

Санкт-Петербургский государственный университет

Сборник докладов
международной научной конференции
памяти выдающегося русского ученого
Юрия Борисовича Виноградова

**ЧЕТВЕРТЫЕ ВИНОГРАДОВСКИЕ ЧТЕНИЯ.
ГИДРОЛОГИЯ ОТ ПОЗНАНИЯ К МИРОВОЗЗРЕНИЮ**

Санкт-Петербург

Под редакцией О. М. Макарьевой, А. А. Землянковой

Санкт-Петербург
2020

УДК 556
ББК 26.22
С28

- С23 Сборник докладов международной научной конференции памяти выдающегося русского ученого Юрия Борисовича Виноградова «Четвертые Виноградовские чтения. Гидрология: от познания к мировоззрению» [Электронный ресурс]; Санкт-Петербург, 2020 год / под ред. О.М. Макарьевой, А.А. Землянсковой. — СПб.: Изд-во BBM, 2020. — 1156 с.**

ISBN 978-5-9651-0730-8

Международная научная конференция «Четвертые Виноградовские Чтения. Гидрология: от познания к мировоззрению» памяти выдающегося русского ученого-гидролога Юрия Борисовича Виноградова проводится в Санкт-Петербургском государственном университете в 2020 году в четвертый раз (2013, 2015, 2018). Она стала регулярной научной платформой для свободной дискуссии по проблемам развития гидрологии и поискам путей их преодоления, синтеза современных подходов в области изучения гидрологических процессов и их применения для решения фундаментальных и практических задач.

Конференция проходит под эгидой Международной Ассоциации Гидрологических наук (IAHS), при поддержке Российского Фонда Фундаментальных исследований (проект № 20-05-20031), спонсорской помощи ООО НПО «Гидротехпроект» и НИЦ «Геодинамика», а также участия Государственного гидрологического института. Организация конференции проводится силами научной группы модели «Гидрограф» и кафедры гидрологии суши Института наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета.

УДК 556
ББК 26.22

ISBN 978-5-9651-0730-8

© Макарьева О. М., Землянскова А. А., 2020

Saint Petersburg State University

Proceedings of international scientific conference
in memory of outstanding Russian scientist
Yury Vinogradov

IV VINOGRADOV CONFERENCE
HYDROLOGY: FROM LEARNING TO WORLDVIEW

Saint Petersburg

Edited by Olga Makarieva and Anastasiia Zemlianskova

Saint-Petersburg
2020

**Международная конференция памяти выдающегося
русского ученого Юрия Борисовича Виноградова
ЧЕТВЕРТЫЕ ВИНОГРАДОВСКИЕ ЧТЕНИЯ «ГИДРОЛОГИЯ ОТ
ПОЗНАНИЯ К МИРОВОЗЗРЕНИЮ»**

Организаторы	Кафедра гидрологии суши, Институт наук о Земле, Санкт-Петербургский государственный университет Научная Группа модели Гидрограф
Председатель Программного комитета	д.г.н., профессор В.В. Дмитриев, Институт наук о Земле, Санкт-Петербургский государственный университет
Председатель Организационного комитета	к.т.н. О.М. Макарьева, Научная группа модели Гидрограф, Институт наук о Земле, Санкт-Петербургский государственный университет, Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН
Спонсоры	Российский Фонд Фундаментальных Исследований ООО «НПО «Гидротехпроект», Санкт-Петербург АНО НИЦ «Геодинамика», Южно-Сахалинск

**International conference in memory of outstanding
Russian hydrologist Yury Vinogradov
IV VINOGRADOV CONFERENCE
HYDROLOGY: FROM LEARNING TO WORLDVIEW**

Organized by	Department of Land Hydrology, Institute of Earth Sciences, St. Petersburg State University Hydrograph Model Research Group
Chair of Scientific Committee	Vasiliy Dmitriev, Institute of Earth Sciences, St. Petersburg State University
Chair of Organizing Committee	Olga Makarieva, Hydrograph Model Research Group, Institute of Earth Sciences, St. Petersburg State University, Melnikov Permafrost Institute SB RAS, Yakutsk, Russia
Partners	Russian Foundation for Basic Research Gidrotehproekt Ltd., St. Petersburg ANO RC "Geodinamika", Yuzhno-Sakhalinsk

ПРЕДИСЛОВИЕ

Международная научная конференция «Четвертые Виноградовские Чтения. Гидрология: от познания к мировоззрению» памяти выдающегося русского ученого-гидролога Юрия Борисовича Виноградова проводится в Санкт-Петербургском государственном университете в 2020 году в четвертый раз (2013, 2015, 2018).

Ю.Б. Виноградов – автор фундаментальных научных трудов, в том числе нескольких основополагающих монографий по математическому моделированию гидрологических процессов, катастрофическим гидрологическим явлениям (прорывным паводкам, лавинам и селевым потокам).

Конференция «Виноградовские Чтения» стала регулярной научной платформой для свободной дискуссии по проблемам развития гидрологии и поискам путей их преодоления, синтеза современных подходов в области изучения гидрологических процессов и их применения для решения фундаментальных и практических задач. Конференция проходит под эгидой Международной Ассоциации Гидрологических наук (IAHS), при поддержке Российского Фонда Фундаментальных исследований (проект № 20-05-20031), спонсорской помощи ООО «НПО «Гидротехпроект» (Санкт-Петербург) и НИЦ «Геодинамика» (Южно-Сахалинск), а также участия Государственного гидрологического института. Организация конференции проводится силами научной группы модели «Гидрограф» и кафедры гидрологии суши Института наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета.

В программный комитет конференции входят специалисты в области гидрологии и водных ресурсов из ведущих научных институтов, в том числе РАН, университетов и производственных организаций России и зарубежных стран.

Информация о конференции, условиях участия и регистрации опубликована на сайте <https://www.vinogradovconference.com/>.

Программа конференции 2020 года состоит из семи научных секций:

1. Математическое моделирование в гидрологии: проблемы, достижения, практическое применение
2. Методология гидрологии: есть ли рост научного познания?
3. Опасные гидрологические явления: предсказуемость и оценивание
4. Прикладная гидрология: современные задачи и методы решения
5. Региональные водные проблемы: антропогенное влияние и/или климатические изменения?
6. Геоэкологические исследования и охрана водных объектов: что ограничивает – несовершенство водного права или незнание процессов?
7. Гидрологические исследования Арктики, Антарктики и Марса: экзотика или фундаментальные проблемы? (в честь 200-летнего юбилея открытия Антарктиды)

Сквозной научной темой конференции является развитие методов математического моделирования в гидрологии, как одного из наиболее перспективных направлений в

области наук о Земле. Теме математического моделирования посвящена школа-семинар, а также одна из наиболее многочисленных секций конференции. Многие разработки в области методов моделирования, достигнутые за последние полвека, еще не нашли своего отображения в соответствующих учебниках для студентов и аспирантов. Поэтому важны как методические наработки, так и результаты их применения.

Дополнительно к сборнику РИНЦ материалы конференции опубликованы в:

- сборнике на английском языке, индексируемом Scopus и WoS (<https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2020/23/contents/contents.html>),
- специальном выпуске журнала «Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление» (БАК) (https://www.waterjournal.ru/files/wj_journal/1587449738.pdf),
- специальном выпуске журнала «Вестник Санкт-Петербургского государственного университета. Науки о Земле» (БАК, Scopus) (готовится к печати).

В 2020 году число зарегистрировавшихся участников составляет более 300 человек, представляющих 30 регионов Российской Федерации и 22 зарубежные страны.

Председатель Программного комитета, д.г.н., проф., академик РАН В.В. Дмитриев

ПРИВЕТСТВИЕ

Уважаемые участники конференции! Ведущие ученые, молодые специалисты, студенты, аспиранты, гидрологи-практики!

Мы благодарим вас за интерес к Виноградовским Читениям и активное участие в формировании программы конференции! Ваше участие вдохновляет нас и дает силы. Мы всегда рады видеть каждого участника и всех вас вместе в Санкт-Петербурге!

Гидрология – один из важнейших научных элементов системы жизнеобеспечения человечества. Юрий Борисович Виноградов связал в свое время свою жизнь с гидрологией и никогда об этом не пожалел. Он очень любил эту науку. Мы желаем всем, кто берется за ее изучение и дальнейшее развитие, получить такое же удовольствие и удовлетворение, какие выпало на его долю.

к.г.н., доцент Санкт-Петербургского государственного университета Т.А. Виноградова

Гидролого-морфологическая деградация Аграханского залива: особенности, причины, пути решения

А.А. Семенова^{1*}, Д.В. Магрицкий¹, М.А. Самохин¹, Д.И. Соколов¹, О.Н. Ерина¹, А.В. Гончаров¹, В.В. Сурков¹, А.Н. Завадский¹, Е.Д. Шереметская¹, А.А. Воронцов²

¹Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва

²ВНИИГМИ-МЦД – Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных, г. Обнинск

*sem.nu2013@yandex.ru

Аннотация. На основе данных экспедиционных исследований и многолетних сетевых гидрологических наблюдений, сравнительного анализа разновременного картографического материала и спутниковых снимков, лабораторного анализа было подробно и впервые комплексно охарактеризовано современное гидрологическое состояние, изучены особенности и установлены закономерности, факторы и параметры гидролого-морфологической эволюции Аграханского залива, главным образом, в XX и начале XXI в., а также предложены меры по его восстановлению. Аграханский залив – уникальный гидрографический и экологически ценный объект в юго-восточной части дельты Терека, который еще 100 лет назад имел черты типичного морского залива и площадь в 340 км², был одним из основных районов воспроизводства осетровых и рыбной промысловой деятельности. Сейчас он разделен на две различающиеся части. Водные акватории и обводненный тростник занимают всего лишь 258 км². Их площадь продолжает уменьшаться, что генерирует негативные последствия экологического, социально-экономического характера. Утеряна рыбопромысловая ценность залива.

Ключевые слова: Терек, дельта, залив, Каспий, рукав, полевые измерения, гидрологическое состояние, гидротехнические мероприятия, морфологические изменения.

Hydrologic and morphological degradation of the Agrakhan Bay: features, causes, solutions

A.A. Semenova^{1*}, D.V. Magritskiy¹, M.A. Samokhin¹, D.I. Sokolov¹, O. Erina¹, A.V. Goncharov¹, V.V. Surkov¹, A.N. Zavadskiy¹, Ye.D. Sheremetskaya¹, A.A. Vorontsov²

¹Lomonosov Moscow State University, Moscow

²RIHMI-WDC - All Russian Research Institute of Hydrometeorological Information – World Data Center, Obninsk

*sem.nu2013@yandex.ru

Abstract. We have described the current hydrological state of the Agrakhan Bay, studied its features and defined trends, factors and parameters of hydrologic-morphological evolution of the Bay, mainly in the XX and early XXI centuries, and proposed measures for its restoration. The study was based on field measurements and long-term networked hydrological observations, comparative analysis of multitemporal cartographic material and satellite images, and laboratory analysis of water samples. Agrakhan Bay is a unique hydrographic and ecologically valuable object in the south-eastern part of the Terek delta, which 100 years ago had the features of a typical sea gulf and an area of 340 km², was one of the main habitats for sturgeon spawning and fishery. Now it is divided into two different parts. Water areas and watered reed cover only 258 km². Their area continues to decrease, which generates negative environmental and socio-economic consequences. The fishing value of the bay has been lost.

Keywords: Terek, delta, Caspian Sea, field measurements, hydrological conditions, hydrotechnical activities, morphological structure.

Введение

Аграханский залив – уникальный гидрографический и экологически ценный объект в юго-восточной части дельты Терека. В начале XX в. площадь его открытой водной поверхности достигала ~340 км², и он представлял собой типичный морской залив (Каспийского моря), глубоко вдающийся в сушу. В настоящее время, т.е. спустя почти 100 лет, он не имеет черт единого водного тела и обычного морского залива, которые были «утрачены» еще в 1960–1970х гг. Залив разделен руслом рукава Каргалинский Прорыв на две обособленные и неравноценные части, обладающие своим водным режимом, ландшафтным строением, биотой и антропогенной нагрузкой. Но в реестре водных объектов РФ его по-прежнему называют морским заливом и так же обозначают на картах.

Изменения в гидрологическом режиме и морфологическом строении повлекли за собой обеднение видового состава ихтиофауны, с практически полным исчезновением осетровых, и резкое снижение объемов промыслового вылова рыбы. Прогноз на будущее неблагоприятный, в том числе в связи с низким стоянием уровня моря и продолжающимся заилением и зарастанием водоемов бывшего Аграханского залива, их загрязнением, распашкой «сухих» плавней. Существует опасность его полного исчезновения и соответственно потери для региона, во-первых, уникальной гидрографической системы и водных ресурсов, во-вторых, экологически ценных угодий с разнообразными, редкими и охраняемыми видами животных, рыб, птиц и растений, в-третьих, естественной преграды распространению песков Уч-косы вглубь дельты, в-четвертых, перспективного рекреационного и туристического объекта. Важно также, что Аграханский залив поддерживает необходимый уровень грунтовых вод, сдерживая вторичное засоление прилегающих земель.

Необходимость остановить дальнейшую гибель Аграханского залива наталкивается на ряд трудностей, среди которых практически полное отсутствие полноценных и современных гидрологических данных об объекте, неокончательное понимание факторов его гидролого-морфологической деградации, отсутствие примеров в отечественной водохозяйственной практике спасения подобных объектов. Возможности для поиска ответов на эти и другие вопросы, эффективных мер по спасению Аграханского залива открыл крупный и по-своему пионерный научно-исследовательский проект «Исследование причин истощения Аграханского залива Каспийского моря, и подготовка научно-обоснованных рекомендаций по восстановлению его естественного водообмена» (НИР 18-01), предложенный Западно-Каспийским БВУ. В рамках него были и еще будут получены уникальные результаты.

Материалы и методы исследования

Информационной основой исследований послужили, в первую очередь, итоги семи комплексных экспедиций в 2018 и 2019 гг. Во время них на водоемах Аграханского залива и связанных с ним водотоках были обустроены и налажена работа 6 гидропостов; заложено несколько скважин для мониторинга за уровнем верхних ненапорных подземных вод; выполнено 4 серии измерений расходов воды на 7 гидростворах, 6 серий отбора проб воды (на химический состав) в 10 мониторинговых точках и на 12 рейдовых станциях; масштабные измерения гидрофизических показателей на 320 вертикалях в июне и 110 в сентябре 2019 г.; 624 измерений мощности донных отложений, детальное описание 24 кернов донных грунтов, лабораторный анализ (в Дагводресурсах и МГУ) 56 образцов на гранулометрический состав и 14 на химический состав; определения и картирование видового состава и проективного покрытия макрофитов; отбор проб водных микроорганизмов; топогеодезические и промерные работы – 2000 определений абсолютного высотного положения точек на местности и 116 км маршрутов, 109 тыс. точек эхолотных измерений, 1690 промерных станций с измерениями наметкой и 670 км суммарно

пройденного пути; макромасштабная съемка с квадрокоптера и наземные детальные рекогносцировочные обследования местности. Во-вторых, были собраны и с разной детальностью обработаны многочисленные старинные (с начала XVIII в.), современные и топографические карты, полевые картосхемы, 70 спутниковых снимков систем Landsat, OrbView, Sentinel, KeyHole, Ресурс-Ф. В-третьих, привлекались данные многолетних гидрологических наблюдений на постах в дельте Терека и за уровнем Каспия. В-четвертых, изучены основные результаты прошлых экспедиционных обследований дельты Терека и его объектов, теоретического их осмысления, добытые специалистами географического факультета МГУ, ГОИНа, дагестанских организаций, которые опубликованы в [1-7, 8-10] и др.

Все полученные данные проверены, систематизированы, переведены в электронный вид, частично или полностью обработаны, визуализированы в виде таблиц, диаграмм и графиков, тематических карт и проанализированы. Создана многослойная и высокдетальная ГИС Аграханского залива. На ее основе впервые построены 3 карты залива с историческими границами, современным ландшафтным строением и глубинами масштабом 1:10000, рассчитаны батиметрические кривые, создано 5 карт распространения водных растений, различающиеся набором основных характеристик зарослей надводных и погруженных макрофитов, 18 карт донных отложений (по разным показателям). По итогам сравнения разновременных картографических материалов и ДЗЗ получены многочисленные оценки морфологических, геоботанических и гидрографических изменений в исторических границах залива, а также соответствующие картосхемы реконструкций. Установлены основные морские и речные гидрологические, антропогенные факторы развития Аграханского залива, начиная с XVIII–XIX вв. Получены единственные в своем роде оценки по современному водному режиму водоемов Аграханского залива, по качеству вод и источникам загрязнения, построены соответствующие графики, зависимости и диаграммы, 14 карт.

Результаты и выводы

Факторы и характер недавней и современной эволюции Аграханского залива.

Начало «конца» Аграханского залива датируется 1914 г., когда во время половодья у ст. Каргалинской произошел прорыв русла р. Терек в восточном направлении – в сторону Аграханского залива, – заложивший начало образования нового магистрального рукава Каргалинский Прорыв. В своем развитии рукав, согласно, авторам монографии [3], прошел несколько этапов. Во время *озерно-плавневого этапа* его русло еще только формировалось в окружении разливов и плавней. Поэтому не на всех картах тех лет Каргалинский Прорыв присутствует. Речные наносы полностью оставались в этой зоне, не доходя до Аграханского залива. «Осветленные» речные воды, наоборот, сохраняли размеры залива в условиях начавшегося (с 1930 г.) быстрого падения уровня Каспия, а площадь его зарастания даже сократилась. Сами воды сбрасывались в море на севере – через Кизлярский залив.

Второй этап (с 1941 г.) уже не был таким благоприятным. Уровень моря продолжал снижаться, как и водность Терека [7,10]. Но главное, формирование русла Каргалинского Прорыва практически завершилось, и в центральную часть залива по протоке Аликазган стали поступать речные наносы: по оценкам Н.И. Алексеевского [3,9,10] – до 45% от первоначальной величины в истоке рукава. При этом известно, что Терек – река с огромным стоком наносов. Его величина почти в 1,5 раза превышает сток наносов р. Енисей. Эти изменения привели к тому, что в Аграханском заливе начала быстро формироваться многорукавная дельта протоки Аликазган [1,3,10]. К 1956 г. русло главного рукава этой дельты приблизилось к восточному берегу залива (к Уч-косе), и дельта, по сути, разделила Аграханский залив на 2 части, какое-то время еще общавшиеся между собой.

Третий этап (до 1977 г.) характеризуется ускорением темпов сокращения водного зеркала Аграханского залива и уменьшения его глубин. Причины – антропогенным образом уменьшившийся сток воды Терека, увеличение выноса наносов в Аликазганскую дельту и залив – до 7,5 млн т/год, падение уровня моря (в 1977 г. он достиг своей наименьшей отметки в -29,01 м БС), зарастание мелководий залива, в том числе по причине загрязнения биогенами речных и коллекторных вод. В итоге, между южной и северной частями Аграханского залива была утрачена гидравлическая связь. Уровень в Южном Аграхане соответствовал уровню в Каргалинском Прорыве ниже с.Аликазган. Он реагировал на изменения как стока в рукаве, так и на режим поступления воды из мелиоративной сети им. Держинского. Уровень в Северном Аграхане почти соответствовал уровню моря, отражал как изменения стока в рукаве, так и морские колебания уровня. К концу 1960-х гг. превышение по уровню в Южном Аграхане над северным водоемом составляло, по сведениям из [1], уже 2,5 м.

Четвертый, современный, период в жизни Аграханского залива начался с открытия в 1977 г. канала-прорези через Аграханский полуостров (Уч-косу), ставшего единственным продолжением Каргалинского Прорыва. Теперь рукав впадает в Средний Каспий, и его длина сократилась на 17,5 км. Это повлекло за собой интенсивную регрессивную эрозию дна и сильное падение уровня в русле Каргалинского Прорыва [10], сокращение водообмена как Южного, так и Северного Аграхана с рукавом, еще большее уменьшение площади водной акватории в границах прежнего залива. Чтобы сохранить водоемы в них с переменным успехом начали искусственным образом сбрасывать речные и коллекторные воды. Для Южного Аграхана дополнительно соорудили 2 водосброса. Кроме того, этот период ознаменовался вначале быстрым подъемом уровня Каспия (на 2,35 м с 1977 по 1995 г.), затем – его некой стабилизацией, после – продолжающимся последние 10 лет падением уровня (уже на 1,2 м). Водность реки, как и количество наносов менялись в сторону увеличения [7,10]. В 2002 г. и в 2005 г. в дельте произошли катастрофические стоквые наводнения, охватившие и часть Аграханского залива, и соседние с ним территории [10]. Как следствие, вначале отмечалось обводнение территории и водоемов бывшего Аграханского залива, в первую очередь, его северной части [6,9,10]. С середины 1990-х и, особенно, с середины 2000х гг. эта тенденция для северной части сменилась на противоположную. Южный Аграхан относительно стабилен, но постепенно зарастает макрофитами и заиливается.

Современное гидролого-морфологическое состояние Южного Аграхана. В южном секторе, так называемом Южном Аграхане, общая площадь которого (в исторических границах) 136 км², на открытую водную поверхность, обводненный тростник, «сухие» плавни, сенокосы, солончаки и прочее приходится в настоящее время соответственно 66,3, 41,3, 6,54, 16,5, 2,16 и 2,9 км². Это, по сути, гидротехнически замкнутый водоем, с искусственно регулируемым водным балансом, объемом, уровнем и глубинами. Он изолирован от Каспия и Северного Аграхана (перепад около 2 м), имеет ограниченный водообмен с Каргалинским Прорывом, в последние годы, с учетом падения уровня моря и врезания русла рукава, еще более затрудненный. Приток воды в Южный Аграхан осуществляется: круглогодично по Главному коллектору им. Держинского (с диапазоном расходов воды от 2 до 12–16 м³/с), в сезон высокой воды – по безымянной северной протоке (с расходом <1 м³/с), с началом в магистральном рукаве и истоком в 13 км ниже Аликазганского моста, ничтожно мало и изредка – по каналам Тальма-Акташской системы, а также благодаря осадкам и разгрузке подземных вод. Расходование воды происходит за счет испарения и транспирации растениями, подземного оттока, но, прежде всего, благодаря сбросам в Гаруновский канал через одноименный шлюз (на юге) и северо-восточный сбросной канал (на севере) с расходами от 1 до 6,5 м³/с. В течение года максимальные уровни

воды наблюдаются летом и ранней осенью, минимальные – зимой и ранней весной. Их диапазон 0,5 м. Т.е. почти все то же самое, что и в 1980-х гг. Характер сезонных колебаний уровня находится в прямой зависимости от изменений водного баланса, тогда как межсуточная и внутрисуточная изменчивость уровней имеет синоптическую природу и диапазон в 5–10 см. При отметке -25,0 м БС обнаружены глубины в 3 м и даже больше, но преобладают глубины от 1,5 до 2,5 м. Сплошные заросли обводненного тростника расположены на севере, северо-западе и юге Южного Аграхана; в открытой части значительные участки дна, особенно на юге, занимает погруженная водная растительность – харовые (23%), рдесты (14%), роголистник (11%), наяды (5%) и прочие (10%). Минерализация варьирует в среднем от 1,5 до 3 г/л. Насыщенность вод растворенным кислородом в целом хорошая, за исключением южного отсека, с сероводородным загрязнением. По степени загрязнения и величине УКИЗВ воды «грязные». Загрязненность донных отложений максимальная на севере и юге. Главные проблемы Южного Аграхана – постепенное зарастание и заиление, неудовлетворительное качество воды. Уменьшение емкости и площади водоема происходит посредством постепенного зарастания открытой акватории тростником, занесения северной мелководной части терскими наносами, заиления неразложившимися остатками водных растений, продвижения дон Уч-Косы на мелководную восточную часть.

Современное состояние Северного Аграхана. Представляет собой, по сути, озерно-плавневый массив со значительными площадями быстро осваиваемых на юге «сухих» плавней. Помимо них он включает 2 группы водоемов – южную (с мелководными, часто пересыхающими, блюдцеобразными водоемами) и северную. Водообмен между ними затруднен, тогда как северный (основной) водный массив свободно связан с Северным Каспием и имеет черты его водного режима с наивысшими отметками уровня летом, наинизшими – в феврале–марте, сильными сгонно-нагонными колебаниями – до 0,5–1 м и выше, имеет солоноватые морские воды, высокий процент насыщения кислородом. Доминирующие глубины от 0,5 до 1 м, а в Кубякинском банке – до 3,5–4 м и даже больше. Обширное оз. Кузнечонок в июне 2019 г. имело максимальные глубины 0,20–0,25 м. Общая площадь Северного Аграхана (в его исторических границах) 233 км²: на водное зеркало, обводненный тростник, «сухие» плавни, сенокосы, солончаки и прочее приходится 79,3, 70,7, 60,4, 7,7, 14,3 и 0,9 км². Со стороны Каргалинского Прорыва приток речных вод осуществляется только по Кубякинскому банку, с истоком в 1,2 км ниже моста и расходами воды < 3 м³/с, причем лишь во время половодья и паводков (1,5–2 мес.). Потом его исток обсыхает. До северного водного массива речные воды практически не доходят (лишь ~10%), расходуясь на инфильтрацию и испарение. Подступающие с запада сбросные коллекторы практически не функционируют. Распространены обширные заросли периодически обводняемого тростника. Погруженной водной растительности, в сравнении с Южным Аграханом, значительно меньше из-за низкой прозрачности воды. По УКИЗВ воды также «грязные». Загрязненность донных отложений максимальная в Кубякинском банке и Западных озерах. Главные проблемы – недостаточные глубины и водные площади, продолжающееся обмеление и сокращение числа и площади водных объектов, отсутствие распреснения морских вод и прохода рыбы в Каргалинский Прорыв. Главные причины обмеления – падение уровня Каспийского моря, недостающий приток речных и коллекторных вод.

Донные отложения и процессы заиления. Средний темп накопления наносов после 1977 г. оценивается в 5–8 мм в год, или 20–30 см за 40 лет. В северной части бывшего залива осадки представляют собой, главным образом, глинистый ил с большим количеством детрита, полуразложившихся остатков растений и мелкобитым ракушечником; современный ил местами отсутствует. В южной части илы обогащены тонкими и мелкими песками; мощность современных осадков колеблется от 7 до 60 см;

максимальная толщина и скорость осадконакопления (до 13 мм/год) обнаружены в глубоководной зоне. В северном и западном отсеках Южного Аграхана их подстилает речной аллювий (от 5–10 до 30 см), потом – новокаспийские осадки (пески и плотные глины). Засоление донных грунтов в южной части залива в 2–3 раза меньше, чем в северной.

Выводы и рекомендации. Морфологическая и гидрологическая деградация Аграханского залива бесспорна и она пример эволюции лагунного происхождения водоемов в речных дельтах [5,8], многократно ускоренной: 1) значительными и быстрыми изменениями уровня Каспия, 2) занесением водоема наносами Терека, 3) крупномасштабной водохозяйственной деятельностью в дельте и, в частности, в самом заливе и его окрестностях, 4) биогенным загрязнением его вод. Возможными и обсуждаемыми путями спасения Аграханского залива могли бы стать: для южной его части – меры по снижению загрязнения сбрасываемых коллекторных вод; по увеличению притока речных вод посредством расширения и углубления отходивших от рукава протоков; по сокращению (биологическими и механическими способами) площадей с водными растениями; по углублению водоема на отдельных участках. Для северной части залива – это обвалование озерно-плавневого массива и строительство системы дамб, в том числе на мористой границе, с регулируемым сбросом или в виде затопленного водослива; переброска (по каналу или трубе) уже отстоявшихся и осветленных вод Южного Аграхана, холостую сбрасываемых в Каргалинский Прорыв и далее в море; увеличение притока речных вод, например по Кубякинскому банку, частично освобожденных от наносов в водоемах-наносоуловителях, и его углубление; обеспечение притока «осветленных» вод из коллекторов, главным образом, прошедших через Нижнетерские водохранилища; дноуглубление в самих водоемах Северного Аграхана и сведение части тростниковых зарослей; запрет выпаса скота на берегах водоемов, каналов и исторической территории Аграханского залива.

Список литературы

1. Байдин С. С., Скриптунов Н. А., Штейнман Б. С. Гидрология устьевых областей рек Терека и Сулака. М.: Гидрометеиздат, 1971. 198 с.
2. Беляев И.П. Гидрология дельты Терека. М.: Гидрометеиздат, 1963. 208 с.
3. Гидрология устьев рек Терека и Сулака. М.: Наука, 1993. 160 с.
4. Гаджиев М.К., Курбанчиев Г.С. Экологическое состояние Аграханского залива Каспийского моря // Сб. материалов Всероссийской научно-практической конференции «Водные ресурсы России: современное состояние и управление». Т.П. 2018. С. 206-212.
5. Горелиц О.В., Землянов И.В. Стадийность развития дельты Терека в современных условиях // Тр. ГОИНа. 2011. Вып.213. С.369-380.
6. Кравцова В.И., Илюхина Ю.А. Динамика восточной части устьевой области Терека в период подъема уровня Каспия: картографирование по аэрокосмическим материалам // Водные ресурсы. 2002. Том 29. №1. С. 49-61.
7. Михайлов В.Н., Кравцова В.И., Магрицкий Д.В., Михайлова М.В., Исупова М.В. Дельты каспийских рек и их реакция на изменения уровня моря // Вестник Каспия. 2004. №6(50). С.60-104.
8. Михайлов В.Н., Михайлова М.В., Магрицкий Д.В. Основы гидрологии устьев рек: учебное пособие. М.: Триумф, 2018. 316 с.
9. Озеро Южный Аграхан: проблемы экологической реабилитации. Махачкала: изд-во «Эпоха», 2014. 156 с.
10. Устья рек Каспийского региона: история формирования, современные гидролого-морфологические процессы и опасные явления. М.: ГЕОС, 2013. 703 с.

Научное издание

**Сборник докладов
международной научной конференции
памяти выдающегося русского ученого
Юрия Борисовича Виноградова
ЧЕТВЕРТЫЕ ВИНОГРАДОВСКИЕ ЧТЕНИЯ.
ГИДРОЛОГИЯ ОТ ПОЗНАНИЯ К МИРОВОЗЗРЕНИЮ**

Санкт-Петербург, 2020 год

Электронное текстовое издание

Редакция: О.М. Макарьева, А.А. Землянская

Верстка: А.А. Землянская, О.М. Макарьева

Оформление: Л. Иванова-Ефимова, А.А. Фишер, О.М. Макарьева

Сборник разработан с помощью программного обеспечения

Microsoft Office Word, Adobe Acrobat Pro

Подписано к использованию 04.06.2020.

Усл. печ. л. 134,38. Заказ № 1191.

Издательство ВВМ.
198095, Санкт-Петербург, ул. Швецова, 41.