с.Могойто	0,56	58
Нижнеангарск, Уоян	р.Верхняя Ангара – с.Верхняя Заимка	0,45	58
Петровский Завод	р.Хилок – г.Хилок	0,56	58
Петровский Завод	р.Хилок – з.Хайластуй	0,65	58
Агинское	р.Иля – с.Иля	0,68	58
Кабанск	р.Мысовка – г.Бабушкин	0,50	58
Агинское	р.Ага – с.Агинское	0,75	57
Борзя	р.Борзя – г.Борзя	0,56	57
Кыра	р.Кыра – с.Кыра	0,78	57
Могоча	р.Амазар – г.Могоча	0,83	57
Карымское	р.Аленгуй – с.Елизаветино	0,66	57
Могоча	р.Могоча – с.Могоча	0,85	57
Красный чикой	р.Чикой – с.Поворот	0,57	57

Продолжение приложения 13

Баргузин	р.Шаманка - гм.п. Шаманка	0,39	56
Петровский Завод	р.Катанца - с.Хилкотой	0,61	56
Нерчинский Завод	р.Верхня Борзя - с.Бырка	0,66	56
Калакан	р.Калакан - гм.ст.Калакан	0,70	56
Могоча	р.Большая Чичатка - ст. Амазар	0,69	56
Нерчинский Завод	р.Нижняя Борзя - с.Михайловка	0,73	56
Калакан	р.Витим - с.Калакан	0,54	55
Тунгокочен	р.Каренга - с. Тунгокочен	0,76	55
Дарасун	р. Тура - с.Кумахта	0,73	55
Ксеньевская	р.Черная - с.Сбега	0,79	55
Сретенск	р.Унда - с.Шелопугино	0,61	55
Могоча	р.Амазар - ст.Амазар	0,78	55
Чита	р.Читинка (Чита) - с.Бургень	0,71	55
Горячинск	р.Максимиха - с.Максимиха	0,49	54
Кабанск	р.Большая Сухая - с.Сухая	0,47	54
Тунгокочен	р.Юмурчен - с.Юмурчен	0,69	54
Борзя	р.Турга - с.Бырка	0,61	54
Мангут	р.Онон - с.Верхний Ульхун	0,66	54
Сретенск	р.Кия - с.Кокуй-Комогорцево	0,44	54
Тунгокочен	р.Нерча - с.Кыкер	0,58	53
Сосново-Озерское	р.Заза - с.Усть-Заза	0,63	53
Улан-Удэ	р.Уда - с.Усь-Эгита	0,41	53
Александровский завод	р.Газимур - с.Александровский завод	0,73	52
Санага	р.Цакирка - гм.ст. Санага	0,57	52
Троицкий прииск	р.Чина - с.Троицкий прииск	0,50	52
Петровский Завод	р.Хилок - с.Малый Куналей	0,65	50

Коэффициент корреляции между рядами стока в октябре и рядами стока
холодного периода (1958-2007гг.)

№	Пост	R
Бассейн Енисея		
1	р.Аргода (Аргада) - с.Аргода	0,89
2	р.Аса (Аца) - с.Аца	0,91
3	р.Баргузин - с.Баргузин	0,69
4	р.Баргузин - с.Могойто	0,65
5	р.Большая Река - ст. Посольская	0,63
6	р.Большая Сухая - с.Сухая	0,81
7	р.Верхняя Ангара - с.Верхняя Заимка	0,75
8	р.Гоуджекит - гм.ст. Гоуджекит	0,75
9	р.Джида - с.Джида	0,89
10	р.Джида - с.Хамней	0,49
11	р.Ина - с.Ина	0,56
12	р.Катанца - с.Хилкотой	0,76
13	р.Кудун - с.Михайловка	0,71
14	р.Куйтунка - с.Тарбагатай	0,48
15	р.Курба - с.Новая Курба	0,85
16	р.Максимиха - с.Максимиха	0,69
17	р.Мысовка - г.Бабушкин	0,52
18	р.Оронгой - Оронгойский мост	0,74
19	р.Селенга - рзд Мостовой	0,85
20	р.Селенга - с.Новоселенгинск	0,83
21	р.Уда - г.Улан-Удэ	0,81
22	р.Уда - с.Усть-Эгита	0,87
23	р.Унго - с.Усть -Унго	0,85
24	р.Хилок - с.Малета	0,92
25	р.Хилок - с.Малый Куналей	0,91
26	р.Хилок - с.Хилок	0,77
27	р.Хилок - з.Хайластуй	0,89
28	р.Цакирка - гм.ст. Санага	0,31
29	р.Чикой - с.Гремячка	0,84
30	р.Чикой - с.Поворот	0,87
31	р.Шаманка - гм.п. Шаманка	0,74
Средний по бассейну		0,75
Бассейн Лены		
1	р.Амалат - с.Усть-Антосе	0,54
2	р.Витим - с.Калакан	0,70
3	р.Витим - с.Романовка	0,82
4	р.Заза – с.Усть-Заза	0,83
5	р.Калакан - гм.ст.Калакан	0,58
6	р.Каренга - с.Тунгокочен	0,69
7	р.Чара - с.Чара	0,56
8	р.Чина - пр-к Троицкий	0,82

Продолжение приложения 14

9	р.Юмурчен - с.Юмурчен	0,73
Средний по бассейну		0,70
Бассейн Амура		
1	р.Ага - с.Агинское	0,89
2	р.Аленгуй - с.Елизаветимно	0,89
3	р.Амазар - с.Амазар	0,67
4	р.Амазар - г.Могоча	0,74
5	р.Большая Чичатка - ст. Амазар	0,40
6	р.Борзя - г.Борзя	0,84
7	р.Верхняя Борзя - с.Бырка	0,84
8	р.Вехняя Луббия - гм.ст.Чаовая	0,80
9	р.Газимур - с.Александровский Завод	0,84
10	р.Зун-Кука - ст.Яблоновая	0,72
11	р.Иля - с.Иля	0,94
12	р.Ингода - с.Дешулан	0,68
13	р.Ингода - с.Атамановка	0,81
14	р.Ингода - с.Красноярово	0,83
15	р.Ингода - с.Улеты	0,83
16	р.Кия - с.Кокуй-Комогорцево	0,72
17	р.Куренга - с.Мироново	0,84
18	р.Кыра - с.Кыра	0,63
19	р.Могойтуй - с.Могойтуй	0,87
20	р.Могоча - с.Могоча	0,62
21	р.Нерча - с.Нерчинск	0,77
22	р.Нерча - с.Кыкер	0,54
23	р.Нижняя Борзя - с.Михайловка	0,92
24	р.Никишка - с.Атамановка	0,82
25	р.Онон - с.Бытэв	0,92
26	р.Онон - с.Верхний Ульхун	0,84
27	р.Онон - с.Оловянная	0,92
28	р.Онон - с.Чирон	0,90
29	р.Тура - с.Кумахта	0,89
30	р.Турга - с.Бырка	0,87
31	р.Унда - с.Ново-Ивановск	0,77
32	р.Унда - с.Шелопугино	0,83
33	р.Урульга - ст.Урульга	0,79
34	р.Учирка - с.Бытэв	0,88
35	р.Черная - с.Сбега	0,88
36	р.Читинка (Чита) - с.Бургень	0,82
37	р.Читинка - г.Чита	0,67
38	р.Шилка - г.Сретенск	0,88
39	р.Шилка - с.Усть-Онон	0,84
40	р.Шилка - х.Часовая	0,92
41	руч Ключевой - с.Атамановка	0,94
Средний по бассейну		0,80

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«Забайкальский государственный университет»
(ФГБОУ ВПО «ЗабГУ»)

Александровская ул., д. 30, г. Чита, 672039 Россия
Тел. (302-2) 41-64-44, 41-66-00
Факс: (302-2) 41-64-44
Web-server: www.zabgu.ru
E-mail: mail@zabgu.ru
ОКПО 02069390, ОГРН 1027501148652
ИНН/КПП 7534000257/753601001

18.02.2015 № 15.4-488

На № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ



Ректор Забайкальского
государственного университета,
д-р техн. наук, профессор
С.А. Иванов
_____ 2015 г.

АКТ ВНЕДРЕНИЯ

результатов диссертационной работы
СМАХТИНА ВИТАЛИЯ КОНСТАНТИНОВИЧА
в учебный процесс Забайкальского государственного университета

Мы, нижеподписавшиеся, начальник Учебно-методического управления Т.А. Плюснина, заведующий кафедрой Водного хозяйства и инженерной экологии, кандидат технических наук, доцент К.А. Курганович, декан факультета строительства и экологии, доцент Ю.М. Кон составили настоящий акт о том, что результаты диссертационной работы В.К. Смахтина «Влияние изменений климата на гидрологический режим рек Забайкалья», представленной на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.27 «Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия» внедрены в учебном процессе на кафедре «Водное хозяйство и инженерная экология» ЗабГУ, а именно при чтении лекций по дисциплине «Комплексное использование и охрана водных ресурсов» для студентов направления 280100.62 «Водные ресурсы и водопользование» и «Гидрология», «Метеорология и климатология», «Речной сток» для студентов направления 021600.62 «Гидрометеорология».

Начальник Учебно-методического
управления

Т.А. Плюснина

Декан факультета Строительства
и экологии, доцент

Ю.М. Кон

Заведующий кафедрой Водного
хозяйства и инженерной экологии,
кандидат технических наук, доцент

К.А. Курганович