

УДК 556.5:556.54(282.247.444)

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА  
ЮЖНОЙ ЧАСТИ ДЕЛЬТЫ Р.ТЕРЕК И СВЯЗАННЫЕ  
С НИМ ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ<sup>1</sup>**



**THE CURRENT STATE OF THE WATER MANAGEMENT COMPLEX  
OF THE SOUTHERN PART OF THE DELTA OF THE TEREK RIVER  
AND RELATED HYDRO-ECOLOGICAL PROBLEMS**

**Магрицкий Дмитрий Владимирович**  
кандидат географических наук,  
доцент,  
Московский государственный университет  
имени М.В. Ломоносов,  
научный сотрудник,  
ИВП РАН  
magdima@yandex.ru

**Самохин Михаил Алексеевич**  
кандидат географических наук  
научный сотрудник,  
Московский государственный университет  
имени М.В. Ломоносов  
gidromiha@mail.ru

**Соколов Дмитрий Игоревич**  
кандидат географических наук  
старший научный,  
Московский государственный университет  
имени М.В. Ломоносов  
dmitriy.sokolov@yandex.ru

**Ерина Оксана Николаевна**  
кандидат географических наук,  
зав. лабораторией Гидрологии рек и водных ресурсов,  
Московский государственный университет  
имени М.В. Ломоносов  
tamiblack@yandex.ru

**Аннотация.** Статья содержит результаты многолетних экспедиционных и научных исследований современного состояния гидрографической и водохозяйственной систем южной части дельты р. Терек, расположенной к югу от магистрального рукава. Основу ее составляют Дзержинская оросительная система, а также южная часть бывшего Аграханского залива и гидротехнические сооружения, поддерживающие существование этого водоема. Обновлена ландшафтная схема территории дельты в пределах Дзержинской ОС и Южного Аграхана; для основных каналов определены их гидрографический порядок, рассмотрен характер и причины многолетних и внутригодовых колебаний стока; выявлены основные участки гидрохимической трансформации циркулирующих в системе вод. Для Южного Аграхана оценены основные составляющие его водного баланса, водный режим и состояние как самого водоема, так и связанных с ним водотоков. Озвучены водохозяй-

**Magritsky Dmitry Vladimirovich**  
Candidate of Geographical Sciences,  
Assistant Professor,  
Moscow State University  
named after M.V. Lomonosov,  
Researcher,  
WPI RAS  
magdima@yandex.ru

**Samokhin Mikhail Alekseevich**  
Candidate of Geographical Sciences,  
Researcher,  
Moscow State University  
named after M.V. Lomonosov  
gidromiha@mail.ru

**Sokolov Dmitry Igorevich**  
Candidate of Geographical Sciences,  
Senior Researcher,  
Moscow State University  
named after M.V. Lomonosov  
dmitriy.sokolov@yandex.ru

**Ерина Оксана Николаевна**  
Candidate of Geographical Sciences,  
Head of the Laboratory Hydrology  
of Rivers and Water Resources,  
Moscow State University  
named after M.V. Lomonosov  
tamiblack@yandex.ru

**Annotation.** The paper contains the results of long-term expeditionary and scientific studies of the current state of the hydrographic and water management systems of the southern part of the delta of the Terek River. It is based on the Dzerzhinskaya irrigation system, as well as the southern part of the former Agrakhan Bay and hydraulic structures that support the existence of this lake. The landscape scheme of the delta territory within the Dzerzhinskaya system and Southern Agrakhan has been updated; for the main channels, their hydrographic order is determined, the nature and causes of long-term and intra-annual flow fluctuations are considered; the main areas of hydrochemical transformation of the waters circulating in the system are identified. For the Southern Agrakhan, the main components of its water balance, the water regime and the condition of both the reservoir itself and the channels associated with it are eval-

<sup>1</sup> Статья подготовлена в рамках государственной темы (I.10, ЦИТИС 121051400038-1) и темы № FMWZ-2022-0001 (Исследования экстремальных гидрологических явлений в устьях рек).

ственные и гидроэкологические проблемы, предложены варианты их решения.

**Ключевые слова:** дельта, река, рукав, канал, водоем, Дзержинская оросительная система, Южный Аграхан, сток, водный режим, водный баланс, измерения.

uated. Water management and hydro-ecological problems are voiced, and solutions are proposed.

**Keywords:** delta, river, branch, channel, lake, Dzerzhinskaya irrigation system, Southern Agrakhan, runoff, water regime and balance, measurements.

**Д**ельта р. Терек – традиционный и важный район развития сельского хозяйства (орошаемого земледелия, садоводства, отгонного и местного животноводства); имеет большое (для Дагестана и, в целом, страны) рыбохозяйственное значение. На востоке дельты образован Аграханский заказник, охраняющий как сухопутных, так и водных млекопитающих и птиц, а также стада туводных и мигрирующих рыб, редкие растения (URL : <http://www.dagzapoved.ru> (дата обращения 01.09.2023)). Успешное функционирование всех этих отраслей, высокое качество жизни населения и поддержание экологической роли дельты требует обилия водных объектов и их хорошее водообеспечение, прежде всего пресными (речными) водами.

Это не такая простая задача, несмотря на увеличение водности Терека, начиная с 1988 г. и, особенно, с 2002 г. [1–3]. Во-первых, в самой дельте, на северо-западном побережье Каспия, наблюдается аридизация климата по мере современного роста температур воздуха на фоне слабо меняющихся осадков. Во-вторых, средний уровень Каспийского моря после 1995 г. снижается. Если в 1995 г. он находился на отметке – 26,5 м БС, то к 2020 г. понизился до – 28,1 м БС. Как следствие, уровень связанных с морем подземных вод и приморских лагун тоже упал. В-третьих, сток Терека, по сути, проходит транзитом дельту – по руслу вначале самой реки, а затем магистрального рукава Каргалинский Прорыв и искусственную прорезь через Аграханский п-ов. Огромная дельта площадью 8900 км<sup>2</sup> не является многорукавной [2], и обводнение огромной территории, ее водоемов и плавней возможно лишь посредством принудительного распределения речных вод, либо во время наводнений. Чтобы снабжать речной водой удаленные от Терека и магистрального рукава районы в XX в. в дельте были созданы обширные мелиоративные системы [2, 4–8]. Это системы к северу от Каргалинского Прорыва – в старой части дельты, – создававшиеся на месте отмерших дельтовых рукавов и протоков (рис. 1). Они подают воду к населенным пунктам, включая г. Кизляр, на орошаемые сельхозугодья, обводняют водоемы рыбохозяйственного назначения. К югу от магистрального рукава – это, прежде всего, Дзержинская оросительная система (ОС).

Эти системы функционируют неустойчиво из-за:

- 1) большой мутности речных вод и занесения каналов;
- 2) быстрых плановых переформирований русел Терека и Каргалинского Прорыва;
- 3) случающихся во время половодья и паводков прорывов защитных дамб и наводнений, например в 2002 и 2005 гг.,
- 4) плохого состояния гидротехнических сооружений, начиная с 1990-х гг.,
- 5) «водных» и «земельных» конфликтов [1, 2, 9–12]. Гидроэкологическим следствием этих неблагоприятных факторов стало существенное ухудшение обводнения старотеречной (северной) части дельты, сокращение площади Аракумских и Нижнетерских озер (водохранилищ) и гидролого-морфологическая деградация северного отсека уникального Аграханского залива. Тогда как положительным примером успешного сохранения экономического и гидроэкологического потенциала дельтовых угодий выглядит ситуация с обводнением южной части дельты Терека (в пределах Дзержинской ОС) и сохранением водоема Южный Аграхан [1, 2, 13, 14]. Хотя в 1970-х гг. Южный Аграхан мог исчезнуть, превратившись в заболоченные водные угодья.

Именно изучение этого опыта, а также современного состояния Дзержинской ОС и связанной с ней южной части бывшего Аграханского залива, влияющих на них гидрометеорологических факторов было одной из задач многолетних экспедиционных и исследовательских работ, начиная с 2018 г. Их отдельные, ранее не публиковавшиеся результаты приводятся в настоящей статье.

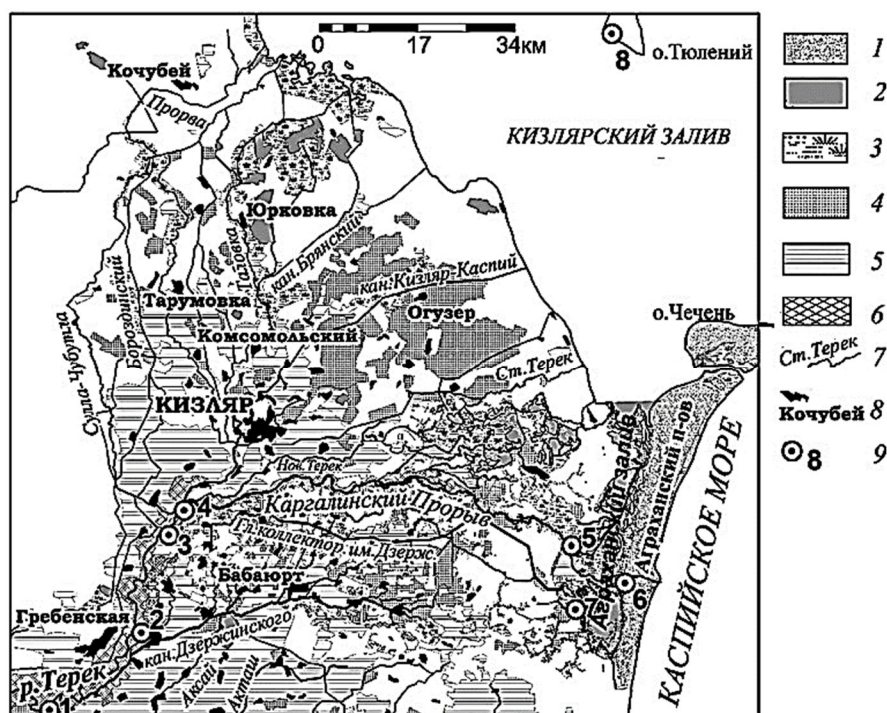


Рисунок 1 – Современная дельта р. Терек.

Условные обозначения: 1 – пески Аграханского п-ова, 2 – внутридельтовые водоемы, 3 – плавни и заболоченные земли, речные разливы, 4 – рисовые чеки, земли лиманного орошения, 5 – пашня и земли орошаемого земледелия, 6 – залесенные участки, 7 – река, рукава, каналы, коллекторы, 8 – населенные пункты, 9 – гидропосты: 1 – Хангаш-Юрт, 2 – Гребенская, 3 – Каргалинская, 4 – нижний бьеф Каргалинского гидроузла, 5 – Аликазган, 6 – Дамба, 7 – Новая Коса, 8 – о. Тюлений

### Исходные данные

В исследованиях использован огромный и уникальный массив самых разнообразных данных. Во-первых, это данные полевых рекогносцировочных, гидрометрических и гидрохимических работ, проводившихся авторами в 2018–2020 гг. непосредственно в южном и восточном секторах дельты. Подробно они описаны в [1]. Во-вторых, данные многолетнего стационарного гидрометеорологического мониторинга, т.е. измерений на пяти речных и одном озерном гидропостах, двух метеостанциях и двух морских постах РОСГИДРОМЕТА (рис. 1). В-третьих, это материалы ФГБУ «Минмелиоводхоз РД» по Дзержинской ОС, в том числе размещаемые в справочниках Государственного водного кадастра «Ресурсы поверхностных и подземных вод, их использование и качество», издаваемых с 1981 г. В-четвертых, это разновременные картографические материалы и спутниковые снимки (Landsat и Sentinel с сайта Геологической службы США (<https://earthexplorer.usgs.gov/>, дата обращения 17.09.2020 г.); построенные на их основе многослойная ГИС и тематические карты. В-пятых, опубликованные в статьях и книгах, размещенные на различных интернет-ресурсах гидрологические и водохозяйственные сведения.

### Общие сведения о Дзержинской ОС и Южном Аграхане

Современный Южный Аграхан (далее – Ю. Аграхан) – это, по сути, гидротехнически замкнутый и искусственно регулируемый водоем (рис. 2). Он не имеет прямой связи с Каспийским морем и северной частью бывшего Аграханского залива, имеет ограниченный водообмен с рукавом Каргалинский Прорыв. Его «изоляция» произошла на рубеже 1960–1970-х гг. Перепад уровней между Южным Аграханом и Каспием составляет около 2,5–3 м (при уровне в водоеме – 25 м БС), а самые низкие отметки дна находятся на уровне поверхности моря. Общая площадь водоема 136 км<sup>2</sup>. Причем на водное зеркало, обводненный и сухой тростник, сенокосы, солончаки и прочее приходится соответственно 66,3, 41,3, 6,54, 16,5, 2,16 и 2,9 км<sup>2</sup> [1]. В обширных тростниковых зарослях, достигающих максимального проективного покрытия в августе, гнездятся,

выводят и выкармливают птенцов водоплавающие птицы, включая пеликанов и белых лебедей. Воды Ю. Аграхана солоноватые (2–4 г/л), сульфатно-магниевые. По солево-му составу они очень близки к водам Главного коллектора имени Дзержинского; к морским водам никакого отношения не имеют, и считать его частью морского залива в настоящий момент времени некорректно. При уровне –25,0 м БС в Ю.Аграхане преобладают глубины от 1,5 до 2,5 м. Максимальные измеренные глубины (немногим > 3 м) обнаружены в центральной части. Объем водоема 155 млн м<sup>3</sup>. С юга, запада и частично севера Ю. Аграхан обвалован дамбами высотой до 1,5–2 м (местами выше), по которым проложена автомобильная дорога.

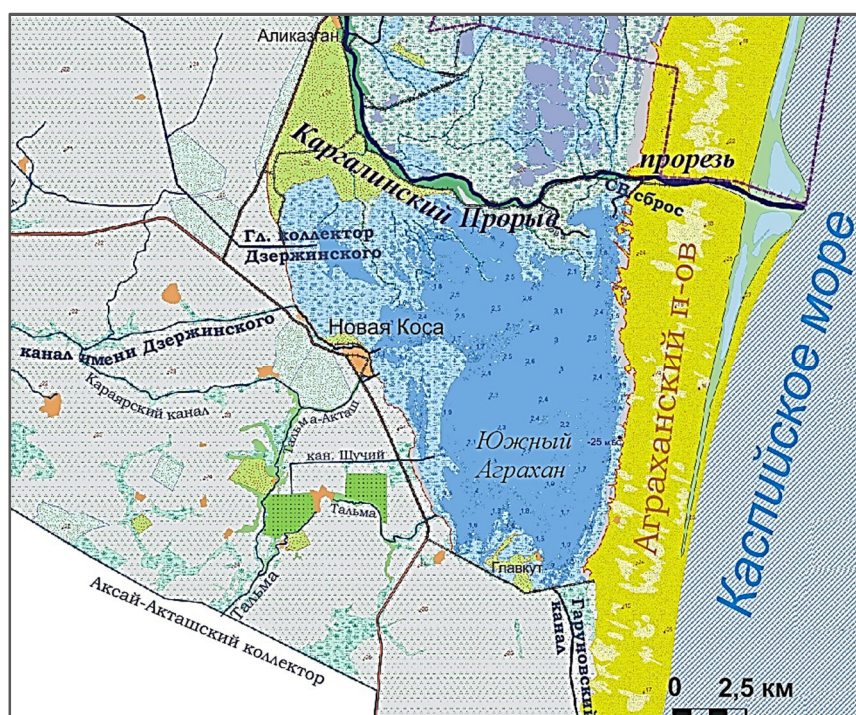


Рисунок 2 – Южный Аграхан с примыкающими территориями и объектами

По материалам наблюдений в 1980-х гг. (пост Новая Коса) и 2018–2020 гг. (во время работ на объекте), максимальные уровни воды в течение года наблюдаются летом и ранней осенью, минимальные – зимой и ранней весной. Диапазон колебаний уровня 0,55 м. Внутригодовые колебания уровня связаны с поступлением в водоем речных и дренажно-коллекторных вод, выпадением осадков и подземным питанием, тратами на испарение, сбросами в Гаруновский и Северо-восточный каналы. Из Гаруновского (регулируемого) сброса озерная вода поступает в Юзбаш-Сулакский канал-рыбоход и далее в Средний Каспий, из второго (нерегулируемого) канала – в искусственную прорезь через Аграханский п-ов и после также в море. Суточные колебания уровня имеют ветровую природу и диапазон 5–15 см.

Основу приходной части водного баланса Ю. Аграхана формирует приток дренажно-коллекторных вод, поступающих по Главному коллектору им. Дзержинского в составе Дзержинской ОС. В свою очередь, Дзержинскую ОС питает речными водами канал им. Дзержинского, отходящий вправо от р.Терек – ниже с.Хангаш-Юрт и вершины дельты. Система, существует с 1940–1950-х гг., обводняет 157 тыс. га земель, включает 524 км каналов для распределения и подачи речной воды на поля и в населенные пункты, 514 км коллекторов, собирающих использованную воду с полей и сбрасывающих ее в Каргалинский Прорыв и Ю. Аграхан (рис. 3, 4). По сути, она напоминает кровеносную систему, где артерии и капилляры – это каналы и канавки с животорной речной водой, а вены – это коллекторы, транспортирующие использованные и загрязненные воды. Дзержинская ОС связана с Аксай-Акташской мелиоративной системой, находящейся южнее. В последние годы ведется ее активная реконструкция.



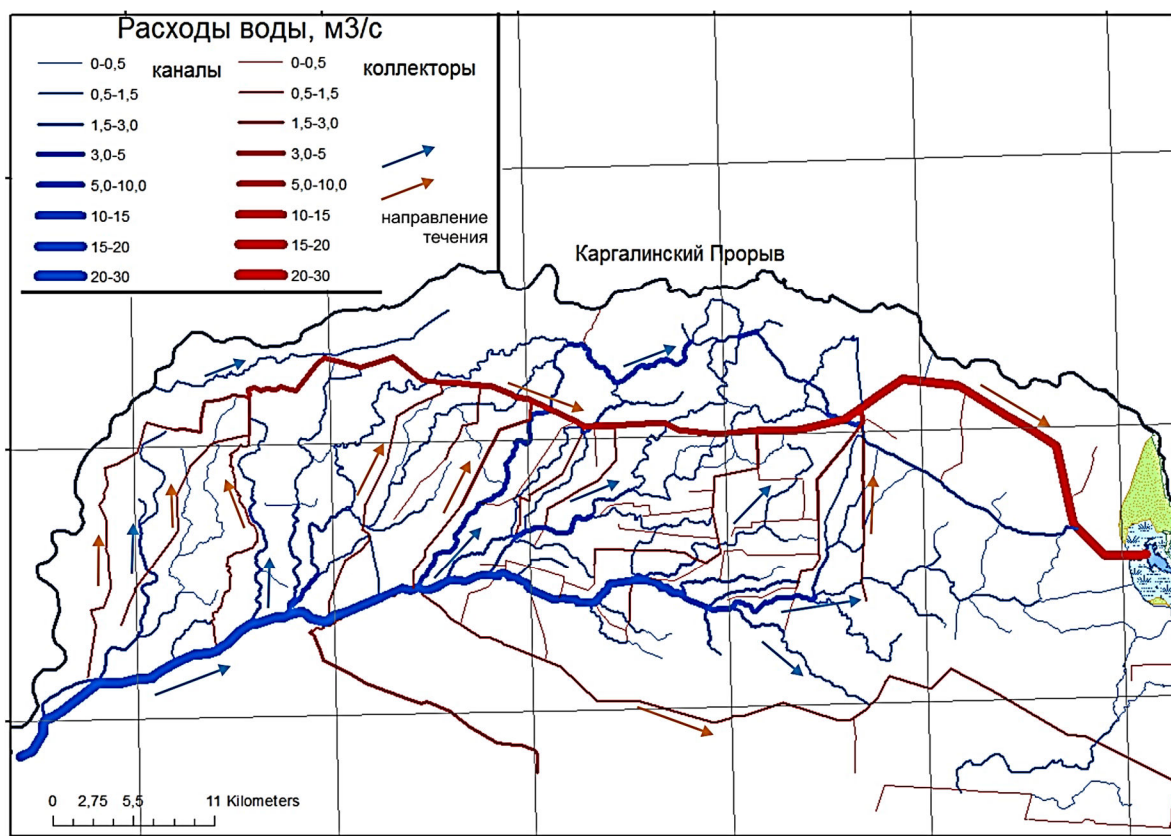
Рисунок 3 – Современная ландшафтная структура Дзержинской ОС

### Современный режим работы Дзержинской ОС

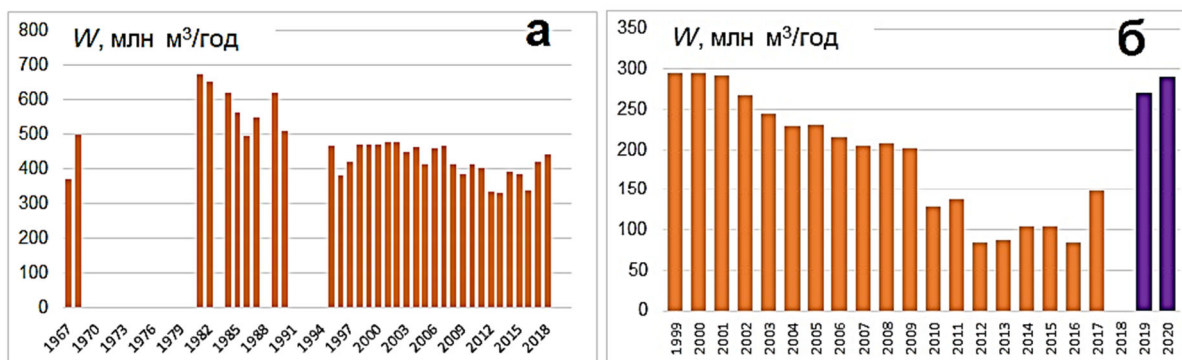
Как видно на схеме рисунках 3, 4, главными элементами Дзержинской ОС являются канал им. Дзержинского (на юге), или магистральный канал, и Главный коллектор им. Дзержинского (на севере). Канал – один из самых больших в России, его длина почти 100 км. В головной части канала расположен регулирующий гидроузел, который вместе с самим каналом имеет пропускную способность 40–45 м<sup>3</sup>/с (но обычно забор не превышает 25 м<sup>3</sup>/с). Больше всего воды в канал забиралось в 1980-х гг. – около 0,60 км<sup>3</sup>/год (рис. 5). В XXI в. объемы уменьшились до 0,45 в 2000-х гг. и 0,40 км<sup>3</sup>/год в последнее время. Эти объемы расходятся по каналам, отходящим от магистрального канала, и к устью речная вода практически заканчивается (рис. 4). Русло канала сужается (ширина 5–6 м), глубины снижаются – вплоть до нуля в отдельные сезоны и годы. Русло в устье земляное, чаще сухое и частично заросшее (по данным изысканий в 2018–2020 гг.).

Режим работы канала сезонный – примерно с 01 апреля по 01 ноября (рис. 6). С ноября по март включительно забор воды из Терека прекращается для подготовки системы к будущему поливному сезону. Режим поступления воды в устье канала зависит от величины забора воды из Терека, месяца года и его температурно-влажностных условий в конкретном году, площадей задействованных в поливе земель, пропускной способности отходящих каналов, водопотерь и т.п.

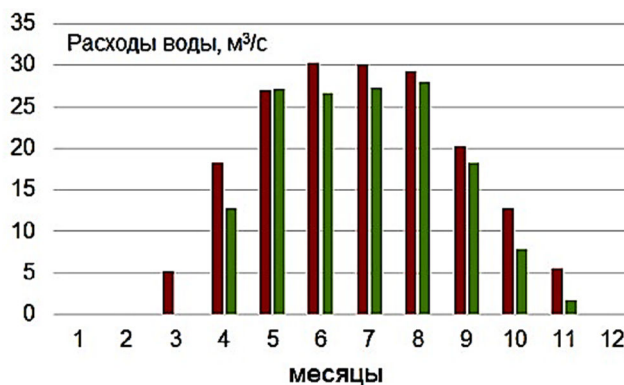
Существуют ли требования по обязательным расходам воды в конце канала во время вегетационного сезона – неизвестно. В любом случае в 2015–2020 гг. они не соблюдались! Малозначимый ток воды был обнаружен лишь в июле 2017 г. и июне 2018 г. Тем не менее, по мнению авторов, именно этот канал необходимо рассматривать в будущем в качестве главного поставщика в Южный Аграхан (для его гидроэкологической реабилитации) речной воды, причем уже освобожденной от значительной части терских наносов – по мере движения потока по каналу. Он способен поставлять до 1,5–2 м<sup>3</sup>/с. Так было в 1973 г., когда среднемесячные расходы воды в устье канала с июня по декабрь равнялись соответственно 1,17, 0,91, 0,67, 0,45, 0,22, 0 и 0 м<sup>3</sup>/с [15]. Требуется его реконструкция и разработка межотраслевых правил изъятия и транзита стока.



**Рисунок 4** – Рассредоточение речных и коллекторных вод в Держинской ОС по данным измерений (конец июня 2019 г.) и построенной между размерами каналов и расходами воды эмпирической связи

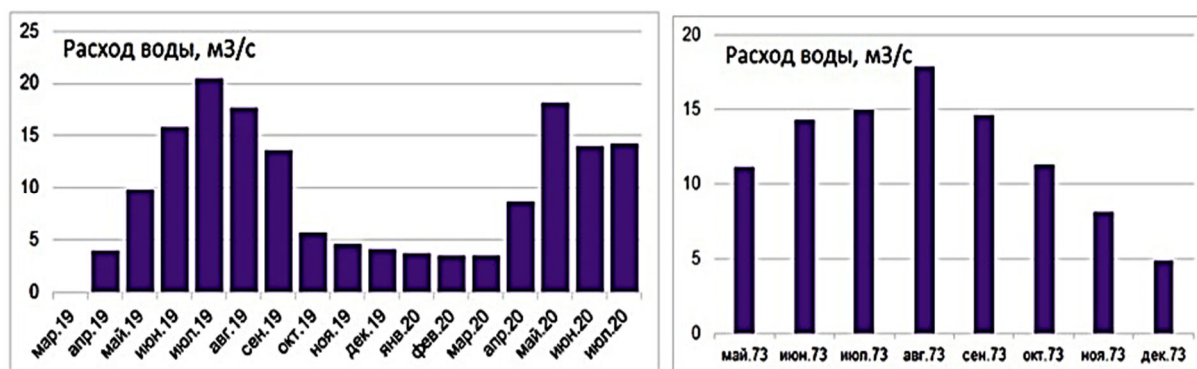


**Рисунок 5** – Годовые объемы стока в головной части канала им. Держинского (а) и в устье Главного коллектора (б) за многолетний период. Синим – данные авторов, оранжевым – данные ФГБУ «Минмелиоводхоз РД» и из государственного водного кадастра



**Рисунок 6** – Внутригодовой режим забора воды терских вод в канал им. Держинского за 2000–2009 гг. (коричневые столбики) и 2010–2018 гг. (зеленые)

Основной поставщик воды в Ю. Аграхан – это Главный коллектор им. Дзержинского, причем в течение всего года (рис. 5, 7). От своего начала до впадения в Ю. Аграхан его поперечные размеры увеличиваются вслед за нарастанием расходов воды от первых  $\text{м}^3/\text{с}$  до  $15\text{--}20 \text{ м}^3/\text{с}$  и больше в летний (пиковый) сезон при пропускной способности  $35 \text{ м}^3/\text{с}$ . Русло прямое, земляное, не заросшее и трапецевидное; максимальные глубины с сезонным подъемом уровня увеличиваются с  $0,5$  до  $1,6\text{--}1,7$  м; ширина – до  $26$  м; коллектор обвалован.



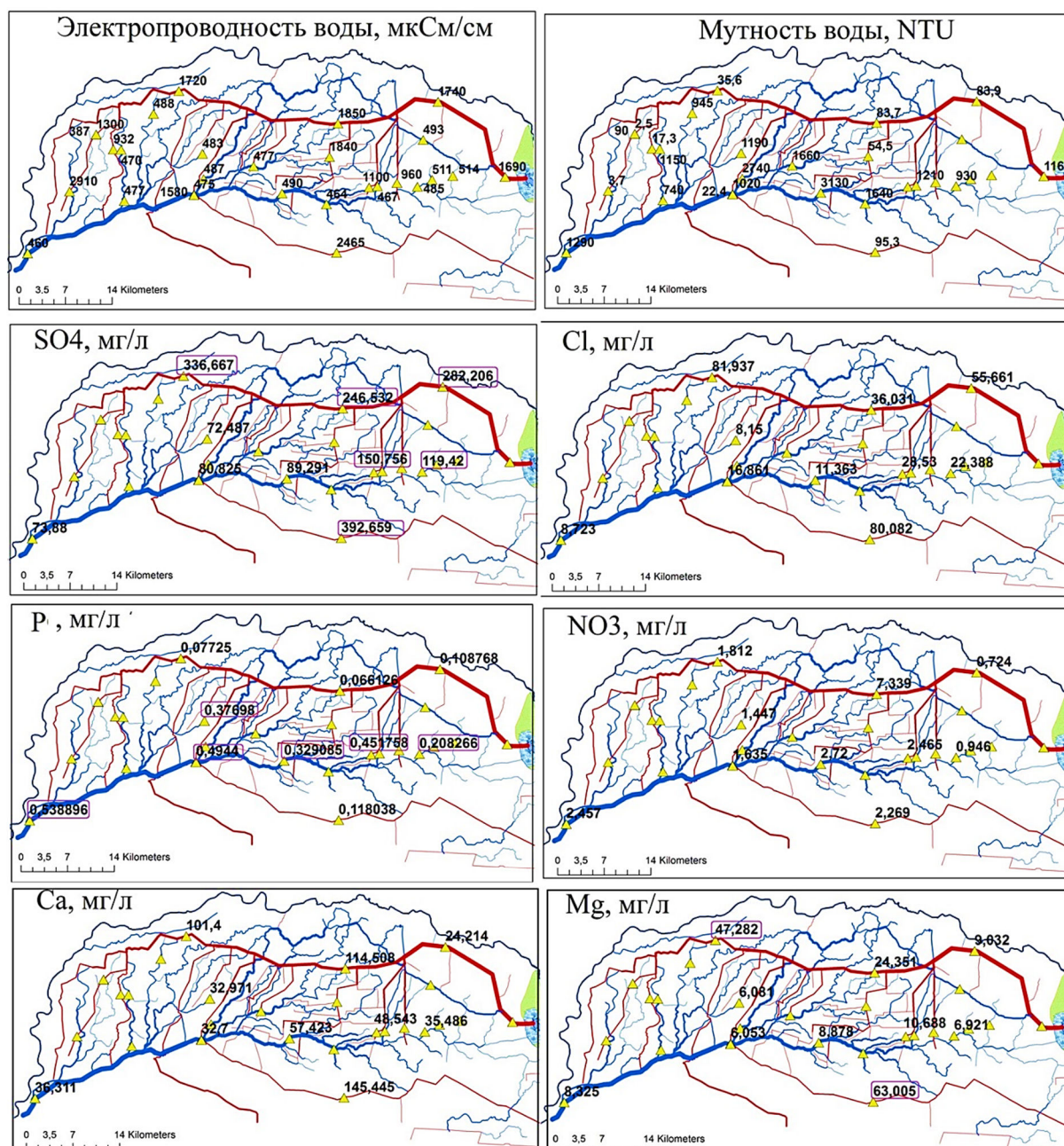
**Рисунок 7** – Внутригодовое распределение средних месячных расходов воды в устье Главного коллектора им. Дзержинского в 2019–2020 гг. (по данным авторов) и в 1973 г. [15]

В устье коллектора сток в конце 1990-х – начале 2000-х гг. был около  $290\text{--}295$  млн  $\text{м}^3/\text{год}$  (данные ФГБУ «Минмелиоводхоз РД»), а к настоящему моменту сократился до  $85\text{--}150$  млн  $\text{м}^3/\text{год}$  (рис. 5). В то же время, согласно итогам уровенного мониторинга и измерений расходов воды, проводившихся авторами с марта 2019 г. по июль 2020 г., такого снижения объемов теперь нет, и он по-прежнему равен  $\sim 280\text{--}300$  млн  $\text{м}^3/\text{год}$ . Этого вполне достаточно для поддержания нужных уровней и глубин в водоеме, и для водообновления.

В течение года расходы воды в Главном коллекторе увеличиваются в апреле (с момента начала забора воды в канал им. Дзержинского), быстро достигают максимальных значений в мае-августе, испытывают снижение с сентября и особенно резкое в октябре (рис. 7,а). Ранее этот спад был более плавным (рис. 7,б). Диапазон срочных расходов воды в 2018–2020 гг. составил от  $2$  до  $25 \text{ м}^3/\text{с}$  (при колебаниях уровней от  $1$  до  $2,7$  м усл.). Стоковая доля летних месяцев  $48\%$ .

Проблема коллекторных вод, сбрасываемых в уникальный Южный Аграхан, – это их повышенная минерализация и загрязнение разными соединениями. На уникальной схеме на рисунке 8, подготовленной авторами по материалам собственных экспедиционных изысканий, впервые хорошо идентифицируются основные участки гидрохимической трансформации речных вод в пределах Дзержинской ОС, их загрязнения и дальнейшее распространение загрязняющих веществ. Превышение (по ПДК) наблюдается по сульфатам, биогенным веществам, тяжелым металлам и др. По мнению авторов, серьезная проблема – это повышенное поступление биогенных веществ (азота, фосфора) с коллекторными водами и их накопление в Южном Аграхане, которое способствует эвтрофикации и зарастанию водоема. Схема может служить руководством для улучшения гидроэкологической ситуации в выявленных импактных районах для улучшения химического состава поступающих в Южный Аграхан дренажно-коллекторных вод.

Еще один интересный и перспективный вариант для такой нормализации – это разбавление коллекторных вод речными. Так, по проекту Даггипроводхоза (г. Махачкала) от 1983 г. планировалось осуществлять сброс части дренажно-коллекторных вод из коллектора в Каргалинский Прорыв (в той части, где он близко подходит к рукаву) и частичную замену их на речные воды с дальнейшей транспортировкой в Ю. Аграхан [6]. Главное затруднение – это очень большая мутность терских вод и затраты на осаждение наносов. Другое затруднение связано с размещением водозаборного сооружения и перехватывающего наносы бассейна, поскольку земельные вопросы в дельте приоритетные.



**Рисунок 8** – Гидрохимические характеристики в разных пунктах Дзержинской ОС по данным мониторинга в конце июня 2019 г. В рамках – значения, превышающие ПДК. Треугольником обозначены пункты отбора проб воды и измерений расходов воды

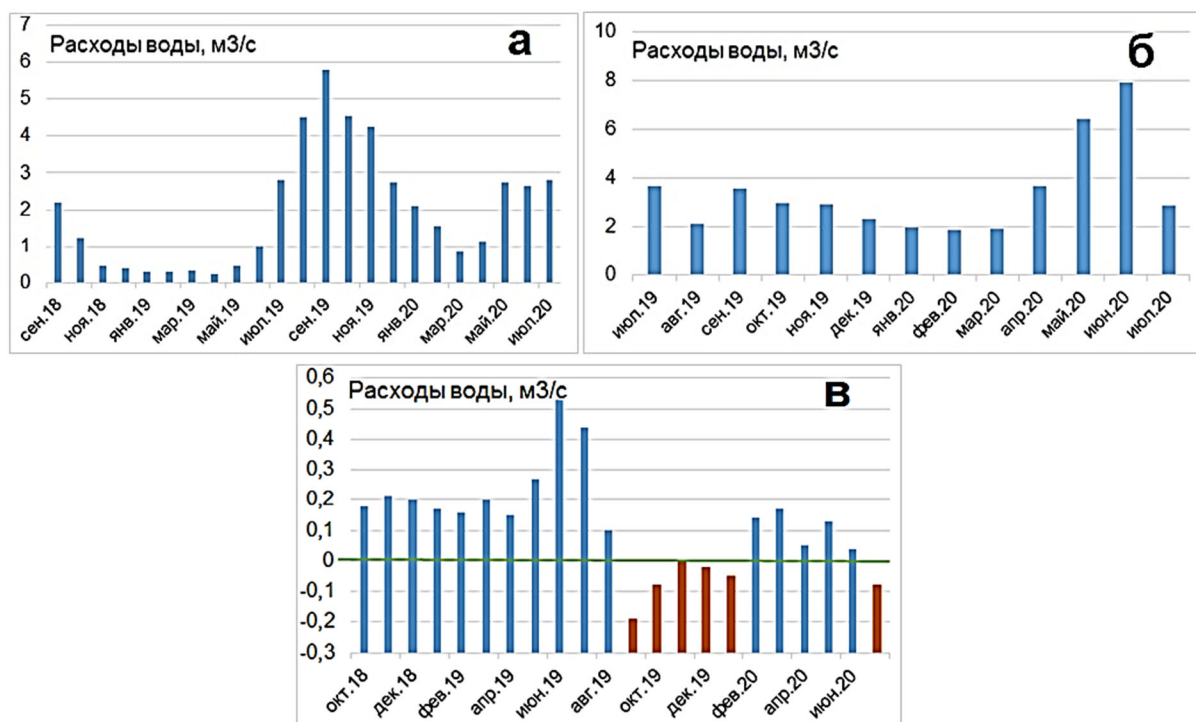
### Гидротехнические системы Южного Аграхана

Как ранее отмечено, Южный Аграхан – это гидротехнически замкнутый и искусственно регулируемый внутридельтовый водоем. Но, по сути, контролируется лишь сброс в Гаруновский канал-рыбоход. В приходной части водного баланса Ю. Аграхана осадки, сбросы из каналов и северной протоки, подземное питание полностью не регулируются. Воды из Главного коллектора поступают в северо-западный отсек водоема. С мая по сентябрь – это 98,8 % от поверхностного притока, с октября по апрель – 94,7 % [1].

Следующий источник, причем речных вод, – это отмирающая северная Прорва (название дано авторами), в 10,6 км ниже поста Аликазган (рис. 2). Она естественного происхождения, длиной около 2,8 км и «работает» только во время высоких уровней в Каргалинском Прорыве. Расходы воды в ней в 2018–2020 гг. не превышали 1 м<sup>3</sup>/с (2018–2020 гг.), а при более высоком уровне в Ю. Аграхане, чем в магистральном ру-



каве, прорва «работает» на сброс воды обратно в рукав (рис. 9,в). Тогда как, еще в начале июля 2015 г. расходы воды в протоке были 8,3–8,7 м<sup>3</sup>/с при расходе в Каргалинском Прорыве 350–360 м<sup>3</sup>/с (пост Аликазган) и уровнях в Южном Аграхане около -25,6... –25,7 м БС. О постепенном снижении ее роли свидетельствует диаграмма на рис. 9в. Если брать период с октября 2018 г. по сентябрь 2019 г., то ее вклад в водный баланс Ю. Аграхана равен 6,4 млн м<sup>3</sup>/год, если с августа 2019 г. по июль 2020 г. – 0,5 млн м<sup>3</sup>/год. В 2022 г. воды в ней уже практически не было.



**Рисунок 9** – Внутригодовое распределение средних месячных расходов воды в Северо-восточном сбросном канале (а) и Гаруновском канале-рыбоходе (б) за период с 2018 по 2020 г.

Роль канала имени Дзержинского и трех сбросов с Аксай-Акташской ОС ничтожно мала. Их земляные русла чаще всего были сухими, чем с током воды. Подземные воды могут питать Южный Аграхан с западного (со стороны Дзержинской ОС) и северо-западного (с аликазганского участка Каргалинского Прорыва) направлений. Но из самого водоема отток воды по остальным направлениям также происходит. Поэтому роль этого источника до конца неясна и, возможно, несущественная!

Расходование воды происходит за счет испарения и транспирации растениями, подземного оттока, в основном в сторону Каспия и, конечно, благодаря сбросам в заросший Гаруновский канал-рыбоход и в Северо-восточный сбросной канал (рис. 2). Они также важные элементы комплекса инженерных решений по борьбе с наводнениями в юго-восточной части дельты Терека. Доли Гаруновского ГУ и Северо-восточного сброса в расходной части водного баланса в 2019–2020 гг. примерно одинаковы, хотя Гаруновский ГУ может сбрасывать существенно больше.

Северо-восточный сброс спроектирован СЕВКАВГИПРОВОДХОЗОМ и построен в 1982 г. [16] именно для «...урегулирования уровней в южной части залива...» и включает затопленный водослив с широким порогом из сборных железобетонных плит в головной части сбросного канала, сам канал протяженностью 800 м и шириной 15 м (при малых расходах воды) и примерно 30–35 м (при больших). К водосливу подходит промывной (через плотные тростниковые заросли Ю. Аграхана) канал протяженностью около 1 км, с постоянно увеличивающейся скоростью течения воды, непосредственно перед самым водосливом разделяющейся на 2 протоки – правую шириной в среднем 15 м и левую шириной 8–10 м. Расход воды в канале определяется отметками уровня в Ю. Аграхане и гребня водослива. Полученная авторами связь имеет нелинейный

вид. На расходы могут влиять ветровые нагоны и сгоны. Максимальная пропускная способность канала составляет  $25 \text{ м}^3/\text{с}$  [6], но реальные расходы воды, вероятно, не могут (при существующих правилах регулирования и не катастрофических ситуациях) превышать  $7\text{--}8 \text{ м}^3/\text{с}$ . Обратные расходы в канале (со стороны рукава) возможны при текущих отметках уровня моря  $-28 \text{ м БС}$  и расходах воды на посту Дамба  $> 300 \text{ м}^3/\text{с}$ . Вклад этого сброса в расходную часть водного баланса Ю. Аграхана варьировал в 2018–2020 гг. примерно от 40 до 90 млн  $\text{м}^3/\text{год}$ . На рисунке 9а показан внутригодовой водный режим сброса в 2018–2020 г. Водослив вполне преодолит идущей на нерест рыбой. Он давно не ремонтировался. Весной 2021 г. часть его бетонных плит была повреждена, что создало угрозу его целостности и поддержанию уровня воды в Южном Аграхане на проектных отметках.

Гаруновский шлюз и одноименный рыбоходный канал запирает юго-восточную оконечность Ю.Аграхана – к югу от Главкута (рис. 2). Он открыт в 1992–1993 гг. «...для обеспечения захода рыбы в водоем...» [14] и помогает регулировать уровень в Ю. Аграхане. Гаруновский шлюз состоит из 6 шандорных затворов и находится в хорошем техническом состоянии. В 2009 и 2013 г. он и канал были отремонтированы. Шлюз управляется вручную из соображений необходимости:

- 1) пропуска рыбы на нерест и обеспечения свободного скатывания молодняка обратно в Гаруновский канал и Каспийское море;
- 2) поддержания приемлемых (для рыбы) глубин в водоеме и реагирования на изменения расходов воды в Главном коллекторе им. Дзержинского;
- 3) возможно, для обеспечения необходимой величины и продолжительности затопления (при очень небольших глубинах), примыкающих к Ю. Аграхану земель, используемых местным населением под сенокос и выпас скота.

Гидроузел также выполняет роль мостового перехода через водоотводной канал. Расходы воды изменялись в 2018–2020 г. от 1 до  $8 \text{ м}^3/\text{с}$  (при одном-двух открытых затворах, причем не полностью). В июне-июле 2015 г. расходы воды были  $11,6\text{--}11,9 \text{ м}^3/\text{с}$  (при открытии 4-х затворов), 13 июля 2017 г. было приблизительно  $15 \text{ м}^3/\text{с}$ . Внутригодовой водный режим отличается от режима Северо-восточного сброса (рис. 9). Гаруновский шлюз, по мнению авторов, плохо преодолевается рыбой и требует инженерного переосмысления, возможно со строительством рядом змееподобного, слабонаклоненного канала.

Объем вод, прошедших через Гаруновский шлюз с лета 2019 г. по лето 2020 г. составил  $\sim 106$  млн  $\text{м}^3/\text{год}$  (при том, что через Северо-восточный сброс было сброшено в эти же месяцы  $\sim 94$  млн  $\text{м}^3/\text{год}$ ). По Главному коллектору в Ю. Аграхан поступило  $\sim 290\text{--}300$  млн  $\text{м}^3/\text{год}$ ;  $\sim 50$  млн  $\text{м}^3/\text{год}$  добавили осадки. То есть не менее  $140\text{--}150$  млн  $\text{м}^3/\text{год}$  должно было уйти на испарение и транспирацию с водных растений. По лимнологическим расчетам испарение получилось  $160$  млн  $\text{м}^3/\text{год}$ . Невязка таким образом не превысила 5 %. Это очень хороший результат, позволяющий использовать представленные натурные и расчетные данные в гидроэкологических и инженерных расчетах при разработке мер по улучшению гидрологического, морфологического и экологического состояния Южного Аграхана, как уникального водоема Республики Дагестан и дельты Терека. Сам комплекс мер, предлагаемый авторами, озвучен в [17].

### **Заключение**

Основу современного состояния гидрографической и водохозяйственной систем южной части дельты р.Терек, расположенной к югу от магистрального рукава, составляют Дзержинская оросительная система, а также южная часть бывшего Аграханского залива и гидротехнические сооружения, поддерживающие существование этого водоема. По сравнению с 1980-ми гг., в магистральный канал Дзержинской ОС в настоящее время забирается в 1,5 раза меньше речной воды и практически вся она разбирается (на орошение, водопой скота и водоснабжение населенных пунктов) по пути к Южному Аграхану. В устье канал обычно сухой и заросший. Канал функционирует примерно с апреля по октябрь. Магистральный коллектор, наоборот, по пути к Южному Аграхану увеличивает свой сток и является главным источником водоснабжения водоема в течение всего года. Его годовой объем стока (в устье) достигает  $290\text{--}300$  млн  $\text{м}^3/\text{год}$ . Этого вполне достаточно для поддержания нужных уровней и глубин в водоеме и, в

целом, для водообновления. В прошлое десятилетие эти объемы, возможно, были в 3 раза меньше, и воды Южному Аграхану не хватало. Возможно, положительные изменения связаны с проводимыми работами по ремонту каналов и гидротехнических сооружений. В то же время коллекторные воды солоноватые и загрязненные, прежде всего биогенными веществами, сульфатами, металлами и др. Это негативный фактор для гидроэкологического состояния Южного Аграхана. Предлагается три варианта решения этой проблемы. Состояние сети, в целом, хорошее или удовлетворительное.

Во время исследований обновлена ландшафтная схема территории дельты в пределах Дзержинской ОС и южной части Аграханского залива; для основных каналов определены их гидрографический порядок; выявлены основные участки гидрохимической трансформации циркулирующих в системе вод.

Для Южного Аграхана оценены основные составляющие его водного баланса, внутригодовой водный режим как самого водоема, так и связанных с ним каналов. Установлено, что расходную часть водного баланса формируют потери на испарение, сбросы воды в Гаруновский и Северо-восточный каналы. Состояние гидротехнических сооружений аграханской системы, которое тоже изучалось на месте, не во всех случаях даже удовлетворительное. Кроме того, требуется изменение правил и характера регулирования его уровня Ю.Аграхана, сбросов из него, качества поступающих в него коллекторных вод, степени его зарастания, условий для прохода рыбы на нерест и других мер.

### Литература

1. Features and Factors of Hydrological and Morphological Changes in the Agrakhan Bay at the Mouth of the Terek River in the 20th – Early 21st Centuries / D.V. Magritsky [et al.] // *Water Resources*. – 2022. – Vol. 49. – № 5. – P. 625–640.
2. Устья рек Каспийского региона: история формирования, современные гидролого-морфологические процессы и опасные явления / Под ред. В.Н. Михайлова. – М. : ГЕОС, 2013. – 703 с.
3. The Response of River Mouths to Large-Scale Variations in Sea Level and River Runoff: Case Study of Rivers Flowing into the Caspian Sea / V.N. Mikhailov [et al.] // *Water Resources*. – 2012. – Vol. 39. – № 1. – P. 11–43.
4. Байдин С.С. Гидрология устьевых областей рек Терека и Сулака / С.С. Байдин, Н.А. Скриптунов, Б.С. Штейнман. – М. : Гидрометеиздат, 1971. – 198 с.
5. Беляев И.П. Гидрология дельты Терека. – М. : Гидрометеиздат, 1963. – 208 с.
6. Водные ресурсы Дагестана: состояние проблемы. – Махачкала, 1996. – 154 с.
7. Шикломанов И.А. Антропогенные изменения водности рек. – Л. : Гидрометеиздат, 1979. – 302 с.
8. Эльдаров Э.М. История гидромелиоративной деятельности в приустьевой зоне реки Терек // *Труды Географ. общества РД*. – 1996. – Вып. XXIV. – С. 77–80.
9. Алексеевский Н.И. Стоковые наводнения в дельте Терека и эффективность реализуемых мероприятий по их предотвращению / Н.И. Алексеевский, Д.В. Магрицкий, М.А. Самохин // *Труды Географического общества Республики Дагестан*. – 2013. – Вып. 41. – С. 51–54.
10. Алексеевский Н.И. Наводнения и опасные русловые процессы в дельте Терека / Н.И. Алексеевский, М.А. Самохин, А.Ю. Сидорчук // *XXII Межвуз. совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов. Доклады и сообщения*. – Новочеркасск, 2007. – С. 18–31.
11. Катастрофические паводки 2002 и 2005 гг. в дельте Терека / О.В. Горелиц [и др.] // *Труды Междунар. научной конф. «Экстремальные гидрологические события в Арало-Каспийском регионе»*. – М., 2006. – С.144–148.
12. Михайлов В.Н. Многолетние русловые деформации на устьевых участках Терека и Сулака под влиянием колебаний уровня Каспийского моря / В.Н. Михайлов, В.Н. Михайлова // *Водные ресурсы*. – 1998. – Т. 25. – № 4. – С. 389–398.
13. Кравцова В.И. Динамика восточной части устьевой области Терека в период подъема уровня Каспия: картографирование по аэрокосмическим материалам / В.И. Кравцова, Ю.А. Илюхина // *Водные ресурсы*. – 2002. – Т. 29. – № 1. – С. 49–61.
14. Озеро Южный Аграхан: проблемы экологической реабилитации / Под ред. Э.М. Эльдарова, М.А. Гуруева. – Махачкала, 2014. – 156 с.
15. Шикломанов И.А. Сток в дельте р.Терека и его изменения под влиянием хозяйственной деятельности / И.А. Шикломанов, Е.А. Леонов, Л.Е. Смирнова // *Труды ГГИ*. – 1975. – Вып. 229. – С. 86–105.

16. Гидрология устьев рек Терека и Сулака / Под ред. А.Н. Косарева, В.Н. Михайлова. – М. : Наука, 1993. – 160 с.
17. Hydroenvironmental State of the Agrakhan Bay and Means for Improvement / D.V. Magritskii [et al.] // *Arid Ecosystems*. – 2022. – Vol. 12. – № 4. – P. 481–495.

### References

1. Features and Factors of Hydrological and Morphological Changes in the Agrakhan Bay at the Mouth of the Terek River in the 20th – Early 21st Centuries / D.V. Magritsky [et al.] // *Water Resources*. – 2022. – Vol. 49. – № 5. – P. 625–640.
2. Estuaries of the rivers of the Caspian region: the history of formation, modern hydrological and morphological processes and dangerous phenomena / Ed. V.N. Mikhailov. – М. : GEOS, 2013. – 703 p.
3. The Response of River Mouths to Large-Scale Variations in Sea Level and River Runoff: Case Study of Rivers Flowing into the Caspian Sea / V.N. Mikhailov [et al.] // *Water Resources*. – 2012. – Vol. 39. – № 1. – P. 11–43.
4. Baidin S.S. Hydrology of the mouth areas of the Terek and Sulak rivers / S.S. Baidin, N.A. Skrip-tunov, B.S. Steinman. – М. : Hydrometeoizdat, 1971. – 198 p.
5. Belyaev I.P. Hydrology of the Terek River Delta. – М. : Hydrometeoizdat, 1963. – 208 p.
6. Water resources of the Dagestan Republic: the state of the problem. – Makhachkala, 1996. – 154 p.
7. Shiklomanov I.A. Anthropogenic changes in the water content of rivers. – L. : Hydrometeoizdat, 1979. – 302 p.
8. Eldarov E.M. History of hydro-reclamation activity in the estuary zone of the Terek River // *Proceedings of the Geographical Society of the Republic of Dagestan*. – 1996. – Iss. 24. – P. 77–80.
9. Alekseevsky N.I. High discharge floods in the Terek River Delta and the effectiveness of implemented measures to prevent them / N.I. Alekseevsky, D.V. Magritskiy, M.A. Samokhin // *Proceedings of the Geographical Society of the Republic of Dagestan*. – 2013. – Iss. 41. – P. 51–54.
10. Alekseevsky N.I. Floods and dangerous riverbed processes in the Terek River delta / N.I. Alekseevsky, M.A. Samokhin, A.Yu. Sidorchuk // *XXII Mezhvuzovskiy meeting on the problem of erosion, channel and estuarine processes. Reports and messages*. – Novochoerkassk, 2007. – P. 18–31.
11. Catastrophic floods of 2002 and 2005 in the Terek River Delta / O.V. Gorelits [et al.] // *Proceedings of the International Scientific Conference «Extreme hydrological events in the Aral-Caspian region»*. – М., 2006. – P. 144–148.
12. Mikhailov V.N. Long-term channel deformations on the estuaries of the Terek and Sulak rivers under the influence of fluctuations in the level of the Caspian Sea / V.N. Mikhailov, V.N. Mikhailova // *Water resources*. – 1998. – Vol. 25. – № 4. – P. 389–398.
13. Kravtsova V.I. Dynamics of the eastern part of the Terek estuary region during the rise of the Caspian Sea level: mapping by aerospace materials / V.I. Kravtsova, Yu.A. Ilyukhina // *Water resources*. – 2002. – Vol. 29. – № 1. – P. 49–61.
14. Southern Agrakhan Lake: problems of ecological rehabilitation / Ed. by E.M. Eldarov, M.A. Gureev. – Makhachkala, 2014. – 156 p.
15. Shiklomanov I.A. Runoff in the delta of the Terek River and its changes under the influence of economic activity / I.A. Shiklomanov, E.A. Leonov, L.E. Smirnova // *Proceedings of the State Hydrological Institute*. – 1975. – Iss. 229. – P. 86–105.
16. Hydrology of the estuaries of the Terek and Sulak rivers / Ed. by A.N. Kosarev, V.N. Mikhailov. – М. : Nauka, 1993. – 160 p.
17. Hydroenvironmental State of the Agrakhan Bay and Means for Improvement / D.V. Magritskii [et al.] // *Arid Ecosystems*. – 2022. – Vol. 12. – № 4. – P. 481–495.