

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 СТРУКТУРЫ 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 А.А., 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

<i>Киреева М.Б., Харламов М.А., Фролова Н.Л., Рец Е.П., Самсонов Т.Е.</i> ВОДНЫЙ РЕЖИМ РЕК БАССЕЙНА ДОНА И ЕГО ИЗМЕНЕНИЕ В XXI ВЕКЕ	413
<i>Клюев П.В., Лебедев С.А., Богоутдинов Ш.Р.</i> ИЗУЧЕНИЕ ЛЕДОВОЙ ОБСТАНОВКИ РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПО ДАННЫМ ДЗЗ.....	418
<i>Колупаева А.Д., Макарьева О.М., Нестерова Н.В.</i> РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК КАТАСТРОФИЧЕСКОГО ПАВОДКА НА Р. АДАГУМ (Г. КРЫМСК) 6-7 ИЮЛЯ 2012 ГОДА В УСЛОВИЯХ НЕСТАЦИОНАРНОСТИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	422
<i>Коронкевич Н.И., Долгов С.В., Какутина Е.А.</i> СОВРЕМЕННЫЙ ВЫНОС БИОГЕНОВ В РЕКИ И ВОДОЕМЫ С ВОДОСБОРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ В БАССЕЙНЕ ДОНА.....	425
<i>Кузьмина Ж.В., Черноуцкий С.В.</i> ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКОГО И ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА НАЗЕМНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ В БАССЕЙНЕ ВЕРХНЕЙ ВОЛГИ.....	428
<i>Кульнев В.В.</i> СТРУКТУРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ЛЕНТИЧЕСКИХ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ.....	431
<i>Кульнева В.В., Звягинцева А.В., Лутовац М.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ГИДРОПОСТОВ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ.....	436
<i>Литвиненко Л.Н., Литвиненко В.В.</i> О ПРИРОДЕ ПЕРИОДИЧНОСТИ КАТАСТРОФИЧЕСКИХ ПОЛОВОДИЙ НА ДНЕПРЕ.....	441
<i>Литвинов П.В., Дмитриева В.А.</i> ФОРМИРОВАНИЕ ЛЕДОВОГО РЕЖИМА РЕК ВЕРХНЕГО ДОНА В СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ	448
<i>Магрицкий Д.В.</i> ИЗМЕНЕНИЯ СТОКА АРКТИЧЕСКИХ РЕК РОССИИ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	452
<i>Магрицкий Д.В., Агафонова С.А., Чалов С.Р., Кузнецов М.А., Банищикова Л.С.</i> СОВРЕМЕННЫЙ ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ НИЗОВЬЕВ Р.ОБИ	460
<i>Наурызбаева Ж.К.</i> СОВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЛЕДОВОГО РЕЖИМА КАСПИЙСКОГО МОРЯ.....	464
<i>Нефедова Е.Г.</i> ТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ МАЛЫХ ВОДОТОКОВ, ПРОТЕКАЮЩИХ В РАЗЛИЧНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗОНАХ Г. ВОРОНЕЖА.....	466
<i>Овчарова А.Ю.</i> АНАЛИЗ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ИЗМЕНЕНИЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА НА НИЖНЕЙ ВОЛГЕ.....	469
<i>Пантелеева Т.С.</i> РЕГИОНАЛЬНЫЙ ХАРАКТЕР КОМПЛЕКСА ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ ФОРМИРОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ.....	472
<i>Поваляев Н.Р., Дмитриева В.А.</i> 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., Гречушников 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 ЕСОМАГ	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. КАМЕННЫЕ 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

СОВРЕМЕННЫЙ ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ НИЗОВЬЕВ Р.ОБИ

Д.В. Магрицкий, С.А. Агафонова, С.Р. Чалов, М.А. Кузнецов, Л.С. Банищикова
magdima@yandex.ru

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, г.Москва, Россия
Ямало-Ненецкий ЦГМС, г.Салехард, Россия
Государственный гидрологический институт, г.Санкт-Петербург, Россия

Обь – крупнейшая и главная река Западной Сибири и ее северной (арктической) части, одного из наиболее динамично развивающегося региона России. Среди разнообразных и многочисленных факторов успешности и устойчивости этого развития особое место занимают водные и водно-транспортные ресурсы территории, в первую очередь, реки и речной сток. Их наличие и доступность в значительной мере регулируют существование и развитие водного транспорта, нефтегазодобывающих предприятий региона и связанной с ними инфраструктуры по транспортировке производимого продукта, размещению населения и, в частности, вахтовых поселков. Рост нефтегазодобычи в регионе, строительство предприятий по сжижению природного газа и необходимость круглогодичных морских перевозок привели к «всплеску» общественного и гидрологического интереса прежде всего к Обской губе. При этом остается необходимость исследований факторов и последствий гидрологических изменений р. Оби, чей сток (водный, наносов, тепловой и растворенных веществ) является как раз определяющим для гидрологического режима Обской губы и южной части Карского моря, не говоря уже о природном и социально-хозяйственном комплексах в нижнем течении р. Оби (нижней Оби, низовьях Оби), в пределах которого расположен в том числе г. Салехард. Эти изменения есть, и они, как считают авторы, у ряда элементов гидрологического режима существенные. Обнаружены и последствия этих изменений. Прийти к таким выводам позволили детальные исследования авторов на основе обширных данных гидрологических наблюдений (за уровнями и расходами воды, расходами взвешенных наносов, температурой воды и ледовыми явлениями) на постах, как в низовьях рек, так и на выше расположенных участках, на основных притоках, и за период с их открытия по 2016/2017 гг. В качестве современного периода приняты 1976–2017 гг., т.е. уже в условиях глобального потепления климата, а сравниваемого – 1936–1975 гг. Данные по объемам и структуре водопотребления взяты ежегодных справочников «Водный кадастр. Ресурсы поверхностных и подземных вод, их использование и качество», издаваемых с 1982 г.

Сток воды и его изменения. Средний за многолетний период годовой объем стока р. Обь у г. Салехард равен $401 \text{ км}^3/\text{год}$; к Обской губе он увеличивается до $411 \text{ км}^3/\text{год}$. С конца апреля по начало сентября, т.е. за половодье проходит 70% этой величины. Максимальные расходы воды, опять же во время половодья, проходят обычно в конце мая – начале июня. Самый большой расход, в 44,9 тыс. $\text{м}^3/\text{с}$, измерен 23 июня 1999 г. Осенняя межень (О) половодная, сменяет половодье в среднем 10 сентября и заканчивается с установлением ледостава и началом зимней межени. Ее доля в годовом стоке 11,3%. Зимняя межень (З) – самый продолжительный, маловодный, с наименьшими за год расходами воды (Q) гидрологический сезон на нижней Оби. Уточненные и актуализированные значения характеристик этих сезонов, востребованные в водохозяйственной практике расчетов, приведены в таблице 1.

Первой отличительной особенностью многолетних изменений водного стока и соответственно водных ресурсов нижней Оби является его невысокая межгодовая изменчивость ($C_v=0,16$), как следствие огромных размеров и регулирующей способности Обского бассейна. Вторая особенность – цикличность (~7–8, 11–13 и 23–25 лет) и чередование периодов разной продолжительности и водности. Третья – многолетние колебания содержат статистически незначимый, но тем не менее возрастающий тренд, в первую очередь за счет роста с середины 1990-х гг., в пределах нижней части Обского бассейна (севернее 60-й параллели) и стока р. Иртыша (как это не удивительно!). Объяснением столь слабой, в сравнении с другими основными сибирскими реками и региона [7], положительной тен-

денции служит нахождение значительной части бассейна в южных, засушливых широтах; хозяйственное водопотребление. В 2006–2017 гг. в российской части бассейна водозабор составил ~8,9 км³/год, в казахской ~2,8 км³/год, в китайской 3,0 км³/год, что вместе с потерями на испарение с водохранилищ дает почти 20 км³/год. Четвертая – циклические и направленные изменения годового стока не привели к статистически значимым нарушениям стационарности ряда (по *F*- и *t*-тест).

Еще более значимо изменились параметры внутригодового режима стока (табл. 1) – от объемов стока и расходов воды за сезон до дат. И не последнюю роль в этом сыграла регулирующая деятельность Обь-Иртышских водохранилищ [3, 5], особенно зимой, в экстремальные по водности годы и ниже впадения зарегулированного Иртыша. Хотя уже к Колпашево Новосибирского водохранилища сильно ослабевает. У Салехарда отмечено статистически значимое увеличение стока осенней и зимней межени, незначительное снижение стока половодья. Причем, нарушение стационарности рядов стока летне-осенней межени наблюдается в 1970-х гг. и особенно на рубеже 1970–1980-х гг., зимней межени – с конца 1950-х гг., большее по величине – с начала 1970-х гг., еще большее – с начала 1990-х гг.

Таблица 1. Основные характеристики гидрологических условий нижней Оби (пост – г. Салехард)

Характеристика	Период		
	1936–2017	1936–1975	1976–2017
Среднегодовой $Q_{\text{ср}}$, м ³ /с	12800 (0,16; 3,0; 0,38) ¹	12700 (0,15; - ; 0,47) ¹	12900 (0,16; - ; 0,32) ¹
Объем стока за половодье, км ³	285 (168–457) ²	291	279
Средняя дата начала половодья	28.04	29.04	28.04
Средняя дата оконч-я половодья	9.09	14.09	04.09
Среднегодовой $Q_{\text{макс}}$, м ³ /с	36600 (0,10; 0,0; 0,28) ¹	37000 (0,10; 0,0; 0,64) ¹	36200 (0,10; 0,0; 0,04) ¹
Наивысший $Q_{\text{макс}}$ и его дата	44900 (23.06.99)	43800 (5.07.71)	44900 (23.06.99)
Объем стока за 0 межень, км ³	45,8 (11,9–91,6) ²	39,2	52,1
Объем стока за 3 межень, км ³	76,4 (51,6–121) ²	70,2	82,4
Среднегодовой $Q_{\text{мин 3}}$, м ³ /с	3300 (0,23; 3,7; 0,61) ¹	2830 (0,18; 2,5 ; 0,56) ¹	3740 (0,19; 4,0; 0,34) ¹
Наинизший $Q_{\text{мин 3}}$ и его дата	1650 (5.03.69)	1650 (5.03.69)	2610 (11.04.98)
Сток взвешенных наносов, тыс. т/год	16090 (0,28; 2,5; 0,21) ¹	16150 (0,31; 1,0; 0,40) ¹	16040 (0,25; 4,5; 0,09) ¹
Средняя мутность воды, г/м ³	39,8	40,3	39,4
Средняя температура воды, °С: май / июнь / июль / август / сентябрь / октябрь ⁴	0,6 / 9,2 / 16,6 / 15,1 / 8,8 / 1,7	0,4 / 8,5 / 16,1 / 15,1 / 8,7 / 1,7	0,7 / 10,0 / 17,0 / 15,1 / 8,8 / 1,7
Средняя дата начала ледостава	29.10	29.10	30.10
Средняя дата вскрытия	25.05	28.05	24.05
Средняя дата очищения от льда	29.05	31.05	29.05
Продолж-ть ледостава, сут.	208 (12; 0,1) ³	210	205
Длительность ледовых явлений, сут.	225 (11; 0,1) ³	227	223
Максимальная толщина льда, см	103 (72–159) ²	111	99
Средний максимальный уровень весеннего ледохода, см	553 (39; 0,1) ³	551	556
Наивысший максимальный уровень и его дата	643 (30.05.1979)	621 (25.07.1971)	643 (30.05.1979)

Примечания. ¹В скобках – значения коэффициента вариации C_v , принятого отношения S_y/C_y и исправленного коэффициента автокорреляции (лаг 1); ²в скобках – максимальные и минимальные за период значения; ³в скобках – значения среднеквадратического отклонения и коэффициента автокорреляции.

Сток наносов. Его естественные и антропогенные изменения. При небольших средних значениях мутности воды $\sim 40 \text{ г/м}^3$ (табл. 1) годовой сток взвешенных наносов огромен и равен почти 16,1 млн т, меняясь от 5,8 в 1966 г. до 27,1 млн т в 2007 г. Сток влекомых наносов оценивается в 2,9 млн т/год [3]. Значительная часть стока наносов (85%) проходит в период половодья. Это же и период основных русловых переформирований, деформаций берегов. Средняя мутность во время него возрастает до 52 г/м^3 . 11% годового стока наносов проходит в сентябре–октябре. В зимнюю межень мутность воды снижается до 10 г/м^3 и практически уже не измеряется на сети.

Межгодовые колебания стока речных наносов, в целом, неплохо соответствуют таким же колебаниям стока воды ($R=0,73$). Главная же особенность многолетних колебаний в низовьях Оби – отсутствие выраженной реакции характеристик стока взвешенных наносов на эксплуатацию крупных водохранилищ, как это имело место на рр. Енисей, Вилюй и Колыма [6]. Мало того, многолетний тренд возрастающий ($+0,25$ млн т/10 лет), хотя и статистически незначимый. Таким образом, сохраняется стабильность в отношении русловых процессов и, следовательно, дноуглубительных работ в низовьях Оби и на барах Обской губы, качества воды в контексте приемлемой концентрации взвесей в речной воды.

Новосибирское водохранилище задерживает почти 91% взвесей и все влекомые наносы [3, 6]. К г. Новосибирску расходы наносов и мутность увеличиваются до 16% их величины до 1956 г., а к г. Колпашево – до 60%. Однако, со второй половины 1970-х гг. здесь произошло более значимое снижение стока наносов, возможно, связанное с уменьшением стока воды и активной добычей нерудных материалов из речного русла. Ниже устья р. Иртыш и у г. Салехарда влияние Новосибирского и иртышских водохранилищ в явном виде уже не видно. А косвенное влияние выражено посредством меньшей интенсивности нарастания расходов взвешенных наносов вслед за современным увеличением водности реки.

Температурный и ледовый режим. Его климатически обусловленные и антропогенные нарушения. Температурные условия – фактор гидроэкологического состояния реки, Обской губы и морского взморья, ледового режима, русловых процессов и переформирования берегов в районах распространения вечной мерзлоты, доказанного влияния такой огромной реки на местный климат и биоту. В створе г. Салехард средняя продолжительность периода с положительными температурами воды составляет 153 сут. (с 23 мая по 23 октября). Средняя температура воды июля – самого теплого месяца – $16,6^\circ\text{C}$; максимальное значение в $+25,4^\circ\text{C}$ измерено 19 июля 1989 г.

Первый лед на нижней Оби появляется 17 октября в районе г. Салехард и 25 октября в районе пос. Горки. В среднем через 2 нед. устанавливается ледостав. В ноябре идет интенсивное нарастание толщины ледяного покрова. К концу месяца значениям 90% обеспеченности соответствуют 20–30 см. В среднем толщина льда достигает 40% от максимальных значений к концу ледостава. Нарастание ледяного покрова продолжается до апреля, а к началу весеннего ледохода он значительно теряет свою толщину и прочность, что способствует снижению опасности заторов льда. Здесь они не такие опасные, как например в устьях Северной Двины, Печоры или Лены [1, 3, 4]. Наивысшие значения толщины льда в створе г. Салехард отмечены в 1956 г. (159 см), для Аксарки в 1971 г. (178 см), для Яр-Сале в 1969 г. (209 см). Средняя продолжительность ледостава по длине нижней Оби варьирует от 190 до 215 сут. Весенний ледоход наблюдается в среднем во второй декаде мая, средняя его продолжительность – 3–5 сут. Весенний ледоход в 90–100% случаев сопровождается выходом воды на пойму.

Изменение температуры воздуха в средней и северной частях Обского бассейна привели к заметному росту температуры воды, прежде всего с мая по июль. У Салехарда увеличение температуры воды в мае составило $0,3^\circ\text{C}$, в июне – $1,5^\circ\text{C}$, в июле – $0,9^\circ\text{C}$. Первый рост отмечен с конца 1980-х гг., второй, более значимый – с начала 2000-х гг. При этом значимого смещения сроков перехода температуры воды через 0°C пока не отмечено. Кроме того, как установлено, влияние водохранилищ на температуры воды до низовьев Оби «не дотягивается». Пока неизвестно как это влияет и способно влиять на местный климат, ММП, которые «островами» присутствуют в устье Оби.

Изменения ледового режима связаны прежде всего с изменениями температуры воздуха и воды. Согласно [2], коэффициенты линейного тренда температур воздуха, особенно зимнего сезона, увеличиваются на нижнем участке р. Обь в направлении к устьевому створу. Вследствие этого смещение сроков появления льда к более поздним значениям статистически значимо (по t-тест) для поста Салехард (стационарность нарушена с 1975 г.) и незначимы для постов выше по течению. Изменения сроков вскрытия проявляются на всей Нижней Оби. Смещение сроков на более ранние даты статистически значимо, начиная с 1971 г. для постов г. Салехард и с. Аксарка и с 1984 г. для постов пос. Горки и с. Мужы. Изменения дисперсии (по F-тест) статистически незначимы также, как и для осенних сроков ледовых явлений. Вслед за ледовыми сроками меняется продолжительность ледостава и периода с ледовыми явлениями (табл. 1): после 1975 г. сокращение составляет 5 сут, после 1987 – 7 сут.

Изменения сроков начала и окончания ледовых явлений влияют на ситуацию с завершением осенью навигационного сезона и, особенно, серьезно на функционирование ледовой переправы («зимника») между городами Лабитнанги и Салехард – единственного пути для грузов и автомобилей с левого на правый берег Оби зимой. В последние несколько лет ее открывают аномально поздно из-за позднего, растянутого начала зимы и установления устойчивого ледостава. Последний такой случай пришелся на начало зимы 2018–2019 гг.

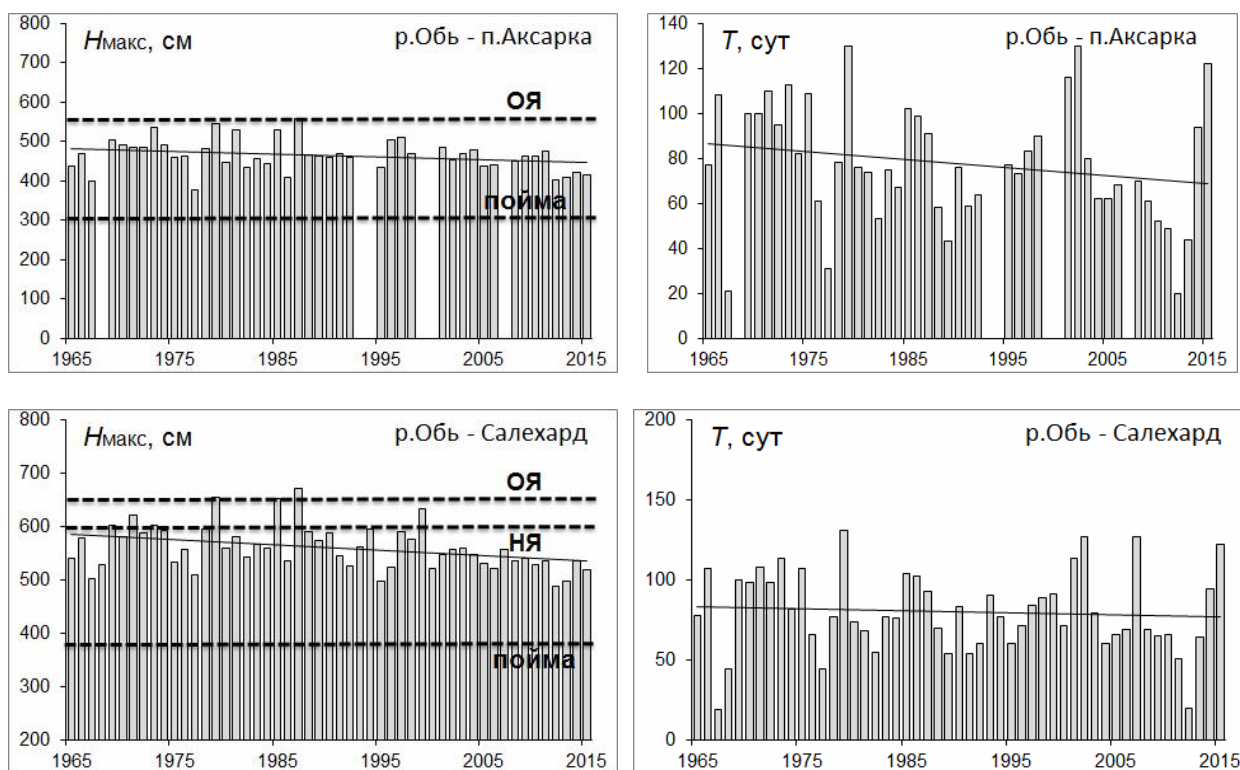


Рис. 1. Многолетняя динамика максимальных уровней воды и их превышения над критическими отметками (левый ряд) и продолжительности затопления речной поймы (правый ряд) в период с 1965 по 2015 гг. НЯ – высотная отметка неблагоприятного гидрологического явления, ОЯ – опасного явления

Максимальные уровни воды и затопления. Во время половодья и максимальных расходов воды затопляется пойма Нижней Оби и порой объекты на ней расположенные. Масштабы затопления и ущербы от него значительно увеличиваются в экстремальные по водности половодья и во время заторов льда, которые как уже ранее отмечено здесь большой мощности не достигают (по разным причинам). Среди населенных пунктов, подверженных

частично затоплению в период весеннего ледохода, следует указать пос. Аксарки, пос. Горки, с. Мужы, г. Салехард. В пос. Салемал затопление происходит не каждый год – 46% случаев с 1978 по 1990 гг.; в пос. Аксарка, Яр-Сале и г. Салехард – каждый год.

Установлено, что в низовьях р. Оби наблюдается снижение опасности затоплений за счет убывающего тренда в многолетних колебаниях максимальных уровней воды и продолжительности затопления поймы (рис. 1). Это следует из некоторого уменьшения максимальных расходов воды и мощности ледяного покрова, общего потепления весной.

Исследование выполнено по грантам РФФИ №18-05-60021 (водный, термический и ледовый режим, его изменения) и №18-05-60219 (сток речных наносов и его изменения)

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеевский Н.И., Магрицкий Д.В., Айбулатов Д.Н. Особенности и оценки пространственно временной изменчивости речного стока в многорукавной дельте р. Лены // В сб.: Меняющийся климат и социально-экономический потенциал Российской Арктики. – М.: Лига-Вент, 2016. – Том 2. – С. 65–95.
2. Второй оценочный доклад Росгидромете об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. – Москва, 2014. – 1008 с.
3. Геоэкологическое состояние арктического побережья России и безопасность природопользования / под ред. Н.И.Алексеевского. – М., 2007. – 585 с.
4. Козлов Д.В., Бузин В.А., Фролова Н.Л., Агафонова С.А., Банщикова Л.С. и др. Опасные ледовые явления на реках и водохранилищах России: Монография / под. общ. ред. Д.В.Козлова. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева. – 2015. – 348 с.
5. Магрицкий Д.В. Антропогенные воздействия на сток рек, впадающих в моря Российской Арктики // Водные ресурсы. – 2008. – Т. 35. – № 1. – С. 1–14.
6. Магрицкий Д.В. Факторы и закономерности пространственной и многолетней изменчивости поступления речных наносов в моря Российской Арктики // Вопросы географии. Сер. География полярных регионов. – 2016. – Вып. 142. – С. 444–466.
7. Румянцева Е.В., Шестакова Е.Н., Муждаба О.В. Динамика водных ресурсов рек Арктической зоны Западной Сибири // Научный Вестник Ямало-Ненецкого АО. – 2008. – Вып. 3(96). – С. 53-61.

СОВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЛЕДОВОГО РЕЖИМА КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Ж.К. Наурозбаева, В.А. Лобанов
naurozbaeva.zhanar@mail.ru

*Российский государственный гидрометеорологический университет,
г. Санкт-Петербург, Россия*

Как известно Каспийское море относится к частично замерзающим морям. В его северо-восточной части, как и на всем Северном Каспии ежегодно устанавливается устойчивый ледяной покров, отличающийся большой динамичностью. Он препятствует нормальному судоходству, способствует разрушению береговых гидротехнических сооружений. Ледовые условия оказывают влияние не только на многие морские отрасли хозяйства, но и на экологическую ситуацию в регионе, например, смещение сроков ледовых явлений оказывает влияние на биологические циклы в экосистемах, что отражается, в свою очередь, на рыбопродуктивности.

Современное потепление климата проявляется во многих природных факторах, в том числе и в инерционных характеристиках криосферы, к которым относится морской и речной лед.