

**О ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКОМ СОСТОЯНИИ АГРАХАНСКОГО ЗАЛИВА  
И ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО УЛУЧШЕНИЯ**

© 2022 г. Д.В. Магрицкий\*, А.В. Гончаров\*, В.М. Морейдо \*\*\*, М.А. Самохин\*,  
А.С. Абдусамадов \*\*\*, С.В. Купцов\*, Г.С. Джамирзоев\*\*\*\*, \*\*\*\*\*,  
О.Н. Ерина\*, Д.И. Соколов\*, В.С. Архипкин\*, М.А. Терешина\*,  
В.В. Сурков\*, А.А. Семенова\*

\*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова  
Россия, 119991, г. Москва, Ленинские горы, д. 1

\*\*Институт водных проблем РАН

Россия, 119333, г. Москва, ул. Губкина, д. 3. E-mail: moreido@mail.ru

\*\*\*Волжско-Каспийский филиал «Всероссийский научно-исследовательский институт  
рыбного хозяйства и океанографии»  
Россия, 414056, г. Астрахань, ул. Савушкина, д. 1

\*\*\*\*Государственный заповедник «Дагестанский»  
Россия, Махачкала, ул. Гагарина, д. 120

\*\*\*\*\*Институт экологии горных территорий им. А.К. Темботова РАН  
Россия, Кабардино-Балкарская республика, 360051, г. Нальчик, ул. И. Арманд, д. 37а

Поступила в редакцию 11.05.2022. После доработки 30.06.2022. Принята к публикации 01.07.2022.

На протяжении XX века, в результате сочетания природных и антропогенных факторов, произошла значительная деградация Аграханского залива на восточном побережье дельты Терека. Проведенные авторами в 2018-2020 гг. комплексные исследования позволили установить основные причины этой деградации, охарактеризовать современное состояние водоема и научно обосновать рекомендации по его улучшению. Показано, что в результате обмеления и сокращения площади водного зеркала, залив потерял свое прежнее значение нерестово-выростного водоема, обеспечивающего Западно-Каспийский регион молодью ценных промысловых пород рыб. Уловы к 2018 г. упали в 10 раз по сравнению с началом XX в.; практически исчезли осетровые. Особенно неблагоприятным оказывается состояние северной части залива, которая превратилась в группу обмелевших водоемов, мало связанных между собой и с морем.

Исследование гидролого-морфологических, гидробиологических, рыбохозяйственных, гидрохимических параметров показало, что улучшение состояния водно-болотных угодий на месте бывшего залива возможно. Детальный анализ водного баланса с использованием многовариантных лимнологических расчетов показал, что имеется достаточное количество воды для обводнения и частичного восстановления водных объектов гидрографической системы Аграханского залива. Расчистка заиленных и заросших каналов, углубление и обвалование сохранившихся водоемов, направление необходимых объемов речной воды в Северный и Южный Аграхан (в соответствии с рассчитанным графиком подачи), позволит уменьшить зарастание и заиление водных объектов, восстановить водообмен между ними, улучшить качество воды, возродить рыбное хозяйство региона, улучшить условия обитания многих редких и охраняемых видов животных, увеличить рекреационную привлекательность региона.

*Ключевые слова:* Аграханский залив, Каспийское море, рыбное хозяйство, деградация залива, качество воды, экологическое состояние, экологическая реабилитация, нерестово-выростные водоемы, редкие виды, гидрологическое моделирование.

**DOI: 10.24412/1993-3916-2022-4-163-178**

**EDN: IBMCGO**

В XX в. в результате сочетания природных и антропогенных факторов произошли существенные изменения строения и гидрологического режима устьевых областей рек Волги, Терека, Сулака, Дона, Кубани, Сыр-Дарьи, Аму-Дарьи (Михайлов и др., 2018). Значительной трансформации подвергся Аграханский залив, расположенный в устье р. Терек (Горелиц, Землянов, 2011; Устья рек ..., 2013).

Еще в первой четверти XX в. этот водоем представлял собой типичный морской залив. Его площадь (при уровне Каспийского моря -25.6 м н.у.м. БС и средней водности Терека) составляла около 340-350 км<sup>2</sup>, глубины доходили до 3-4 м, вода в заливе была ближе к пресной, особенно во время сгонов. Начало периода деградации Аграханского залива относится к 1914 г. (рис. 1), когда во время катастрофического половодья у станицы Каргалинской произошел прорыв русла Терека в сторону залива (Байдин и др., 1971; Устья рек ..., 2013). В последующие годы в этом направлении формировался новый главный рукав дельты Терека – Каргалинский Прорыв. До 1940 г. наносы Терека не достигали залива, откладываясь в обширных разливах между ним и станицей Каргалинской. Площадь водной поверхности залива в середине – конце 1930-х гг. все еще составляла около 342 км<sup>2</sup>. Примерно с 1940 г. формирование русла Каргалинского Прорыва практически завершилось, и в среднюю часть залива начали поступать в огромном количестве терские наносы, среднемноголетний ежегодный сток которых оценивается в 18 млн. т. Их активное отложение в заливе вело к превращению части морской акватории в сушу так называемой дельты Аликазгана, к зарастанию мелководий. К 1956 г. русло главного рукава приблизилось к западному берегу Аграханского полуострова, и дельта фактически разделила Аграханский залив на две части. Окончательное разделение произошло в 1977 г. вследствие искусственного перенаправления сброса терских вод в море с северного (в Северный Каспий) на восточное (в Средний Каспий) через канал Прорезь, пересекающий Аграханский п-ов в средней части. Эти события происходили на фоне сильного падения уровня моря (почти на 3 м к 1977 г.), с повторным дополнительным снижением после 1995 г. (до -28.2 м н.у.м. БС в 2020 г.). В настоящее время залив разделен Каргалинским Прорывом на две отдельные неравноценные части – Северный и Южный Аграхан, обладающие своими особенностями. Площадь открытого водного зеркала разобщенных водоемов составляет всего 146 км<sup>2</sup>, площадь обводненного тростника – еще 112 км<sup>2</sup>, остальная часть занята сушей.

Произошедшие изменения повлекли за собой неблагоприятные гидрологические, экологические и социально-экономические последствия (Сердце Нижнетеречья ..., 2014; Магрицкий и др., 2019). Усиление этих последствий, особенно для Северного Аграхана, связано с продолжающимся падением уровня моря, усилением засушливости Прикаспия, с неудовлетворительным состоянием каналов и отсутствием притока речных вод (Samokhin et al., 2020; Семенова и др., 2020). Предотвратить негативные явления возможно путем проведения гидротехнических мероприятий, однако для их разработки требуются серьезные научные обоснования.

В 2018-2020 гг. авторами проведено комплексное исследование с целью определения современного гидроэкологического состояния Аграханского залива и разработки предложений для его улучшения. В задачи исследования входило:

- изучение морфометрических и гидрологических параметров водных объектов;
- анализ химического состава воды и донных отложений, характеристика их загрязнения;
- определение гидробиологических показателей – видового состава, численности и биомассы фито- и зоопланктона, зообентоса; состава и степени развития крупной водной растительности;
- характеристика рыбного населения водоемов и разработка предложений по улучшению условий воспроизводства рыб;
- исследование распространенности на данной территории редких и охраняемых видов животных и оценка их реакции на предполагаемое увеличение водности;
- разработка предложений по экологической реконструкции водных объектов.

Полученные результаты представлены в данной статье.

### **Материалы и методы**

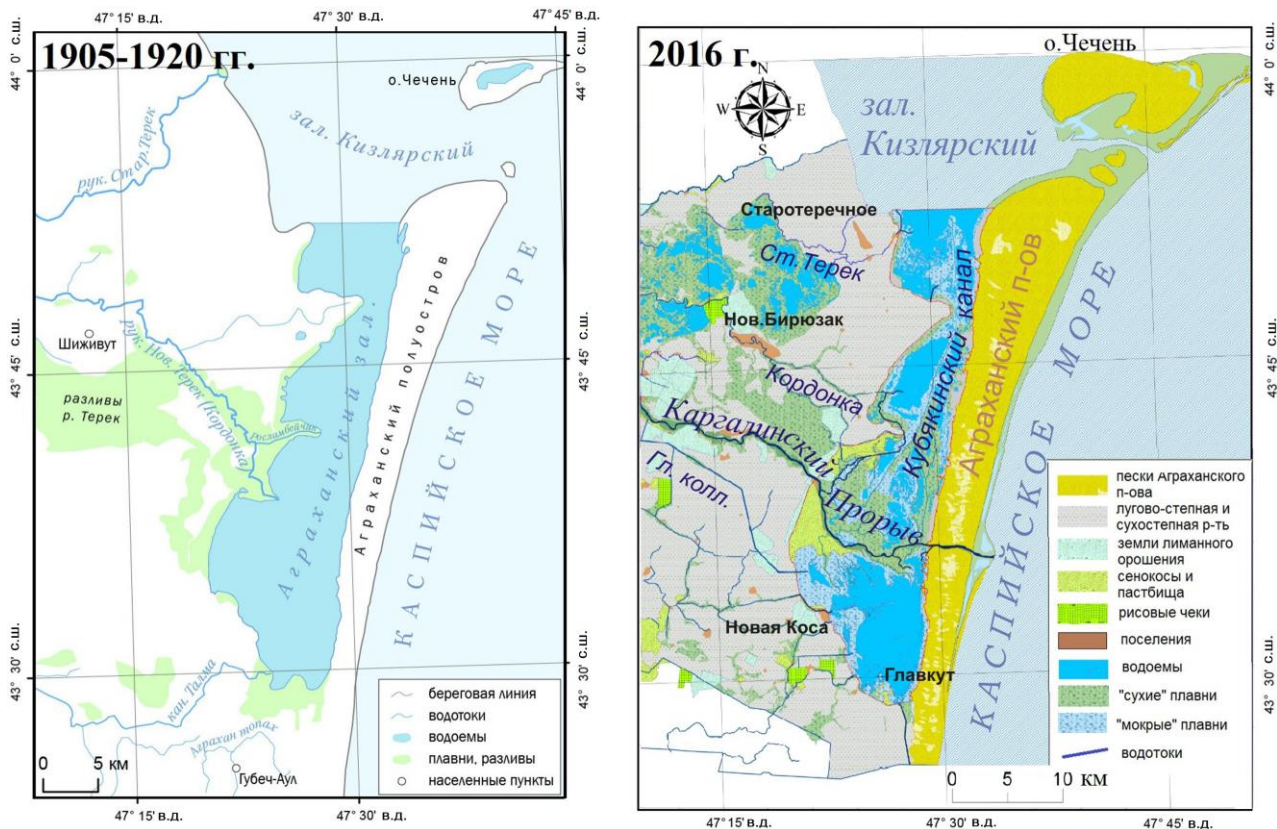
Основная часть огромного и уникального массива данных о современном состоянии бывшего Аграханского залива, гидрологических процессах и их основных природных и антропогенных факторах была собрана авторами в ходе 9 экспедиционных выездов на объект исследования в период с июля 2018 г. по август 2020 г. Во время них были открыты 6 гидropостов на озерах и каналах;

заложены 14 скважин для мониторинга за подземными водами. Получено 109 тыс. точек эхолотных измерений, 1775 измеренных наметкой глубин. Были проведены макромасштабная съемка с квадрокоптера, 6 серий измерений расходов воды на 8 гидростворах в каналах и 19 в Каргалинском Прорыве, 8 серий отбора проб воды на химический состав в 10 мониторинговых точках и 4 серии на 15 рейдовых станциях, измерения гидрофизических показателей на 345 вертикалях, 200 измерений мутности воды, 653 измерения мощности донных отложений, отбор на 15 станциях колонок донных грунтов и их детальное описание, 40 определений видового состава и проективного покрытия макрофитов и их описаний, вместе со взвешиванием (около 20) по общепринятой методике (Катанская, 1981). Проводился также отбор проб на фито- и зоопланктон, зообентос и перифитон (по 10-15 проб каждой группы). На 8 станциях проведен биологический анализ 3252 экз. различных видов рыб, детально изучены фондовые и литературные материалы по численности и видовому разнообразию рыбного поголовья, их динамике в XX – начале XXI в., по истории рыболовства, по изменению численности птиц в период с 2010 и по 2019 г., выполнено 88 определений условий и мест обитания птиц, 15 определений млекопитающих. В лабораториях Дагводресурсов и Географического факультета МГУ произведен химический и гранулометрический анализ 56 проб донных отложений, лабораторный анализ 111 отобранных проб воды; изучено 24 пробы воды на весовую мутность. Часть гидрологических данных была получена с постов государственной гидрометеорологической сети. Кроме того, были собраны и с разной детальностью обработаны многочисленные картографические материалы и 157 спутниковых снимка (с 1965 г.); изучены результаты прошлых экспедиционных обследований дельты Терека и его объектов, их теоретического осмысления, представленные в опубликованных работах и фондах МГУ, Государственного океанографического института, Государственного гидрологического института и иных республиканских и федеральных организациях.

Создана электронная база данных стационарных и гидрологических наблюдений на постах в дельте Терека и на побережье Каспия (с момента их открытия и до 2020 г.), а также многослойная и высокодетальная ГИС Аграханского залива и Приаграханья (на платформе QGIS). На основе последней впервые построены карты залива с историческими границами, современным ландшафтным строением и глубинами (масштаб 1: 10000), рассчитаны батиграфические кривые, построены карты водной растительности, донных отложений, качества воды. Установлены основные гидрометеорологические, внутридельтовые и внутриводоемные, а также антропогенные факторы эволюции Аграханского залива. Получены единственные в своем роде оценки по современному водному режиму водоемов Аграханского залива, по качеству вод и источникам загрязнения, по структуре водного баланса, источникам и скорости заиления. Оценено состояние гидротехнических сооружений, связанных с заливом. Построены многочисленные графики, зависимости и диаграммы. Проведено гидродинамическое численное (в программе ADCIRC) и водно-балансовое лимнологическое (в программе GLM) моделирование.

### Результаты и обсуждение

*Современные гидролого-морфологические особенности водных объектов гидрографической системы бывшего Аграханского залива.* В настоящее время бывший Аграханский морской залив не имеет черт единого водного тела и представляет собой дельтовый озерно-плавневый массив. Он разделен руслом, поймой и защитными валами магистрального рукава Каргалинский Прорыв на две обособленные и неравноценные части – северную и южную, обладающие своей гидрографической сетью, гидрологическим режимом, ландшафтами, биотой и антропогенной нагрузкой, находящиеся на разных стадиях гидролого-морфологической деградации (рис. 1). Суммарная площадь водного зеркала разобщенных водоемов в исторических границах Аграханского залива авторами оценена в 146 км<sup>2</sup>, плавней – 112 км<sup>2</sup>. Таким образом, открытая водная поверхность сократилась почти в 2.5 раза по сравнению с началом XX в. Остальные угодья – это галофитные степи, солончаки, пастбища и сенокосы, которые постепенно расширяются. Однако в реестре водных объектов и на некоторых картах Аграханский залив по-прежнему фигурирует как морской залив. Морфологическая динамика Аграханского залива иллюстрирует закономерную эволюцию приморских, лагунного происхождения водоемов в речных дельтах, многократно ускоренную масштабными колебаниями уровня Каспия, занесением наносами р. Терека, водохозяйственной деятельностью в самой дельте и биогенным загрязнением вод.



**Рис. 1.** Границы Аграханского залива в 1905-1920 гг. и в настоящее время. Условные обозначения: 1 – Северный Аграхан, 2 – Южный Аграхан.

Северный Аграхан – это, по сути, типичный дельтовый озерно-плавневый массив с увеличивающимися от года к году площадями быстро осваиваемых под сельхозугодья «сухих» плавней, прорезанный руслами бывших и действующих каналов и проток, самым крупным из которых является Кубякинский канал и высохший Главный Аграханский Банк (Magritsky et al., 2021). Общая площадь Северного Аграхана (в его исторических границах) – 233 км<sup>2</sup>: на водное зеркало, обводненный тростник, «сухие» плавни, сенокосы, солончаки и прочее приходится, соответственно, 79.3, 70.7, 60.4, 7.7, 14.3 и 0.9 км<sup>2</sup>. Основную часть территории занимает Аграханский заказник. Длина Северного Аграхана с юга на север – почти 29-30 км; ширина в районе Чаканных Ворот – 1.9 км, в самой широкой части – 11-12 км.

Северный Аграхан включает две группы водоемов – северную, состоящую из лагун-заливов Конный култук и Кара-Мурза, и южную, с часто пересыхающими, блюдцеобразными водоемами и самым большим водоемом – озером Кузнечонок максимальной площадью до 25 км<sup>2</sup> и глубинами до 1.5 м (в 2019 г. глубины уже не превышали 0.5 м). Водообмен между ними затруднен, тогда как северный водный массив свободно связан с морем и имеет черты его водного режима. Распространены обширные заросли периодически обводняемого тростника. Погруженной водной растительности мало. Донные отложения в лагунах и оз. Кузнечонок имеют слоистую структуру, демонстрирующую историю превращения этой части залива из морского водоема в озерно-плавневый массив и сушу. Грунты засолены. Мощность донных отложений изменяется от < 0.25 м на устьевом взморье до 0.5 м в основной части Кара-Мурзы и 0.5-1.5 м в средней части.

Кубякинский канал – это канал-рыбоход, который кроме того предназначен снабжать речной водой эту часть Аграханского залива. Он имеет длину 33 км (с учетом Морского канала, выходящего в Кизлярский залив) и максимальные глубины от 3 до 4.5 м. Канал построен в конце 1970-х гг. на месте крупного рукава – Кубякинского банка. Средняя его часть в аварийном состоянии и лишена воды.

В северных водоемах, свободно связанных с Северным Каспием, ход уровней воды определяется

колебаниями уровня моря. Диапазон сезонных колебаний уровня – в среднем 20-35 см. Размах сгонно-нагонных колебаний – от 0.5 и 1 м и выше. Блюдцеобразные водоемы Северного Аграхана (в южном и среднем его отсеках) существуют за счет речных, коллекторных вод, дождевых осадков и снеготаяния. При этом каналы Кордонка и Рослабейчик, ответственные за подачу воды с западного направления (из нижнетерских озер-водохранилищ и Старотеречной мелиоративной системы), более 15-20 лет остаются в пересохшем состоянии. Кубякинский канал-рыбоход функционирует лишь при высоких уровнях в Каргалинском Прорыве и после дноуглубления в истоке. Подобное повышение уровня было отмечено в июне-июле 2019 и в мае 2020 гг., что в последнем случае привело к гибели огромного числа рыбы, успевшей зайти в него на нерест и не успевшей выйти при резком снижении уровня. Расходы в канале были измерены во время экспедиций и составляли около 3 м<sup>3</sup>/с при проектной пропускной способности в 140 м<sup>3</sup>/с. В отсутствие связи с магистральным рукавом и каналами северной части дельты Терека возможно пересыхание не только небольших водоемов, но даже оз. Кузнечонок. Именно это произошло в 2020 г., когда было потеряно больше половины площади водоема. Небольшие блюдцеобразные водоемы могут заполняться дождевой и талой водой.

Южный Аграхан – в настоящее время самое крупное по площади озеро в Республике Дагестан. Однако его нельзя считать естественным (остаточным) водоемом. Это гидротехнически замкнутый водоем, с искусственно регулируемым (через систему водоподводящих и сбросных сооружений) водным балансом, объемом, уровнем и глубинами. Он изолирован от моря и Северного Аграхана. Перепад уровней составляет ~ 2.5-3.0 м, а дно находится на одной высоте с морским уровнем. Водоем имеет ограниченный водообмен с Каргалинским Прорывом, в последние годы, с учетом падения уровня моря и врезания русла магистрального рукава, еще более затрудненный. На юге, западе и частично севере Южный Аграхан обвалован дамбами высотой до 1.5-2 м и выше. Средние глубины при отметке уровня -25.0 м н.у.м. БС составляют от 1.5 до 2 м. Глубины > 2.5 м приурочены к центральной части. Объем водоема – 0.16 км<sup>3</sup>. Он, как и Северный Аграхан, мелеет, испытывает эвтрофирование и зарастает водной растительностью. Но происходит это с существенно меньшей скоростью. Общая площадь Южного Аграхана 136 км<sup>2</sup>: на водное зеркало, обводненный тростник, «сухие» плавни, сенокосы, затопляемые солончаки и прочее в настоящее время приходится, соответственно, 66.3, 41.3, 6.5, 16.5, 2.2 и 2.9 км<sup>2</sup>.

Донные отложения неоднородны по своей структуре, происхождению и мощности. Хорошо выделяются 3-4 слоя. Заиление автохтонным материалом составляет 0.6-0.8 см/год, занесение речными наносами – на порядок больше, что наглядно подтвердило быстрое нарастание микродельты на северо-востоке Южного Аграхана с 2008 по 2017 гг. Мощность неплотных отложений варьирует от 10-20 см (в средней части и на юго-западе) до 1-2 м на севере, определяя ограничения по дноуглублению.

*Водный режим.* В течение года максимальные уровни воды наблюдаются летом и ранней осенью, минимальные – зимой и ранней весной. Диапазон их колебаний составляет 0.5 м. Почти то же было отмечено и в 1980-х гг., когда большая часть гидротехнических сооружений Южного Аграхана уже функционировала и работал пост в Новой Косе. Характер межгодовых и сезонных колебаний уровней воды находится в прямой зависимости от водного баланса, тогда как суточная изменчивость уровней имеет синоптическую природу и диапазон в 5-10 см. Приходную часть водного баланса формируют воды Главного коллектора имени Дзержинского, который собирает излишки воды с полей обширной Дзержинской ОС и сбрасывает в залив. Годовой объем притока составляет  $W_{\text{год}} \sim 280-310$  млн. м<sup>3</sup> (95-99% приходной части водного баланса), на порядок меньше составляют атмосферные осадки. Расходную часть составляют сбросы в нерегулируемый Северо-восточный и регулируемый Гаруновский (на юге) каналы, а также испарение с транспирацией. Все компоненты водного баланса были подробно изучены и количественно оценены, включая подземный водообмен.

*Гидрохимические особенности и качество воды.* Воды Южного Аграхана солоноватые (минерализация 2-4 г/л), сульфатно-магниевого, по солевому составу близки водам Главного коллектора имени Дзержинского – основного источника водоснабжения данного водоема. Сходства с морскими водами нет. Пространственное распределение химических показателей довольно однородное, только вблизи Главного коллектора могут наблюдаться отклонения. Небольшие по кратности превышения предельно допустимой концентрации (ПДК) за время исследования

встречались единично для ряда показателей (фосфаты, аммоний, железо, медь, свинец – превышение рыбохозяйственных ПДК (ПДК<sub>рх</sub>) до 2 раз, нефтяные углеводороды – превышение ПДК<sub>рх</sub> до 8 раз). Но есть и элементы, по которым ПДК превышались часто и сильно. Это марганец, цинк, никель – до 5 ПДК. Для всех этих элементов ПДК превышались и в коллекторных водах, но обычно не так сильно. То есть по мере того, как вода из Южного Аграхана испаряется, загрязнения накапливаются. Это показали не только данные измерений, но и результаты лимнологического моделирования. Серьезная проблема – повышенное поступление с коллекторными водами биогенных веществ (азота, фосфора) и их накопление в водоеме, которое приводит к увеличению содержания органического вещества. По удельному комбинаторному индексу загрязненности воды (УКИЗВ) качество воды характеризуется как «грязная» (класс 4б). Насыщенность вод растворенным кислородом в целом хорошая, за исключением южного отсека с сероводородным загрязнением.

Концентрации загрязняющих веществ (ЗВ) в донных отложениях Южного Аграхана более пространственно неоднородны, чем их содержание в воде: повышенные концентрации отмечаются в прибрежных зонах, а в центральной части озера концентрации могут быть на порядок ниже. Можно сделать вывод, что осаждение поступающих с притоком загрязнителей происходит достаточно быстро, а обратно из донных отложений они почти не выходят, даже с учетом того, что вода постоянно полностью перемешана. Тем не менее, содержание ЗВ всегда ниже ориентировочно допустимых концентраций, поэтому состояние донных отложений – удовлетворительное, не требующее вмешательства.

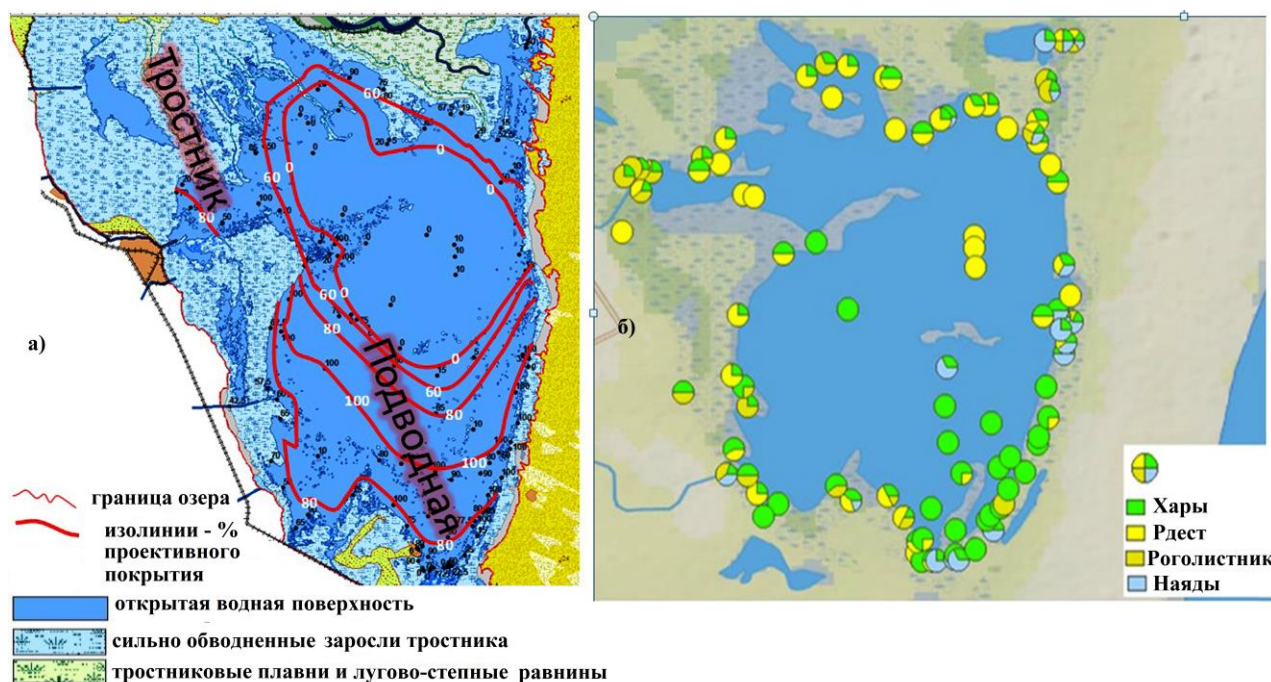
Северный Аграхан в отношении химического состава находится под влиянием как речных, так и морских вод, их геохимической трансформации в пределах занимаемой им территории. В озере Кузнечонок вода в среднем менее минерализованная, чем в Южном Аграхане, но также солоноватая – 1.5-2.5 г/л, а в Кубякинском канале и малых озерах по мере продвижения к морю достигается соленость, близкая к Каспийскому морю (11-13 г/л). По превышениям ПДК и величине УКИЗВ («грязная» – «очень грязная», класс 4а-4г), Северный Аграхан – самая загрязненная зона, превышения ПДК наблюдаются регулярно и для целого ряда показателей: хром, свинец, железо, аммоний – редко, кратность превышения ПДК<sub>рх</sub> – до 2.5; медь, никель, марганец, цинк – часто, превышение ПДК<sub>рх</sub> в 4-6 раз. Большинство из элементов, по которым превышена ПДК, встречаются и в речных водах, но есть вещества, характерные именно для морских вод. Это анионные поверхностно-активные вещества и шестивалентный хром, которые в других водных объектах почти не встречались. Также морские воды характеризуются в несколько раз более высоким содержанием органического вещества, чем воды внутренних частей залива. Степень загрязненности донных отложений в малых водных объектах к востоку от Кубякинского канала – максимальная среди всех отобранных проб: концентрации меди, цинка, ртути, свинца приближаются к величинам ориентировочной допустимой концентрации (ОДК), в двух пробах превышена ОДК по никелю. В самом Кубякинском канале, наоборот, степень загрязнения ДО металлами достаточно низкая, концентрации схожи с центральной частью Южного Аграхана. Сильного загрязнения не отмечается, состояние удовлетворительное.

*Гидробиологические особенности.* В прошлом, достаточно глубоководный Аграханский залив почти не зарастал. В настоящее время один только Южный Аграхан более чем на 70% занят водной растительностью (надводной или подводной). Больше всего подводной растительности сосредоточено в южной части водоема: площадь проективного покрытия здесь составляет 60-100% (рис. 2а). В северной и средней частях водоема проективное покрытие значительно меньше, часто меньше 20%. Различен также видовой состав растений: южная часть озера занята в основном харовыми водорослями (фото 1), в северной встречаются преимущественно рдесты.

Причина этого заключается в том, что в северную часть водоема поступают речные воды повышенной мутности, в которых недостаток света лимитирует развитие макрофитов. По этой же причине в обследованных водных объектах Северного Аграхана погруженных макрофитов практически нет. Мутность воды повышается также при увеличении количества фитопланктона, стимулируемого биогенными элементами, поступающими с притоком в Южный Аграхан.

Степень развития фитопланктона противоположна макрофитам: наибольшей биомассой характеризуются мутные воды Северного Аграхана (5-100 мг/л), наименьшей – прозрачные воды южной части Южного Аграхана (менее 1 мг/л). Причина этого, по-видимому, также заключается в

притоке речных вод, богатых биогенными элементами, благоприятствующими развитию микроскопических водорослей планктона. С другой стороны, развитие фитопланктона увеличивает мутность воды.



**Рис. 2.** Картограмма распределения водной растительности в Южном Аграхане: надводной (тростник) и погруженной (а) и видового разнообразия подводной растительности (б) по результатам исследований 2018-2020 гг.



**Фото 1.** Подводные луга из харовых водорослей в Южном Аграхане, июль 2019 г. (фото А.В. Гончарова).

Таким образом, можно утверждать, что воды Северного Аграхана являются эвтрофными (и даже гипертрофными), что определяется по биомассе фитопланктона, достигавшей 30 мг/л в 2018 г. и 100 мг/л в 2019 г. Южный Аграхан тоже можно назвать эвтрофным (высокопродуктивным) водоемом, однако уровень первичной продукции в нем определяется не фитопланктоном, а

макрофитами, средняя биомасса которых на большей части водоема составляет более  $0.8 \text{ г/м}^2$  (в абсолютно сухом весе). После отмирания растительности она разлагается бактериями, при этом из воды потребляется большое количество кислорода, образуется сероводород. Часть тростника не разлагается, откладывается на дне, способствуя обмелению и заилению (Экология зарастающего озера ..., 1999). Говоря о роли водной растительности в жизни водоема, можно отметить не только отрицательные, но и положительные ее свойства. Так, водная растительность выступает в качестве биофильтра, который снижает количество загрязняющих веществ в приходящих водах, снижает их мутность. Макрофиты являются конкурентами фитопланктона и снижают степень его развития. Водные растения служат местом для нереста рыб, укрытием молоди от хищников; рыбы питаются многочисленными организмами, поселяющимися на поверхности растений. Среди зарослей водной растительности гнездятся, выводят и выкармливают птенцов многие птицы Аграханского залива.

Оценка продуктивности беспозвоночных животных в обследованных водных объектах (необходимая для характеристики рыбохозяйственного потенциала) приводит к противоречивым результатам. Макрозообентос развит слабо, местами его практически вообще нет. Это мы объясняем отсутствием кислорода в верхних слоях иловых отложений (во многих местах чувствуется запах сероводорода). Поэтому беспозвоночные перебираются повыше – в толщу воды и заселяют поверхность макрофитов; здесь животных довольно много – до  $164 \text{ г/м}^2$  площади дна, занимаемой растениями. Таким образом, заросли водной растительности – это благоприятное место для нагула и откорма рыб. При этом сами макрофиты в живом состоянии мало кем используются, а разлагаются бактериями после отмирания (при этом потребляется кислород и может выделяться сероводород). Зоопланктон развит очень слабо – возможная причина – активное выедание рыбами; кроме того, для планктонных животных губительно сильное снижение кислорода.

Выявленные гидробиологические особенности дают основание предполагать, что в случае увеличения притока терских вод, в Северном и в Южном Аграхане уменьшится зарастаемость водных объектов, улучшится кислородный режим (особенно у дна) и условия для развития донных беспозвоночных. В Южном Аграхане приток терских вод будет способствовать увеличению биологической продуктивности (увеличится биомасса фитопланктона, зоопланктона), а подводной растительности станет меньше – её будет угнетать повышенная мутность воды и конкуренция с фитопланктоном за биогены и свет.

*Рыбы и рыбное хозяйство.* Произошедшие изменения водных объектов не могли не сказаться на рыбах и рыбном хозяйстве. Дело в том, что Аграханский залив до его обмеления, начавшегося с Каргалинского прорыва (1914 г.), обеспечивал воспроизводство рыбных запасов Терско-Каспийского района. По словам известного ихтиолога И.Ф. Правдина, «Аграханский залив есть лучший в пределах Дагестана естественный рыболовный завод и питомник для личинок и молоди, где сама природа создает великолепные условия для размножения рыб и нагула молоди, условия, которые не может создать никакой искусственный рыболовный завод» (Правдин, 1925, с. 122). Ихтиофауна Аграханского залива в то время насчитывала около 40 видов и подвидов рыб; здесь добывали осетра, севрюгу, лосося, леща, воблу, судака и других рыб.

К 1960 г. значительно сократилась площадь залива, глубина уменьшилась до 0.3-0.4 м, а на входе в залив – ещё меньше. Это явилось серьёзным препятствием проходу рыбы на нерестилища; резко ухудшились условия зимовки и нагула молоди, сократились уловы. Так, если в 1930-1934 гг. в Аграханском заливе вылавливалось до 2.7 тыс. т рыбы (при рыбопродуктивности водоема около  $100 \text{ кг/га}$ ), то затем уловы снижались, и в настоящее время они составляют около 100 т (рыбопродуктивность – около  $10 \text{ кг/га}$ ; Демин, 1963; Даниялова, Надирадзе, 1984; Абдусаматов и др., 2014).

Для изменения сложившейся ситуации предлагается осуществить рыбохозяйственную реконструкцию Аграханского залива (рис. 3). Она заключается в регулируемой подаче речной воды в Северный и Южный Аграхан, обустройстве рыбопропускных сооружений, реконструкции Кубякинского канала, обваловании и углублении водоемов в Северном Аграхане, мелиорации нерестилищ. Последняя включает локальное извлечение иловых отложений и освобождение от зарослей водной растительности; для литофильных видов рыб – подсыпку галечно-песчаного грунта.

На схеме будущего рыбохозяйственного состояния Аграханского залива (рис. 3) показаны осетровые рыбы, которые могут появиться, если будет улучшен рыбоход на Каргалинском гидроузле.



Осетровые будут проходить вверх по руслу Каргалинского Прорыва и Терека, откладывая икру на галечно-песчаных грунтах. Появившаяся молодь будет скатываться вниз по течению и, возможно, что часть ее попадет в водоёмы Северного Аграхана, где будет нагуливать вес в благоприятных условиях. Перевернутое изображение рыбы на рисунке 3 в Северном Аграхане в его современном состоянии является указанием на то, что возможны такие ситуации, когда во время подъема уровня рыба заходит из моря на нерест, а потом гибнет при спаде воды.

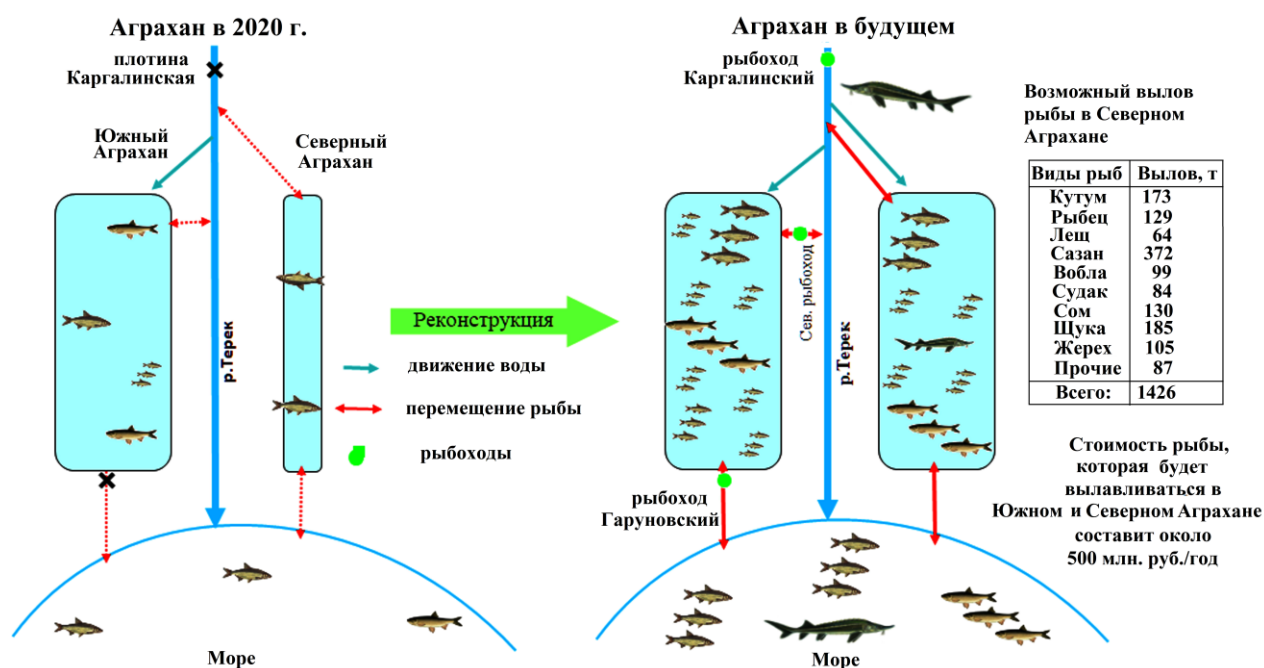


Рис. 3. Схема рыбохозяйственной реконструкции Аграханского залива.

В результате рыбохозяйственной реконструкции Аграханскому заливу возвращается функция нерестово-выростного водоема: в нем происходит нерест рыб и рост личинок, а нагул продолжается в море. Таким образом, многократно увеличивается кормовая база и рыбопродуктивность водоема. После реконструкции уловы рыб увеличатся примерно в 10 раз. Предполагаемый ежегодный вылов рыбы в Северном Аграхане, по расчетам сотрудников Каспийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства, составит: для кутума – 173 т, рыбеца – 129 т, леща – 64 т, сазана – 372 т, воблы – 99 т, судака – 84 т, сома – 130 т, щуки – 185 т, жереха – 105 т, прочих – 87 т. Расчеты основаны на данных о численности молоди рыб по результатам обловов в заливе в 1980-2010 гг., когда водоем находился в относительно благополучном состоянии (Инструкции ..., 2011), и на данных о промысловом возврате от молоди, согласно методики (Приказ Минсельхоза ..., 2020). Экономическая эффективность предлагаемых рыбохозяйственных мероприятий в Северном и Южном Аграхане за счет увеличения уловов рыбы составит около 500 млн. руб. в год.

*Редкие и охраняемые виды животных Аграханского залива и Приаграханья.* Несмотря на критическое состояние экосистем, Аграханский залив продолжает оставаться территорией с высоким уровнем биологического разнообразия, является местом обитания редких и исчезающих наземных позвоночных животных, а также ценных и промысловых видов птиц и млекопитающих (фото 2).

Всего в районе исследований зарегистрировано 289 видов птиц. По богатству видового состава выделяются следующие отряды: Воробьинообразные (102 вида), Ржанкообразные (57 видов), Соколообразные (30 видов), Гусеобразные (28 видов), Аистообразные (13 видов), Журавлеобразные (13 видов). На рассматриваемой территории в разные годы в общей сложности зарегистрировано 53 вида птиц, занесенных в Красные книги России (49 видов) и Республики Дагестан (52 вида; Букреев, Джамирозев, 2016).



**Фото 2.** Колония пеликанов и бакланов на оз. Ю. Аграхан, 2022 г. (фото В.Б. Степаницкого).

В водоемах бывшего Аграханского залива и на прилегающих территориях Аграханского п-ова, острова Чечень и дельты Терека встречается 51 вид млекопитающих, в том числе: насекомоядные (4 вида); рукокрылые (10 видов); зайцеобразные (1 вид), грызуны (20 видов); хищные (13 видов), ластоногие (1 вид), парнокопытные (2 вида). К основным охотничье-промысловым видам млекопитающих исследуемого района относятся волк, шакал, обыкновенная лисица, корсак, енотовидная собака, барсук, ондатра, заяц-русак и кабан. Восемь видов млекопитающих, встречающихся на исследуемой территории, относятся к числу редких и охраняемых видов, занесенных в Красные книги Российской Федерации (2021) и Республики Дагестан (2009). В тугайных лесах низовий Терека и прилегающих зарослях тростников Аграханского залива сохранилась уникальная равнинная популяция кавказского благородного оленя.

Фауна земноводных и пресмыкающихся Аграханского залива и прилегающих территорий дельты реки Терек насчитывает 4 вида земноводных и 13 видов пресмыкающихся, в том числе: 1 вид черепах, 5 видов ящериц и 7 видов змей. Список редких и охраняемых видов амфибий и рептилий Аграханского залива и прилегающих территорий дельты реки Терек составляют обыкновенная чесночница, западный удавчик, восточная степная гадюка.

Экспертная оценка влияния предполагаемого увеличения водности Аграханского залива на биологические объекты показала следующее. В целом из 351 вида наземных позвоночных положительные последствия прогнозируются для 149 видов, нейтральные – для 171, отрицательные – для 31 вида. Из 53 редких и охраняемых видов птиц негативные последствия прогнозируются для одного вида – филина, площадь местообитаний и численность которого незначительно сократятся. Из 7 редких и охраняемых видов млекопитающих сокращение местообитаний и снижение численности прогнозируется только для одного вида – благородного оленя. Поэтому в первоочередном и обязательном порядке требуется разработать программу сохранения уникальной и единственной в Дагестане равнинной популяции благородного оленя и создать на базе государственного природного заказника «Аграханский» питомник для разведения и выпуска в природу этого редкого вида. Из ценных промысловых видов птиц и млекопитающих негативные последствия коснутся популяций серой куропатки, фазана, зайца-русака, обыкновенной лисицы и кабана. Для оптимизации охраны филина и его местообитаний, а также улучшения условий обитания некоторых ценных промысловых птиц и млекопитающих (серая куропатка, фазан, заяц-русак, обыкновенная лисица и кабан) необходимо запретить выпас скота по берегам Аграханского залива и ограничить поголовье скота в гнездовой период на Аграханском п-ове и вдоль западных границ Аграханского залива. Для предотвращения существенного снижения численности серой куропатки, фазана, зайца-русака, кабана и благородного оленя предусмотреть организацию биотехнических мероприятий по их

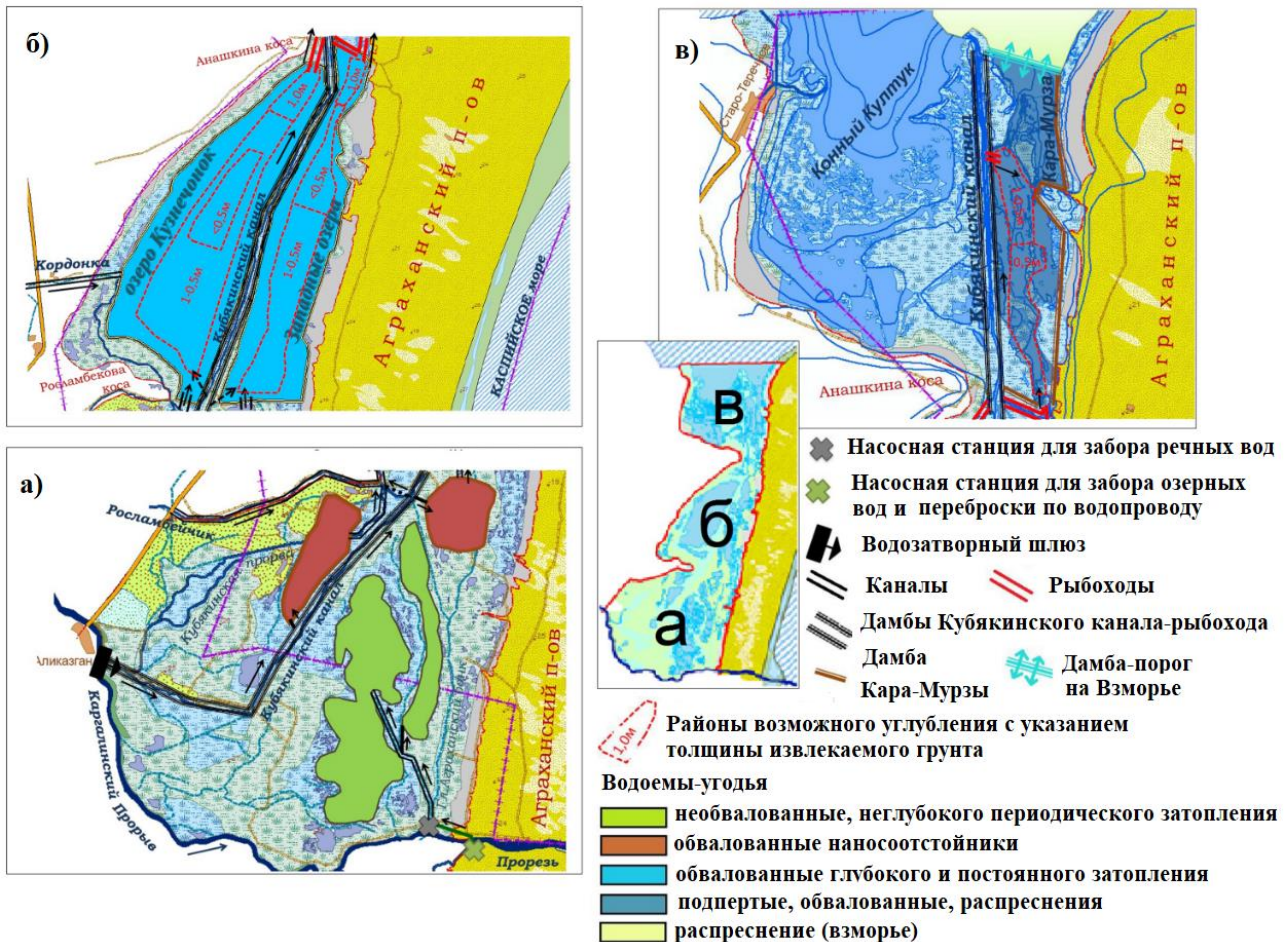
подкормке на территориях Аграханского заказника и ОРХ «Дагестанское». Необходимо также ввести 5-летний запрет на добычу серой куропатки, фазана, зайца-русака, лисицы и кабана на всей территории Аграханского залива за пределами Аграханского заказника. Для усиления законодательной охраны на международном уровне предлагается подготовить экологическое обоснование и заявку на придание водоемам Аграханского залива и дельты реки Терек официального статуса Рамсарского угодья.

*Рекомендации по гидротехнической мелиорации Аграханского залива.* При обосновании рекомендаций для Северного Аграхана учитывалась необходимость: 1) обеспечения свободного прохода рыбы на нерест как в Каргалинский Прорыв, так и водоемы Северного Аграхана и скатывания молоди обратно в море, прежде всего, в период с марта по август, 2) увеличения площади и глубин этих самых водоемов в эти месяцы, поддержания в них пресных и солоноватоводных условий, 3) создания распресненной зоны смешения на устьевом взморье, 4) обводнения плавневых массивов, 5) сохранения безопасной и комфортной среды обитания для наземных животных, обитающих и охраняемых в Аграханском заказнике, возможности для их передвижения и стоянок, 6) согласия, в какой-то мере, с современным гидролого-морфологическим состоянием этого района и его подрайонов, 7) учета характера русловых деформаций и изменений уровней в Каргалинском Прорыве, 8) динамики уровня моря, 9) учёта уже сложившейся структуры землепользования. Главное предложение состоит в том, чтобы отказаться от одинакового подхода к гидротехнической мелиорации Северного Аграхана в отношении всей его бывшей территории/акватории, а разработать индивидуальный перечень мероприятий для каждого из его трех отсеков (рис. 4).

Для южного отсека Северного Аграхана восстановление единой водной акватории признано невозможным и нецелесообразным ввиду: 1) более высоких высотных отметок по отношению к рукаву и морю, наличия повышенных уклонов, 2) большей проницаемости почвогрунтов, 3) невозможности достичь в таком водоеме приемлемых рыбохозяйственных глубин и эффективно сохранять в них воду, 4) близости отсека к магистральному рукаву и угрозы возможных паводковых прорывов, затоплений и занесения, 5) уже сложившегося землепользования, 6) существующих биоценозов, обилие воды в которых ухудшило бы условия обитания редких и охраняемых видов животных. При этом отдельные небольшие водоемы в валах (или в естественном окружении, постоянные или периодического наполнения) могут быть в восточной его части, в подходящих депрессиях с высотными отметками, достигающими до -26.8 ... -27.4 м н.у.м. БС, и площадью около 16 км<sup>2</sup>. Вода в них может доставляться по земляному руслу бывшего Северного банка из магистрального рукава и из Северо-восточного сброса. Режим подачи – с апреля по сентябрь. Необходимые объемы – 67 млн. м<sup>3</sup>/сезон, чтобы заполнить депрессии водой для создания глубин < 0.5 м и обводнить плавни, восполнить потери на инфильтрацию и испарение. Дноуглубление здесь не предполагается. Главная задача этого мероприятия – обводнение, увлажнение территории, сохранение ее водно-болотного статуса, создание благоприятных условий для существования водных и околоводных животных и птиц. Забор воды из рукава предлагается осуществлять с помощью насосов и сбрасывать в бассейн-отстойник для наносов, а затем – в новый канал на месте бывшего Северного банка. Его ширина – 10 м, длина – 4.5 км, глубина между валами – 1.5-2 м. Это потребует объемы дноуглубления 45 тыс. м<sup>3</sup>, обвалование 9 км валов высотой не менее 1-1.5 м. Из Северо-восточного сброса, по которому сбрасываются «осветленные» воды Южного Аграхана в Каргалинский Прорыв, забирать воду предлагается с помощью насосов (не ранее июля), перебрасывать по водоводу, проложенному по опорам бывшего моста через канал Прорезь и сбрасывать в канал Северного банка, либо транспортировать по водоводу.

Для среднего отсека предлагается сезонное обводнение депрессий и существенное расширение их водного зеркала с максимальными глубинами не менее 1.5 м на месте озера Кузнечонок (к западу от Кубякинского канала) и массива Западных озер (к востоку от канала), а также строительство системы рыбоходов для прохода рыбы на нерест и возвращения обратно в Северный Каспий, ската молоди. Рыбоходы со стороны Кубякинского канала и на границе с северным (приморским) отсеком, примерные параметры которых: ширина  $B = 15$  м и глубина  $h = 1$  м, могут пройти по руслам действующих или отмерших протоков, кроме того, будут отвечать за сброс с марта по сентябрь из озер воды, и соответственно за водообновление в них. С октября по февраль их рекомендуется перекрывать, предотвращая критическое снижение уровня в создаваемых водоемах. У Западных озер

– это северный канал-рыбоход с выходом в Морской канал и лагуну Кара-Мурза. Сезон основной подачи воды и наполнения определяется датами прохода и ухода основных видов рыб – в основном с марта по сентябрь. Поддержание требуемых глубин и снижение водопотерь потребует возведения валов – отдельно вокруг озера Кузнечонок и примыкающей к нему территории, отдельно вокруг Западных озер высотой не менее 1 м – для достижения урвонной отметки -26.5 м н.у.м. БС.



**Рис. 4.** Схема и ландшафтное строение южного (а), среднего (в) и северного (в) отсеков в Северном Аграхане с предлагаемыми для них гидротехническими мероприятиями.

По границе с Кубякинским каналом таким валом будут реконструированные левобережные и правобережные дамбы самого канала-рыбохода. Объем требуемого грунта для обвалования 82.5 тыс. м<sup>3</sup>. Кроме того, для достижения необходимых глубин и увеличения числа, площади и рассредоточения плесовых участков предлагается: 1) последовательное дноуглубление в Кузнечонке и Западных озерах – с переходом от одного участка к другому (т.е. с растягиванием работ на 5-10 лет), с зонированием на районы с необходимостью углубления на 0.5 м (~ 5-6 км<sup>2</sup>), 0.5-1 м (< 20 км<sup>2</sup>) и 1 м (~ 2 км<sup>2</sup>), 2) использование извлеченного грунта на сооружение валов (в качестве дополнительного источника материала), 3) создание донных прорезей-рыбоходов. Основным источником водоснабжения для наполнения озер среднего отсека будут служить речные воды Каргалинского Прорыва, поставляемые по Кубякинском каналу. Дополнительно могла бы поступать (в оз.Кузнечонок) лишняя взвесь вода по каналам Росламбейчик и Кордонка с суммарным расходом не менее 5 м<sup>3</sup>/с, хотя их пропускная способность гораздо выше. Но это потребует серьезной гидромелиорации Нижнетерских водохранилищ, Зеньковского и Ждановского каналов, самих каналов Росламбейчик и Кордонка.

Имеется вариант подачи в средний отсек речной воды, без предварительной инженерной подготовки водоемов и их берегов для ее приема, по сути, только с целью обводнения водно-

болотных угодий, улучшения условий существования сложившихся аквальных и околоводных биоценозов без существенного улучшения рыбохозяйственных условий этой части Северного Аграхана.

В северном отсеке площадь водной акватории достаточная, связь с Каспийским морем существует. Здесь отмечается высокая соленость воды (12.5 г/л), в то время как для рыб желательна соленость меньше 3-5‰. Отмечается тесная связь уровня режима и глубин с уровнем моря. При низком уровне моря (меньше -28.5 ... -29.0 м н.у.м. БС) и сильных сгонах на большей части Кара-Мурзы дно обнажается. Для исправления текущей ситуации предлагается следующее. Во-первых, строительство насыпного каменно-бетонного сплошного вала по существующему подводному береговому валу по морской границе Северного Аграхана (с отметками дна -28.2 ... -28.35 м н.у.м. БС), чтобы сдерживать отток воды из лагуны во время сгонов и низкого стояния уровней воды в море. Этот вал сохранял бы необходимые для рыбы глубины и, в то же время, не препятствовал бы водообмену лагуны с морем и миграции рыбы при высоком уровне моря и ветровых нагонах. Его длина, предположительно, 2 км, а высота – 0.5 м. При более низких отметках уровня в море заход рыбы в Кара-Мурзу был бы возможен по рыбоходам из Морского канала.

Во-вторых, необходимо также обвалование (высотой 0.5-1 м) Кара-Мурзы по восточной и южной его границе. На западе в качестве такого вала будет выступать капитальная дамба Кубякинского канала. В-третьих, необходимо распреснение вод Кара-Мурзы и взморья до целевых показателей. Вода для него будет подаваться по Кубякинскому каналу и каналам рыбоходам в объеме, зависящем от объема распресняемой призмы и фоновой величины морской солености, от «плавающей» по месяцам критической (для рыбы) величины солености (от ~ 5‰ с октября по февраль до < 3‰ в – с марта по сентябрь), от скорости водообмена с морем и полного замещения этой распресненной призмы морской водой и др. В-четвертых, на площади 2.3 км<sup>2</sup> произвести дноуглубление на 0.5 м, 1.4 км<sup>2</sup> – на 1 м.

В качестве основного тракта для транзита терских вод в сторону среднего и северного отсеков следует рассматривать только Кубякинский канал-рыбоход. Его реконструкция (освобождение от донных наносов, углубление, обвалования) должна предусматривать пропуск не менее 25 м<sup>3</sup>/с (рассчитан средний, по месяцам в/х баланс канала), глубины 1.6-1.9 м и скорости течения от 0.6 до 0.7 м/с в сезон захода рыбы на нерест. Эти расходы и их режим подачи вполне обеспечиваются расходами Каргалинского Прорыва в створе истока канала при отметке его порога -25 ... -25.5 м н.у.м. БС. при расходах воды в рукаве > 300 м<sup>3</sup>/с, которые (и выше них) встречаются каждый год в среднем с июня по август. При самотечной подаче воды в канал большие скорости течения и расходы становятся критическими, а при 500 м<sup>3</sup>/с разрушающими. Единственным выходом служит осуществление забора воды в канал только с установлением водозаторной или с регулируемым порогом плотины. Поскольку вместе с водой будут забираться терские наносы, которые будут осаждаться полностью в канале, необходима ежегодная очистка канала от наносов или следует разливать поступившие в канал речные воды на обвалованной близлежащей депрессии и обеспечивать сброс обратно в канал и в озера среднего отсека уже «осветленных» вод.

Поскольку реконструкцию водных объектов планируется произвести на территории, где обитают многие редкие и охраняемые виды животных, необходимо, по предложению Дагестанского заповедника, осуществление компенсационных мероприятий. Следует отметить, что ученые Дагестанского заповедника предлагают не проводить масштабные гидротехнические работы в Аграханском заказнике, и ограничиться только обеспечением сезонного поступления воды из Терека в Кубякинский канал.

Для Южного Аграхана (рис. 5) и реализации его рыбохозяйственного потенциала обосновано и предложено: 1) изменение величины сбросов в Гаруновский канал (в период с марта по октябрь) с целью достижения скоростей течения 0.6-0.7 м/с и глубин 1.6-1.9 м и распреснения приустьевой части Юзбаш-Сулакского коллектора, обустройство дополнительно ступенчатого рыбохода и очищение канала от водной растительности; 2) расчистка (от наносов и прибрежной водной растительности) канала Северо-восточного сброса; 3) обустройство нерестилищ в виде прибрежных песчано-галечных полос шириной 5 м по 1 км с каждой стороны от рыбоходов или по всему периметру водоема; 4) обустройство нескольких зимовальных ям; 5) сведение части тростниковых зарослей вне основных зон гнездования и стоянок перелетных птиц.

Кроме того, необходимо улучшить гидрологическую структуру приходной части водного баланса Южного Аграхана с целью достижения оптимальных для рыбы сбросов воды в рыбоходные каналы, высоты уровня поверхности и нужных глубин, распределения и улучшения качества вод водоема. Решения по изменению структуры водного баланса получены с помощью лимнологической модели GLM (General Lake Model; Hipsey et al., 2014). Максимальный расход должен поддерживаться в рыбоходах в периоды массового хода рыб на нерест в залив и размножения – в апреле-июне. В осенне-зимний период, после ската производителей и молоди в море, в рыбоходе должны поддерживаться санитарные попуски воды, необходимые для зимовки рыб. При эксплуатации только Гаруновского рыбохода это увеличит современный сток из Южного Аграхана на 2/3, а обоих рыбоходов – более чем вдвое. Для улучшения гидролого-гидрохимического режима, сокращения зарастания, развития кормовой базы, комфортного нереста и нагула рыб уровень воды в Южном Аграхане рекомендуется поддерживать близким к нормальному подпорному уровню (-25 м н.у.м. БС) либо весь год, либо в весенне-летний период. Тогда максимальные глубины в Южном Аграхане составят 1.8-2.9 м, зоны мелководий с глубинами до 1.0 м не превысят 20-25% от общей площади. Наполнение в феврале-марте создаст благоприятные условия для предстоящего нереста, а сработка на зиму позволит проводить на осушаемых мелководьях ежегодную мелиорацию нерестилищ – выкашивание жёсткой водной растительности, вспашку ложа и посев луговых трав на местах нереста сазана, леща, воблы и других видов рыб.



**Рис. 5.** Картограмма мероприятий по реабилитации Южного Аграхана.

Для снижения рисков нарушения рекомендуемого гидрологического режима Южного Аграхана рекомендуется нарастить (до высоты 2.5-3 м) и поддерживать защитные дамбы по границам водоёма (с сооружениями для авральных сбросов излишков воды и сохранения дорожного сообщения во время паводков).

Рекомендуемое увеличение сбросов при сохранении текущей структуры водного баланса Южного Аграхана неизбежно приведет к обмелению водоёма. Поэтому для поддержания рекомендуемого уровня необходимо увеличить и приток воды. Для восполнения потерь на

обводнение Гаруновского рыбохода необходимо увеличить приток на 60-75 млн. м<sup>3</sup> в год (15-19% от современного), а при обводнении также Северо-Восточного рыбохода – на 120-135 млн. м<sup>3</sup> в год (31-35%). Основной дефицит притока, который необходимо восполнить, приходится на зиму и начало весны. Увеличение притока воды в Южный Аграхан возможно за счет увеличения притока речных вод по магистральному каналу имени Дзержинского, во-вторых, за счёт разбавления дренажно-коллекторных вод Главного Дзержинского коллектора речной водой из Каргалинского Прорыва – через створы уже существующего здания насосной станции на участке ПК-660.

Необходимость использовать воды Терека для питания Южного Аграхана очевидна. Это позволит не только обеспечить необходимые объемы притока, но и распредить Южный Аграхан, что должно будет благоприятно сказаться на качестве воды, обеспечить более комфортные условия для ихтиофауны, снизить степень зарастания водоёма, в частности харовыми водорослями. Дополнительно, если обеспечить осветление терских вод в наносоотстойниках, это снизит темпы обмеления.

Также авторы считают целесообразным: 1) снизить загрязнение вод Дзержинской оросительной системы, наладить мониторинг за стоком и качеством воды; 2) обеспечить минерализацию воды, подаваемой в Южный Аграхан, на уровне 1 мг/л (для сохранения современных гидрохимических условий Южного Аграхана) или 0.5-0.6 мг/л (для распреднения вод водоема); 3) реконструкцию и обводнение каналов Аксай-Акташской оросительной системы.

Помимо вышеуказанного, следует наладить комплексный (гидрологический, гидрохимический и экологический) мониторинг всей системы бывшего Аграханского залива.

### Выводы

За период XX – начала XXI вв. Аграханский залив дельты Терека претерпел существенную трансформацию:

– его площадь сократилась с 340-350 км<sup>2</sup> в начале XX в. до 146 км<sup>2</sup> в 2018-2019 г. (считая только площадь водной поверхности); он разделён на ряд обособленных, нередко пересыхающих, водных объектов в северной и южной частях территории;

– прежде богатое рыбное хозяйство пришло в упадок из-за того, что залив перестал выполнять функцию нерестового водоема, воспроизводства рыбных запасов; заходящие из моря на нерест в Северный Аграхан производители гибнут на обсыхающих поймах; осетровые не могут подняться к местам нереста в реке Терек, перегороженной Каргалинской плотиной; рыбы Южного Аграхана практически изолированы от Каспийского моря, их кормовая база крайне ограничена;

– водоемы обмелели, заросли, в них ухудшается качество воды, снижена продуктивность зообентоса и зоопланктона.

Вместе с тем, проведенные авторами в 2018-2020 гг. исследования свидетельствуют о том, что возможности для улучшения состояния Аграханского залива имеются. Гидрологические расчеты показали, что в регионе есть достаточное количество пресной воды, которую можно использовать для обводнения Северного и Южного Аграхана. Важно то, что предполагаемые мероприятия не внесут существенных нарушений в жизнь многочисленных редких и охраняемых животных рассматриваемой территории, входящей в состав Дагестанского государственного заповедника. Предложения по обводнению Аграханского залива основываются на том, чтобы вернуть ему функцию нерестово-выростного водоема как в южной, так и в северной частях. Такие меры помогут в значительной степени восстановить утраченный рыбохозяйственный потенциал западно-каспийского региона, способствовать развитию хозяйства, рекреации, улучшению условий обитания редких и охраняемых на данной территории видов животных. При этом необходимо предусмотреть компенсационные мероприятия для некоторых представителей местной фауны, поскольку увеличение водности может быть неблагоприятным для благородного оленя, кабана, зайца-русака, филина, фазана, серой куропатки.

*Финансирование.* Сбор и анализ материалов проводился по госконтракту с Западно-Каспийским БВУ № НИР-18-01 («Исследование причин истощения Аграханского залива Каспийского моря и подготовка научно-обоснованных рекомендаций по восстановлению его естественного водообмена»).

Подготовка статьи осуществлена в рамках НИР кафедры гидрологии суши Географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, в рамках госзадания, № номер ЦИТИС 121051400038-1 («Анализ, моделирование и прогнозирование изменений гидрологических систем, водных ресурсов и качества вод суши.») и в рамках работы Междисциплинарной научно-образовательной школы МГУ им. М.В. Ломоносова «Будущее планеты и глобальные изменения окружающей среды», направление - Климат и окружающая среда.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Абдусаматов А.С., Мусаев П.Г., Григорьян О.П., Бархалов Р.М., Ахмаев Э.А., Таубов П.С.* 2014. Перспективные направления развития рыболовства в Терско-Каспийском рыбохозяйственном подрайоне // Юг России: экология, развитие. Т. 9. № 3. С. 36-43.
- Байдин С.С., Скриптунов Н.А., Ганн Г.Н., Штейнман Б.С.* 1971. Гидрология устьевой области Терека и Сулака // Труды ГОИН. Вып. 109. 198 с.
- Букреев С.А., Джамирзоев Г.С.* 2016. Значение КОТР и ООПТ Дагестана в сохранении редких видов птиц // Инвентаризация, мониторинг и охрана ключевых орнитологических территорий России. Вып. 7. Материалы научно-практического совещания «Ключевые орнитологические территории России и проблемы их охраны», посвящённого 20-летию программы КОТР. М.: СОПР. С. 70-81.
- Горелиц О.В., Землянов И.В.* 2011. Стадийность развития дельты Терека в современных условиях // Труды ГОИНа. Вып. 213. С. 369-380.
- Красная книга Российской Федерации. Животные. 2021. М.: ФГБУ «ВНИИ Экология». 1128 с.
- Красная книга Республики Дагестан. 2009 / Ред. и сост. Г.М. Абдурахманов. Махачкала: ИПЭ РД. 552 с.
- Магрицкий Д.В., Кравцова В.И., Самохин М.А.* 2019. Аграханский залив в дельте Терека и его морфологическая деградация // Закономерности проявления эрозионных и русловых процессов в различных природных условиях: Материалы V Всероссийской научной конференции с международным участием, г. Москва, 3-6 сентября 2019 г. Т. 1. М.: МГУ. С. 290-291.
- Даниялова Н.В., Надирадзе А.А.* 1984. Использование биологических ресурсов Дагестанского рыбопромыслового района Каспийского бассейна. М.: Наука. 120 с.
- Демин Д.З.* 1963. Пути рыбохозяйственной реконструкции гидрографической структуры дельты р. Терек в условиях пониженного уровня Каспийского моря. С. 170-175.
- Инструкции по сбору и первичной обработке материалов водных биоресурсов Каспийского бассейна и среды их обитания. 2011. Астрахань: КаспНИРХ. 193 с.
- Катанская В.М.* 1981. Высшая водная растительность континентальных водоёмов СССР: методы изучения. Л.: Наука. 187 с.
- Михайлов В.Н., Михайлова М.В., Магрицкий Д.В.* 2018. Основы гидрологии устьев рек: учебное пособие. М.: Триумф. 316 с.
- Правдин И.Ф.* 1925 Аграханский залив и его рыбохозяйственное значение. Известия отделения прикладной ихтиологии. Т. 3. Вып. 2. С. 121-124.
- Приказ Минсельхоза России от 31 марта 2020 г. № 167 «Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам». 2020. М. 47 с.
- Семенова А.А., Магрицкий Д.В., Самохин М.А., Соколов Д.И., Ерина О.Н., Гончаров А.В., Сурков В.В., Завадский А.С., Шеремецкая Е.Д., Воронцов А.А.* 2020. Гидролого-морфологическая деградация Аграханского залива: особенности, причины, пути решения // В сб. «Четвертые Виноградовские чтения. Гидрология от познания к мировоззрению». СПб.: Издательство ВВМ. С. 524-529.
- Сердце Нижнетеречья – озеро Южный Аграхан. 2014 / Ред. Э.М. Эльдаров. М.: Bookvika. 156 с.
- Устья рек Каспийского региона: история формирования, современные гидролого-морфологические процессы и опасные гидрологические явления. 2013 // Ред. В.Н. Михайлов. М.: ГЕОС. 701 с.
- Экология зарастающего озера и проблема его восстановления. 1999. СПб.: Наука. 222 с.
- Hipsey M.R., Bruce L.C., Hamilton D.P.* 2014. GLM – General Lake Model: Model Overview and User Information. AED Report #26. Perth, Australia: University of Western Australia. 42 p.
- Magritsky D.V., Samokhin M.A., Sokolov D.I., Erina O.N., Goncharov A.V., Tereshina M.A., Surkov V.V., Moreido V.M., Arkhipkin V.S., Semenova A.A.* 2021. Modern Hydrological and Morphological State of the Agrakhan Bay and Its Adverse Changes // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Bristol, UK: IOP Publishing. Vol. 834. Pp. 1-8.
- Samokhin M.A., Magritskiy D.V., Sokolov D.I., Erina O.N., Goncharov A.V., Surkov V.V., Semenova A.A., Zavadskiy A.S., Vorontsov A.A., Tereshina M.A.* 2020. The Water Pools of the Agrakhan Bay Area in the Terek River Delta and Scientifically Based Measures for Their Conservation // Limnology and Freshwater Biology. No. 4. Pp. 935-936.