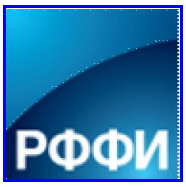

Российский фонд фундаментальных исследований

Воронежский государственный университет
Факультет географии, геоэкологии и туризма

Русское географическое общество
Воронежское областное отделение

Гидрометеорологический научно-исследовательский центр РФ

Российское гидрометеорологическое общество

Институт географии Российской академии наук

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Географический факультет

Посвящается 85-летию
факультета географии, геоэкологии и туризма ВГУ

Глобальные климатические изменения: региональные эффекты, модели, прогнозы

Материалы
международной научно-практической конференции
(г. Воронеж, 3 - 5 октября 2019 г.)

Том 1

Воронеж
Издательство «Цифровая полиграфия»
2019

УДК 551.583
ББК 26.237
Г54

Г54 **Глобальные климатические изменения : региональные эффекты, модели, прогнозы :** Материалы международной научно-практической конференции (г. Воронеж, 3-5 октября 2019г.) / Под общ. редакцией С.А. Куролапа, Л.М. Акимова, В.А. Дмитриевой. – Воронеж: Издательство «Цифровая полиграфия», 2019. – Том 1. – 532 с.

ISBN 978-5-906384-90-4

В сборнике материалов конференции представлены статьи ведущих отечественных и ряда зарубежных ученых, связанные с обсуждением и анализом причин, региональных особенностей и прогнозных моделей последствий глобальных климатических изменений, происходящих в различных регионах России и мира.

Содержание статей, объединенных в тематические разделы, охватывает широкий круг проблем, а именно:

Том 1: 1) глобальные климатические тенденции, модели, прогнозы; 2) региональные особенности современных климатических изменений; 3) региональные гидрологические проявления современных климатических изменений;

Том 2: 4) закономерности трансформации почвенных ресурсов, биоты и ландшафтов в условиях современных климатических изменений и хозяйственной деятельности; 5) особенности глобальных и региональных климатических изменений в городах; 6) социально-экономические и эколого-медицинские эффекты региональных изменений климата. Образовательные аспекты изучения климата.

География участников конференции обширна и включает значительное число участников из разных регионов России, а также представителей Азербайджана, Беларуси, Казахстана, Сербии, Узбекистана, Украины. Материалы конференции адресованы широкому кругу специалистов в области теоретических и прикладных аспектов гидрометеорологии, экологии и природопользования, физической, социально-экономической и медицинской географии.

Организация, проведение конференции и публикация материалов осуществлены при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 19-05-20079)

УДК 551.583
ББК 26.237

ISBN 978-5-906384-90-4

© Авторский коллектив, 2019
© Воронежский госуниверситет, 2019

Спиридонова А.Б., Анисимова О.В.
ИЗУЧЕНИЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ И ДИНАМИКИ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СЕВЕР МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ 278

Ставропольский Ю.В.
РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В ЯПОНИИ НА ПРИМЕРЕ ОСТРОВА ХОККАЙДО..... 283

Сухова М.Г., Чернова Е.О., Журавлева О.В., Лукашева М.А.
РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО АЛТАЯ..... 286

Трегубов О.Д., Ушаков М.В.
ВЛИЯНИЕ ФЛУКТУАЦИЙ КЛИМАТА НА ГЛУБИНУ СЕЗОННОГО ПРОТАИВАНИЯ ТУНДРОВЫХ ПОЧВ..... 291

Филандышева Л.Б., Ромашова Т.В.
МОДЕЛИ КЛИМАТИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ТИПОВ СТУКТУРЫ ЗИМНЕГО СЕЗОНА ГОДА И ИХ ДИНАМИКА В ПОДТАЙГЕ ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ РАВНИНЫ 295

Хаванская Н.М.
ДИНАМИКА ОСНОВНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НА ТЕРРИТОРИИ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ..... 302

Харитонов А.М.
О НЕКОТОРЫХ ВОЗМОЖНЫХ РЕГИОНАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЯХ КЛИМАТИЧЕСКОГО ОПТИМУМА СРЕДНИХ ВЕКОВ..... 308

Холопцев А.В.
ВТОРЖЕНИЯ АРКТИЧЕСКОГО ВОЗДУХА И ПОТЕПЛЕНИЕ КЛИМАТА НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ РОССИИ В ЛЕТНИЕ МЕСЯЦЫ..... 311

Чередниченко Александр В., Чередниченко Алексей В., Чередниченко В.С., Жексенбаева А.Ж.
ОЖИДАЕМЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В СЕВЕРНОМ КАЗАХСТАНЕ..... 317

Чуйкова А.А.
ОЦЕНКА ДИНАМИКИ КОНТИНЕНТАЛЬНОСТИ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ..... 322

Шестакова АА., Чечин Д.Г., Репина И.А.
ОПАСНЫЕ ВЕТРЫ В РОССИЙСКОЙ АРКТИКЕ: ГЕНЕЗИС, ПОВТОРЯЕМОСТЬ,ТРЕНДЫ 326

РАЗДЕЛ 3. РЕГИОНАЛЬНЫЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ..... 333

Абдуев М.А.
СОВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ АЗЕРБАЙДЖАНА..... 333

Белик А.В., Скородумова М.В.
ОСОБЕННОСТИ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЙМЕННЫХ ОЗЕР СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ДОН В ПРЕДЕЛАХ БЛИЖНЕГО ПОДВОРОНЕЖЬЯ..... 336

Бочаров В.Л., Бабкина О.А., Смольянинов В.М.
ГИДРОХИМИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА БОГУЧАРСКОГО ПОДОНЬЯ (ВОРОНЕЖСКАЯ ОБЛАСТЬ) В СВЯЗИ С ИСКУССТВЕННЫМ ПОПОЛНЕНИЕМ ПОДЗЕМНЫХ ВОД..... 339

Бочаров В.Л., Бочаров С.В., Дешевых Г.Ю.
К ПРОБЛЕМЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ВОД..... 346

Буковский М.Е., Семенова А.В., Чернова М.А.
АНАЛИЗ ДИНАМИКИ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ФОРМИРОВАНИЕ ВОЛНЫ ПОЛОВОДЬЯ НА РЕКАХ ОКСКО-ДОНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ 348

Бучик С.В., Дмитриева В.А., Сушков А.И., Шестопалова Т.А.
НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА РЕК ВЕРХОДОНЬЯ..... 355

Василенко А.Н.
СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ТЕРМИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ РЕК И ЕГО ТРАНСФОРМАЦИЯХ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА..... 359

Волковская Н.П., Мезенцева О.В.
ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ОСАДКОВ ЮГА ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ РАВНИНЫ И ЕЁ ВЛИЯНИЕ НА СТОК РЕК ШИШ, УЙ, ТУЙ, ИШИМ 363

Гаврилова А.А., Ильичева Е.А., Павлов М.В.
МОРФОДИНАМИКА ВЕРШИНЫ ДЕЛЬТЫ РЕКИ СЕЛЕНГИ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ РАЗВИТИЯ..... 368

Гагарина О.В., Гагарин С.А., Едиярова Н.Р.
ОСОБЕННОСТИ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА РОДНИКОВ Г. ИЖЕВСКА..... 373

Газаев Х.-М.М., Агоева Э.А., Бозиева Ж.Ч., Иттиев А.Б.
ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ И ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАВКАЗА. 378

Газаев Х.-М.М., Иттиев А.Б., Агоева Э.А.
ИЗМЕНЕНИЯ ВОДНОСТИ И ИНДЕКСА ЗАГРЯЗНЁННОСТИ ВОД ПОД ВЛИЯНИЕМ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА КАВКАЗЕ..... 381

Гареев А.М., Аминева Г.Г.
РЕГИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗМЕНЕНИЯ В МНОГОЛЕТНЕМ РАЗРЕЗЕ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ И ИСПАРЕНИЯ С ПОВЕРХНОСТИ РЕЧНЫХ ВОДОСБОРОВ (НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН) 384

Георгиади А.Г.
ДОЛГОВРЕМЕННЫЕ ПЕРИОДЫ ПОНИЖЕННОЙ/ПОВЫШЕННОЙ ВОДНОСТИ СЕВЕРНОЙ ДВИНЫ И ДОНА В XIX-XXI ВЕКАХ..... 391

Григорьев В.Ю., Магрицкий Д.В., Фролова Н.Л.
ОСОБЕННОСТИ СЕЗОННОГО СТОКА РЕК БАССЕЙНА СЕВЕРНОГО ЛЕДОВИТОГО ОКЕАНА ЗА 1967-1975 ГГ. И 2008-2016 ГГ. В УСЛОВИЯХ МЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА..... 395

Григорьев В.Ю., Сазонов С.А., Миллионщикова Т.Д.
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ОСНОВНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА МНОГОЛЕТНИЙ ВОДНЫЙ БАЛАНС БАССЕЙНА БАЙКАЛА ЗА 1936-2016 ГГ..... 399

Дмитриева В.А., Сушков А.И.
КОНТРАСТЫ ПОЛОВОДЬЯ В БАССЕЙНЕ ВЕРХНЕГО ДОНА..... 403

Калугин А.С.
ИЗМЕНЕНИЯ ВОДНОГО РЕЖИМА ЛЕНЫ И СЕЛЕНГИ В XXI ВЕКЕ..... 408

Киреева М.Б., Харламов М.А., Фролова Н.Л., Рец Е.П., Самсонов Т.Е.
ВОДНЫЙ РЕЖИМ РЕК БАССЕЙНА ДОНА И ЕГО ИЗМЕНЕНИЕ В XXI ВЕКЕ 413

Клюев П.В., Лебедев С.А., Богоутдинов Ш.Р.
ИЗУЧЕНИЕ ЛЕДОВОЙ ОБСТАНОВКИ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПО ДАННЫМ ДЗЗ..... 418

Колупаева А.Д., Макарьева О.М., Нестерова Н.В.
РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК КАТАСТРОФИЧЕСКОГО ПАВОДКА НА Р. АДАГУМ (Г. КРЫМСК) 6-7 ИЮЛЯ 2012 ГОДА В УСЛОВИЯХ НЕСТАЦИОНАРНОСТИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ 422

Коронкевич Н.И., Долгов С.В., Кашутина Е.А.
СОВРЕМЕННЫЙ ВЫНОС БИОГЕНОВ В РЕКИ И ВОДОЕМЫ С ВОДОСБОРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ В БАССЕЙНЕ ДОНА..... 425

Кузьмина Ж.В., Черноруцкий С.В.
ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКОГО И ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА НАЗЕМНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ В БАССЕЙНЕ ВЕРХНЕЙ ВОЛГИ..... 428

Кульнев В.В.
СТРУКТУРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ЛЕНТИЧЕСКИХ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ..... 431

Кульнева В.В., Звягинцева А.В., Лутовац М.
МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ГИДРОПОСТОВ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ..... 436

Литвиненко Л.Н., Литвиненко В.В.
О ПРИРОДЕ ПЕРИОДИЧНОСТИ КАТАСТРОФИЧЕСКИХ ПОЛОВОДИЙ НА ДНЕПРЕ..... 441

Литвинов П.В., Дмитриева В.А.
ФОРМИРОВАНИЕ ЛЕДОВОГО РЕЖИМА РЕК ВЕРХНЕГО ДОНА В СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ 448

Магрицкий Д.В.
ИЗМЕНЕНИЯ СТОКА АРКТИЧЕСКИХ РЕК РОССИИ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ..... 452

Магрицкий Д.В., Агафонова С.А., Чалов С.Р., Кузнецов М.А., Банщикова Л.С.
СОВРЕМЕННЫЙ ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ НИЗОВЬЕВ Р.ОБИ 460

Наурозбаева Ж.К.
СОВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЛЕДОВОГО РЕЖИМА КАСПИЙСКОГО МОРЯ..... 464

Нефедова Е.Г.
ТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ МАЛЫХ ВОДОТОКОВ, ПРОТЕКАЮЩИХ В РАЗЛИЧНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗОНАХ Г. ВОРОНЕЖА..... 466

Овчарова А.Ю.
АНАЛИЗ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ИЗМЕНЕНИЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА НА НИЖНЕЙ ВОЛГЕ..... 469

Пантелеева Т.С.
РЕГИОНАЛЬНЫЙ ХАРАКТЕР КОМПЛЕКСА ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ ФОРМИРОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ..... 472

Поваляев Н.Р. , Дмитриева В.А.
ХРОНОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ МОРФОМЕТРИИ ПРИТОКОВ РЕКИ СОСНА (БЫСТРАЯ СОСНА) 475

Прядуненко Т.И.
ДИНАМИКА ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА И РЕЖИМА
ПОДЗЕМНЫХ ВОД В БАССЕЙНЕ Р.СОХ..... 479

Пуклаков В.В., Ерина О.Н., Соколов Д.И., Эдельштейн К.К.
ВЛИЯНИЕ СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА
ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ МОЖАЙСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА 484

Репина И.А., Гречушникова М.Г., Степаненко В.М.,
Варенцов М.И., Артамонов А.Ю.
ВЛИЯНИЕ РАВНИННЫХ ВОДОХРАНИЛИЩ НА КЛИМАТ
ОКРУЖАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ..... 491

Садуокасова М.Т.
ИЗМЕНЕНИЕ ИСПАРЕНИЯ С ПОВЕРХНОСТИ ОЗЕР ЩУЧИНСКО-БОРОВСКОЙ
КУРОРТНОЙ ЗОНЫ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА..... 494

Сазонов А.А., Крыленко И.Н., Варенцова Н.А., Михайлюкова П.Г.
ВОЗМОЖНОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ СТОКА РЕК БАССЕЙНА ДОНА
НА ОСНОВЕ ИМК ECOMAG 497

Сафаров С.Г., Сафаров Э.С.
МЕХАНИЗМЫ ОБРАЗОВАНИЯ СЕЛЕВЫХ ПОТОКОВ ЛИВНЕВОГО
ГЕНЕЗИСА НА ТЕРРИТОРИИ АЗЕРБАЙДЖАНА 501

Семикозов М.А., Дмитриева В.А.
УСЛОВИЯ И ФАКТОРЫ ЗАТОПЛЕНИЯ И ПОДТОПЛЕНИЯ ПРИРЕЧНЫХ
ПРОСТРАНСТВ ВО ВРЕМЯ ПОЛОВОДИЙ ТЕКУЩИХ ЛЕТ..... 505

Соловьева В.В.
ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ФЛОРЫ ЭКОТОНОВ МАЛЫХ
ВОДОХРАНИЛИЩ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ В УСЛОВИЯХ
НЕУСТОЙЧИВОГО ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА..... 507

Тебиева Д.И., Туаев Г.А.
КАМЕННЕЫЕ ГЛЕТЧЕРЫ И ПРИЛЕДНИКОВЫЕ ОЗЕРА КАК СЛЕДСТВИЕ
ГЛОБАЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ
ЦЕНТРАЛЬНОГО КАВКАЗА 514

Ушаков М.В.
УЧЕТ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ
ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ НА РЕКАХ ПРИМАГАДАНЬЯ..... 516

Фролова Н.Л., Григорьев В.Ю., Киреева М.Б., Харламов М.А.
АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ СТОКА РЕК ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ
РОССИИ ПО ДИСТАНЦИОННЫМ И НАЗЕМНЫМ ДАННЫМ 520

Чембарисов Э.И., Рахимова М.Н., Шодиев С.Р., Ахмеджанова Г.Т., Тиллаева З.У.
ГИС-ТЕХНОЛОГИИ В СОВРЕМЕННЫХ МЕЛИОРАТИВНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЯХ БАССЕЙНА АРАЛЬСКОГО МОРЯ..... 525

Чередниченко Александр В., Чередниченко Алексей В., Чередниченко В.С.
ДИНАМИКА ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
ПОД ВЛИЯНИЕМ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА..... 527

4. Дмитриева В.А. Водные ресурсы Воронежской области в условиях меняющихся климата и хозяйственной деятельности / В.А. Дмитриева. – Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2015. – 192 с.

5. Дмитриева В.А., Генезис максимумов водности рек и изменчивость водного режима в современный климатический период/ В.А. Дмитриева, С.В. Бучик // Водное хозяйство России:проблемы, технологии, управление.– 2016.– № 5. – 50-62.

6. Лурье П.М. Река Дон: гидрография и режим стока. Научное издание / П.М. Лурье, В.Д. Панов. – Ростов-на-Дону: Донской издательский дом, 2018. – 592 с.

7. Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрологическая изученность. – Л: Гидрометеоиздат, 1964. – Т.7. Донской район. – 267 с.

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ТЕРМИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ РЕК И ЕГО ТРАНСФОРМАЦИЯХ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА

А.Н. Василенко
saiiiia24@mail.ru

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г.Москва, Россия

Термический режим рек является одной из важнейших гидроэкологических характеристик водотоков. Прямо или косвенно температура воды определяет возможности роста, развития, размножения, питания и миграций гидробионтов, скорости продукции и деструкции органических веществ, скорости различных химических реакций, в том числе, входящих в процессы самоочищения водных объектов [4]. При этом вопросы термического режима рек, под которым понимается закономерное изменение температур воды и теплового стока, в научной литературе, особенно, «небиологической», рассматривались до конца XX – начала XXI в. сравнительно редко.

Как отмечает Б. Уэбб [7], интерес к теме термического режима рек с начала 90-х годов XX в. стал возрастать после внедрения в практику автономных электронных самописцев температуры воды, которые могут производить длительные записи, перезаряжаться и передавать информацию непосредственно в поле. Это дало возможность проводить исследования на локальных уровнях (участков русел): оценивать взаимодействие поверхностных и подземных вод, распределение температуры по сечению потока, оценивать роль прибрежной растительности в формировании температур воды. Кроме того, самописцы позволили получать большое число данных для построения моделей температур воды.

Другим триггером интереса к рассматриваемой теме стало проявление изменений климата в термическом режиме рек, выражающееся во многих реках мира в повышении как среднегодовых, так и максимальных годовых температур воды, что отражается в первую очередь на нерестилищах рыб, в том числе – ценных промысловых видов.

При этом, как отмечено в [6] существует очень малое количество публикаций по термическому режиму рек, посвященных регионам помимо Европы и Северной Америки. В России в последние десятилетия исследования термического режима рек практически не проводились [1].

Целью данной работы является обобщение материалов изученности термического режима рек, в-особенности, протекающих в Арктической зоне России.

Основной проблемой при исследованиях термического режима рек является сравнительно небольшое количество данных о температурах воды и, зачастую, их низкое качество. Несмотря на то, что наблюдения за температурой воды начались еще в 30-е годы XX в., температуры воды на реках измерялись до конца 50-х повсеместно у берегов, и только к началу 60-х, после проведения дополнительных наблюдений, на ряде постов была определена нерепрезентативность измерений температуры воды у берегов, и точки из-

мерений были перемещены к середине гидрометрических створов. Кроме того, зачастую, наблюдения за температурой воды проводятся только в утренние сроки, то есть в момент наиболее низкой температуры воды. Помимо этого, данные о температуре воды с конца 1970-х не сведены в томах «Основных гидрологических характеристик».

Факторы формирования термического режима рек

Пространственно-временное распределение температуры воды в реке является результатом взаимодействия комплекса географических факторов: гидрометеорологических и физико-географических. Именно совокупность различных факторов приводит к различиям температур воздуха и воды, а также различных их соотношений. При этом, количество влияющих факторов неодинаково на различных пространственных масштабах.

Ведущим фактором формирования термического режима рек является приток солнечной радиации к водному объекту, и, обусловленная им, температура воздуха [3]. Однако, различные локальные факторы нарушают прямую связь температуры воздуха и температуры воды.

В работе [4] и на основании анализа значительного количества англоязычной литературы выделены следующие масштабы: региональный (макромасштаб), водосборный (мезомасштаб), частный (микромасштаб). Концептуальная схема влияющих факторов представлена на рисунке 1.

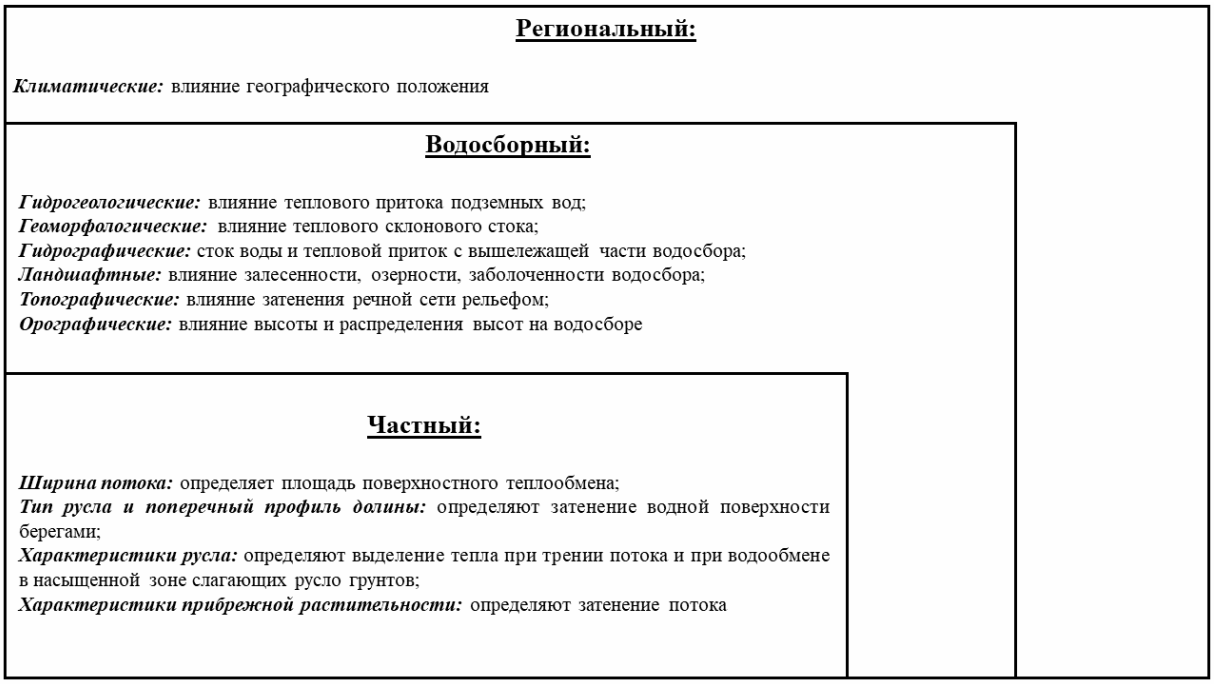

Рис. 1. Концептуальная схема факторов, влияющих на пространственно-временное распределение температур воды в реках

При прочих равных условиях, поступления грунтовых вод в летний период охлаждают водотоки, а в зимний, наоборот – отепляют. Роль теплообмена с грунтовыми водами становится особенно заметной в летний период, в-особенности, на водосборах низших порядков (по Хортону) и на водосборах с многолетнемерзлыми породами, хотя во многих исследованиях ролью теплообмена с ложем пренебрегают.

Охлаждению вод также способствуют: снеготаяние, поступление талых ледниковых вод, а также, интенсивные дожди. Не меньшую роль в охлаждении водотоков играют и характеристики склонов водосбора. Так, показано, что на горных потоках низкие температуры воды зачастую обусловлены хорошей дренированностью и незначительным прогревом склонов.

Охлаждению водотоков также способствует высота их водосбора и направление течения, определяющие более низкие температуры воздуха, и влияющих на продолжи-

тельность периода с положительными температурами. Не меньшую охлаждающую роль на ряде водосборов, в первую очередь, горных, играет затененность водотоков рельефом. Особую роль в снижении температур воды имеет прибрежная растительность, затеняющая водотоки.

Несмотря на интенсивное турбулентное перемешивание, выравнивающего различные гидрологические характеристики по потоку, существуют некоторые особенности распределения температуры воды по сечению. В первую очередь проявляются различия между температурами на середине потока и у берегов в периоды нагревания и охлаждения реки, охлаждение или потепление воды у берегов наблюдается при впадении притоков.

Изменения температур воды в реках по глубине обычно незначительно, хотя в отдельных случаях достигает нескольких градусов. Особо следует отметить, что различия между температурой воды на поверхности и у дна обычно минимальны, максимальные же различия наблюдаются между температурами воды на поверхности и в «ядре» потока. Наибольшее влияние на нарушение гомотермии по глубине оказывают притоки подземных вод и поступление поверхностных вод.

Термический режим арктических рек

Температуры воды в реках российской Арктики в целом следует за изменениями температуры воздуха. Среднедекадная температура воды периода открытого русла составляет 8,96°, максимальные температуры доходят до 14-15° на севере Сибири и 20-21° на севере ЕТР [5], на Кольском полуострове наблюдались максимальные температуры воды - 26°. Максимальные температуры воды достигаются в июле-августе. Период с температурами воды выше 0,2° продолжается с мая по октябрь.

Тесно связанный с температурой воды тепловой сток рек, с одной стороны - важная составляющая водных экосистем, в-особенности, в устьевых областях больших северных рек, где приток теплых вод создает интразональные условия (повышая температуры воды) формирования экосистемы и значительно повышает биомассу организмов. С другой стороны, тепловой сток оказывает значительное отепляющее воздействие на прибрежную зону морей, что особенно важно в арктических морях. Некоторое влияние тепловой сток оказывает и на ледовый режим рек, хотя, как отмечается, роль теплового стока в ледообразовании велика только в маловодные годы.

Вычисления теплового стока арктических рек России начали производить в 30-е годы XX в. как для отдельных рек, в первую очередь крупнейших, так и для всего Арктического побережья. Однако, в первую очередь, вычислениями были охвачены сибирские реки. Очевидно, что они вносят максимальный вклад в приток тепла в моря с материка. Реки Кольского полуострова и Карелии не учитывались вовсе. В 60-80-е годы были проведены расчеты теплового стока Оби, Енисея, Лены, рек бассейна Енисея, Лены, рек Северо-Востока и Кольского полуострова. В этих работах также была проведена оценка сокращения теплового стока Оби и Енисея после строительства на них крупнейших водохранилищ. Наиболее полные обобщения теплового стока арктических рек выполнены в начале XXI в. Д.В. Магрицким с соавторами [2] и Р. Ламмерсом с соавторами [5]. Расчет проводился, в основном, по крупнейшим рекам, в том числе Севера ЕТР. Результаты расчетов приведены в таблице 1. Результаты расчетов довольно близки.

Таблица 1. Результаты расчетов теплового стока рек в Северный ледовитый океан с территорий российской Арктики

Авторы:	Результат расчетов, ЭДж/год*
Lammersetal, 2007	82
Магрицкий и др., 2009	79

**Эксоджоуль = 10^{18}Джоуль*

Изменения термического режима арктических рек

Изменение климата приводит к росту температур воды рек на Земле. Однако некоторые исследования показывают, что на ряде рек наблюдается даже уменьшение температур воды [4]. Изменения вызываются как ростом температур воздуха, так и изменениями речного стока [6]. Анализ изменений температур воды проводится либо для отдельных речных бассейнов, либо, реже, для макрорегионов, либо глобально. Стоит отметить, что разделить роли климатических и антропогенных изменений температур воды достаточно сложно.

Изменение термического режима рек Арктики изучено сравнительно мало и сведения о нем противоречивы. Д.В. Магрицкий [2], к примеру, отмечает климатообусловленный рост температур воды на реках севера ЕТР на 0,4-1,5° (за исключением зарегулированных рек Кольского полуострова и Карелии), в то время как в работе [5], описывающей в основном большие реки, указывается на незначительность роли потепления климата в потеплении речных вод этого региона. Хотя авторы сходятся в том, что на реках Севера ЕТР наблюдается значимое потепление речных вод.

На Оби и Енисее, сток которых зарегулирован водохранилищами, отмечалось снижение температур воды, как среднедекадных, так и среднемесячных после строительства водохранилищ. Снизился, соответственно, тепловой сток этих рек, но если на Енисее снижение его обусловлено снижением температур воды, то на Оби снижение произошло за счет уменьшения летне-осенних расходов воды. В последние же годы, с ростом температур воздуха термический режим этих рек стал приближаться к естественному [2]. Термический режим рек, бассейна Обской губы имеет тенденцию к потеплению, то же можно сказать о термическом режиме рек междуречья Енисея и Лены. Тепловой сток и температуры воды на Нижней Лене устойчиво растут. Снижение теплового стока и уменьшение температур воды отмечается на р. Колыма после строительства Колымской ГЭС [2].

Отдельно следует остановиться на реках Кольского полуострова, Карелии и не освещенных наблюдениями водосборах Арктики. Большая часть рек Кольского полуострова и Карелии зарегулирована естественным (высокая озерность и заболоченность), либо антропогенным образом (различные гидроузлы). В силу небольшой протяженности этих рек, их тепловой режим в приустьевой области находится под значительным влиянием гидроузлов, в силу чего может наблюдаться понижение теплового стока отдельных рек, в то время как на реках с естественным режимом тепловой сток увеличивается. Расчеты теплового стока для неизученных рек обычно проводятся по линейным зависимостям теплового стока рек от площадей их водосборов. При этом, как отмечает Д.В. Магрицкий [2], применение этого метода может привести к занижению теплового стока рек.

Пути оценок будущих характеристик термического режима рек

На сегодняшний день оценки будущего термического режима строятся либо на концептуальной основе, либо на статистических моделях, либо с использованием различных физико-математических моделей. Концептуальные модели предполагают исключительно оценку тенденций изменений термического режима на основе существующих трендов изменений климата и изменений температур воды. Статистические модели базируются либо на сопоставлении температур воды и температур воздуха (линейные регрессии), либо на сопоставлении температур воды, температур воздуха и расходов воды (нелинейные регрессии). Статистическими моделями используется самая разная детальность по времени. Оценки делаются как для среднегодовых, так и для среднемесячных температур воды [4].

Детерминистические модели будущих температур воды рек позволяют использовать помимо данных о температуре воздуха и расходах воды, различную информацию о характеристиках водосбора [4].

Практически все оценки будущего термического режима сводятся к будущему увеличению температур речных вод. Оценки для Арктических рек выполнены, в основном, на концептуальном уровне и указывают на возможный дальнейший рост температур воды.

Следует отметить, что существует множество моделей температур речной воды, с разной дискретностью по времени, в том числе суточной. Используются самые разные подходы, к примеру, с добавлением данных о характеристиках водосборов в статистиче-

ские модели или базирующиеся на нейронных сетях. Таким образом, открываются новые возможности для оценок будущего термического режима рек, в том числе – арктических.

Исследование выполнено при финансовой поддержке проекта РФФИ № 18-05-60021-Арктика

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеевский Н.И., Кузьмина Е.О., Базелюк А.А.. Термический режим рек на юге Европейской территории России // Известия РАН. Серия географическая. – 2014. – № 5. – С. 56–66.

2. Магрицкий Д.В. Тепловой сток рек в моря российской Арктики и его изменения // Вестник Московского Университета. Серия 5. География. – 2009. – №5. – 69-77.

3. Соколова Е.М. Термический режим рек СССР. // Труды ГГИ. – 1951. – Вып. 30 (84).

4. Hannah, D.M., Garner, G., 2015. River water temperature in the United Kingdom: changes over the 20th century and possible changes over the 21st century. Prog. Phys. Geogr. 39. – P. 68–92.

5. Lammers, R.B., Pundsack, J.W., Shiklomanov, A.I., 2007. Variability in river temperature, discharge, and energy flux from the Russian pan-Arctic landmass. J. Geophys. Res. 112, G04S59 http://dx.doi.org/10.1029/2006JG000370

6. Van Vliet, M. T. H., F. Ludwig, J. J. G. Zwolsman, G. P. Weedon, and P. Kabat (2011), Global river temperatures and sensitivity to atmospheric warming and changes in river flow, Water Resour. Res., 47, W02544, doi:10.1029/2010WR009198.

7. Webb BW, Hannah DM, Moore RD, et al. (2008) Recent advances in river and stream temperature. Hydrological Processes 22: 902–918.

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ОСАДКОВ ЮГА ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ РАВНИНЫ И ЕЁ ВЛИЯНИЕ НА СТОК РЕК ШИШ, УЙ, ТУЙ, ИШИМ

Н.П. Волковская, О.В. Мезенцева
vnp78oo@mail.ru

Обь-Иртышское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Омский государственный педагогический университет, г.Омск, Россия

Согласно исследованиям Росгидромета [3] в целом по России за период 1976–2018 гг. повысилось количество годовых осадков (прирост составляет около 2,2% в год). Особенно выраженное повышение годовых сумм осадков зафиксировано, начиная со второй половины 1980-х гг. Целью исследования в данной статье в связи с этим является оценка влияния регионального роста количества выпадающих осадков на сток рек юга Западно-Сибирской равнины. Исследован водосбор реки Иртыш в среднем течении на территории России от села Татарка до села Усть-Ишим, включая водосбор реки Ишим в нижнем течении.

На первом этапе проведено обобщение данных об увлажнении территории по данным 24 метеостанций Обь-Иртышского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды [7] и исследована пространственно-временная изменчивость атмосферных осадков за современный период 1990–2015 гг. относительно предыдущего периода 1965–1989 гг.. Для выявления статистической значимости достоверности линейных трендов сумм годовых, жидких и твёрдых осадков за 1965–2015 гг. выполнен расчёт при уровне значимости 5%. Наличие линейных трендов сумм осадков, их достоверность оценивалась с использованием критериев однородности Стьюдента и дисперсионного анализа Фишера методом, представленным в работе [6]. На втором этапе были определены статистическая взаимосвязь общего количества осадков, выпадающих за год, и среднемноголетнего стока [2], а также