

В. Н. АБРОСОВ

ОЗЕРО БАЛХАШ

---

АКАДЕМИЯ НАУК СССР  
ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО СССР

551.48

В. Н. АБРОСОВ

# ОЗЕРО БАЛХАШ

861



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»  
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
ЛЕНИНГРАД · 1973



Озеро Балхаш. Абросов В.Н. Изд-во „Наука“, Ленингр. отд., Л., 1973, стр.

Книга представляет собой монографию, в которой обобщены данные по одному из наиболее интересных озер аридной зоны. Дан краткий очерк по истории исследования озера, а также его физико-географическое описание. Рассмотрен растительный и животный мир: прибрежные заросли, планктон, бентос и ихтиофауна. Освещены происхождение и история развития растительного и животного мира озера. Показано положение Балхаша среди озер аридной зоны. Заключительная глава посвящена значению озера в народном хозяйстве и очередным задачам его изучения.

Библ. - 409 назв., илл. - 15, табл. - 56.

Ответственный редактор  
канд. биол. наук А.П. Белавская

Василий Никифорович АБРОСОВ

ОЗЕРО БАЛХАШ

Утверждено к печати  
Географическим обществом СССР

Редактор издательства Кирикова Г.Л.  
Художник Я.В. Таубурцель  
Технический редактор О.Н. Скобелева  
Корректоры Л.Б. Наместникова и Т.Б. Синельникова

Сдано в производство и подписано к печати 7/У 1973 г.  
Формат бумаги 70 x 108 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага № 1. Печ. л. 11 <sup>1</sup>/<sub>4</sub> = 15.75 усл. печ. л.  
Уч.-изд. л. 18,34. Изд. № 5203. Тип. зак. №347 М - 35064. Тираж 1000.  
Цена 1 р. 83 к.

Ленинградское отделение издательства „Наука“  
199164, Ленинград, Менделеевская линия, д. 1

1-я тип. издательства „Наука“.  
199034, Ленинград, 9 линия, д. 12

© Издательство „Наука“, Ленинградское отделение, 1973 г.

А  $\frac{0296-1069}{042(02)-73}$  674-73

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Балхаш – озеро в высшей степени самобытное, особенности его происхождения и жизнь еще недостаточно изучены. Задачи исследования озера в прошлом, как правило, носили узко специальный, а зачастую и вообще прикладной характер, поэтому и результаты исследований не всегда удовлетворяют уровню современной лимнологии, рассматривающей в озерах все явления во взаимосвязи. Кроме того, сведения об озере в основном рассеяны в многочисленных литературных источниках, порой являющихся библиографической редкостью, а потому труднодоступны широкому читателю.

Обобщить в плане сравнительной лимнологии этот драгоценный, всегда живой и беспреданно обновляющийся запас сведений и сделать его общедоступным – вот цель, которую автор ставит перед собой в данной работе. Цель эта отнюдь не только популяризаторская, поскольку, как говорил В.И. Вернадский (1954), рамки познания расширяются прежде всего вширь и вглубь систематическим, без пропусков, полным описанием окружающей природы, непосредственно доступной человеку. Имеется в виду, конечно, логически осмысленное описание. Задача географа, как указывает Ю.М. Шокальский (1946), заключается не только в описании картины природы, но и в возможном объяснении ее.

Как известно, одной из задач современного естествознания является создание „мостов“ между науками. В таких „мостах“ особенно сильно нуждается лимнология в силу своей комплексности. Любое озеро есть особое естественное тело нашей планеты, часть ее закономерной структуры, как сказал бы В.И. Вернадский. В связи с этим задачей лимнологии является изучение озер, как специфических естественных тел, развивающихся в тесном взаимодействии с окружающей их сушей, составляющей их бассейны. Представление об озере, как об ограниченном берегами микросме, сейчас никем не может быть принято (Муравейский, 1947).

В основу физико-географического описания Балхаша был положен принцип Г.Ю. Верещагина (1932), вполне отвечающий идее природных тел В.В. Докучаева. Г.Ю. Верещагин писал, что основной метод лимнологии состоит в том, чтобы связать в одну картину жизнь озера в целом, определяемую отдельными сторонами его природы, и связать каждую отдельную сторону природы озера с озером в целом. Принцип Г.Ю. Верещагина – это принцип системности: чтобы понять роль любого фактора в жизни озера, надо выяснить его функциональное значение в системе озера как единого целого, с учетом прямых и обратных связей. Следующей ступенью в развитии

научной методологии на современном этапе является балансовый метод, обоснованный в 1934 г. Л.Л. Россолимо и позволяющий научно прогнозировать дальнейший ход жизни озера и происходящие в нем изменения, что также важно для практической деятельности человека. Слабая изученность Балхаша не позволяет все стороны его жизни осветить балансовым методом. По этой причине мы вынуждены пользоваться преимущественно первым методом.

В работе над книгой оказали большую помощь бывший директор Балхашского отделения ВНИОРХ ихтиолог В.А. Максун, историк Л.Н. Гумилев, ботаник А.П. Белавская, гидробиологи Н.Л. Антипова, Г.Д. Максимова, и лимнологи П.Л. Пирожников, Н.И. Семенович. Пользуюсь случаем выразить всем им мою благодарность. Считаю своим долгом выразить глубокую признательность профессору Ф.Д. Мордухай-Болтовскому за сделанные им ценные замечания и представление рукописи к печати.

Автор

**К ИСТОРИИ ИССЛЕДОВАНИЯ БАЛХАША**

Первыми европейцами, получившими в XIII в. сведения об озере, были В. Рубрук (1911) и Плано Карпини (1911). Наблюдения обоих путешественников, несмотря на их фрагментарность, не потеряли научного интереса до настоящего времени. В начале XVIII в. производились геодезические работы, результаты которых затем были изданы д'Анвилем (D'Anville, 1737). В XIX в. появилась карта Клапрота (Klaproth, 1836) и почти в это же время — карта Джунгарии, изданная в Швеции И.Г. Ренатом (1834–1838). Среди прочих работ, содержащих общие сведения о Балхаше, следует назвать капитальное сочинение Рихтгофена (1877) и труд А. Гумбольдта (1844).

Начало ознакомлению русских с Балхашем было положено в эпоху Ивана Грозного. После похода Ермака и колонизации Сибири в 1695 г. тобольский житель Семен Ремезов в атласе „Чертежа всех сибирских городов и земель“ изображает Балхаш, который он называет морем Тенгиз.

В 1886 г. И.В. Мушкетов выпустил в свет свою, в настоящий момент широкоизвестную, книгу „Туркестан“, в которой подытожил все имеющиеся на тот период географические сведения о Балхаше и осветил историю его исследований.

Наиболее обстоятельные зоологические исследования озера и его обширной котловины были осуществлены в 1884 г. А.М. Никольским по поручению Западно-Сибирского отдела Русского Географического общества. На основании собранных материалов и изучения литературных источников А.М. Никольский издал в 1887 г. книгу „О фауне позвоночных дна Балхашской котловины“, обобщающую также и предшествующие исследования озера. В 1903 г. на озере работала экспедиция Л.С. Берга (1903, 1904), организованная Туркестанским отделением Русского Географического общества.

Начиная с 1920 г. в связи со строительством Туркестано-Сибирской железной дороги по Балхашу прокатилась волна гидрографических исследований. В 1928 г. на озере начала работать Балхашская экспедиция, организованная по инициативе Комитета содействия постройке Туркестано-Сибирской железной дороги Отделом прикладной ихтиологии Государственного института опытной агрономии и Государственным гидрологическим институтом и возглавляемая известным лимнологом П.Ф. Домрачевым. Экспедицией П.Ф. Домрачева (1928–1931 гг.) был собран огромный материал по фауне Балхаша, при этом планктон был обработан В.М. Рыловым; бентос — А.Л. Бенингом, С.С. Смирновым и А.Ю. Микулиным; моллюски — В.А. Лидгольмом и А.И. Янковской. Результаты этой обработки подтвердили вывод Л.С. Берга о количественной и качественной бедности фауны Балхаша.

В 1938 г. были осуществлены повторные гидрохимические исследования озера, необходимость которых была предиктована падением его уровня. Для этой цели на Балхаш были командированы В.П. Абросов и Л.И. Лев, к которым на месте присоединился А.И. Малюгин. Повторными гидрохимическими исследованиями были покрыты все пять гидрологических районов озера, при этом сделано свыше 1000 количественных анализов воды и собран материал по фитопланктону. Позднее сборы фитопланктона были обработаны И.А. Киселевым (1961).

После экспедиции П.Ф. Домрачева второй по значению крупный вклад в изучение озера сделала экспедиция Института геологических наук, организованная по инициативе Н.М. Страхова в 1940 и 1946 гг. По материалам данной экспедиции Д.Г. Сапожниковым была написана монография „Современные осадки и геология озера Бал-

хаш" (1951). Большую и ценную сводку по гидрохимии Балхаша дал М.Н. Тарасов (1961).

В 1933 г. на Балхаше был организован филиал Всесоюзного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО), и с этого года вплоть до 1937 здесь регулярно собирались сведения по ихтиофауне, планктону и бентосу. Активное участие в деятельности Балхашского отделения ВНИРО принимали А.П. Занин, Е.И. Преображенская, Г.В. Домбровский и др. В 1937 г. филиал ВНИРО был реорганизован в Балхашское отделение Всесоюзного научно-исследовательского института озерного и речного рыбного хозяйства (ВНИОРХ), а в 1938 г. — окончательно передан в систему ВНИОРХ. Научное руководство Балхашским отделением ВНИОРХ было возложено на П.Ф. Домрачева, благодаря чему исследования Балхаша приняли разносторонний и систематический характер. В настоящее время регулярные работы на озере проводит Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства (КазНИОРХ).

Заветной мечтой П.Ф. Домрачева было создание монографии по Балхашу, но смерть, последовавшая во время блокады Ленинграда, помешала ему осуществить ее. В память об этом большом ученом автор стремится воплотить его мечту в жизнь. В связи с созданием Капчагайского водохранилища Балхаш в ближайшие 15-20 лет претерпит значительные изменения. Для их учета очень важно знать, каким озеро было до зарегулирования стока р.Или. С этой целью и написана предлагаемая читателю книга. Если со временем придется восстанавливать прежний режим Балхаша, то надо знать его природный „эталон“ для сравнения. В силу растянутости наполнения Капчагайского водохранилища водой этот „эталон“ сможет помочь уловить все происходящие изменения в природе Балхаша в ближайшие годы.

## ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БАССЕЙНА БАЛХАША

### 1. ПЛОЩАДЬ БАССЕЙНА

Как известно, основной физико-географической особенностью пустынь является отрицательный баланс влаги, уже сам по себе, казалось бы, исключающий возможность существования озер в пустыне. Тем не менее озера в пустынях есть, и они генетически связаны с наличием на периферии аридной зоны, или даже внутри нее, высоких горных цепей. Горы и горные цепи при достаточной их высоте уходят за пределы засушливого климата в вертикальную влажную зону, где существуют постоянные снежники и довольно много осадков. Те и другие поддерживают более или менее крупную водную артерию, а эта, последняя, стекая с гор, питает тот или иной водоем в пустыне.

Балхаш, как и многие другие озера пустынной зоны, отчетливо приурочен к подножью горных цепей. Площадь его бассейна составляет 501 000 км<sup>2</sup>, из которых активный водосбор, приуроченный к влажным вертикальным зонам гор, составляет, по Б.П. Панову (1933), около 176 500 км<sup>2</sup>, а по Д.Г. Сапожникову (1951) – 152 985 км<sup>2</sup>.

Как видно из схематической карты (рис. 1), активная часть водосбора озера (табл. 1) расположена в южной и юго-восточной частях бассейна, занятого горными сооружениями юго-восточного Казахстана. На севере и северо-западе бассейна расположены равнинные, относительно пониженные пространства пустынь.

Собственная водосборная площадь Балхаша, по Б.П. Панову (1933), примерно равна площади озера, а по Д.Г. Сапожникову (1951) – ограничена прибрежной полосой. Что касается других расхождений, то они проистекают, главным образом, от самой условности деления равнинных водосборов на активную и пассивную части и поэтому не столь существенны. Несмотря на расхождение в частности, данные цитируемых авторов согласно свидетельствуют о том, что площадь активного водосбора составляет около 1/3 от общей площади бассейна озера. Такая особенность бассейна Балхаша порождается всем комплексом составляющих его ландшафтных условий и, в частности, теми особенностями в распределении рельефа, о которых говорилось выше.

### 2. РЕЛЬЕФ БАССЕЙНА

Бассейн Балхаша заключен в обширной внутриконтинентальной впадине южного Казахстана, расположенной в центральной части азиатского материка, к западу от Джунгарских Ворот, и ограниченной на юге Джунгарским Алатау, с востока и северо-востока – горами Чингиз-Тау и Тарбагатаем, с севера – возвышенностями Арало-Иртышского водораздела, а с юга и юго-запада – погруженным хребтом Чу-Илийского водораздела.

Водосбор озера представляет как бы обширную чашу, на дне которой с северной стороны расположены воды озера. Рельеф бортов этой чаши весьма разнообразен. С юго-востока, востока, северо-востока, севера и северо-запада балхашская котловина окружена непрерывной дугой гор и плоскогорий, идущих от Алатау до Нагорной Азии. Наиболее низкий борт бассейна озера – водораздел Балхаша и р. Чу – имеет высоты от 400 м и выше.





наличие хребтов, вытянутых в ВСВ направлении и разделенных продольными долинами, причем высота хребтов возрастает по мере движения от периферии горного сооружения к центральной его части. Ступенчатое строение Джунгарского Алатау наиболее заметно в северной части. Вершины всех хребтов начиная от предгорий и до водораздельного гребня выровнены и представляют собой участки высоко приподнятого пенеплена. Д.Г. Сапожников (1951) и другие исследователи отмечают, что современные речные долины Балхашского бассейна большей частью не связаны с основными морфологическими элементами Джунгарского Алатау. Они вытянуты в меридиональном направлении и перепиливают поперек хребты, продольные, межгорные и древние долины.

В особенностях рельефа Заилийского Алатау наблюдается ряд черт, придающих ему сходство с Джунгарским Алатау. Здесь на вершинах холмов также часто встречаются участки древнего рельефа с пологими возвышенностями и широкими долинами. Современные речные долины также секут его. Хребет Тарбагатай, расположенный в северо-восточной части бассейна, отличается той же морфологией, что и хребты Юго-Восточного Казахстана. Он представляет собой ряд платообразных массивов, расположенных друг над другом на различной высоте, не превышающей в водораздельной части 3 км. Ограничивая с юга бассейн Или, тянется в широтном направлении хр.Борохоро. На вершинах его, поднимающихся в западной части выше снеговой линии, местами сохранились участки древнего пенеплена. Предгорья Борохоро слабо расчленены и круто спускаются к пустынно-каменистой степи, опоясывающей подножья. Долины очень слабо разработаны и представляют собой в верховьях узкие щели, по дну которых струится вода, а ниже располагаются коньоны с отвесными стенами.

Расположенные на северной и северо-западной окраине гор Балхашского бассейна равнинные пространства отделяют горные сооружения Тянь-Шаня и Джунгарского Алатау от Центрального Казахстана. В пределах этой относительно выровненной полосы, в ее очень расширившейся юго-западной части, расположена Балхашская котловина. С запада и севера она ограничена оз.Балхаш, а с востока — хребтом Джунгарский Алатау. Поверхность Балхашской котловины почти равнинная, постепенно поднимающаяся в сторону ограничивающих ее горных сооружений. От района п-ва Узун-арал до предгорий Чу-Илийских гор, на протяжении около 200 км, относительные превышения рельефа нигде не превосходят 40 м. Лишь в предгорной части равнинные пространства быстро повышаются в сторону хребтов, но уже за пределами Балхашской впадины.

В генетическом отношении окружающие Балхашскую котловину хребты представляют собой, по В.А. Обручеву (1948), простые и ступенчатые горсты, т.е. сбросовые горы, глыбы или клинья, ограниченные разломами и поднятые на различную высоту, а затем расчлененные эрозией в большей или меньшей степени. Ступени этих горстов имеют различную ширину и превращены в так называемый мелкосопочник. Сохранившиеся горсты имеют различную высоту и число ступеней: широкие состоят из трех, четырех или пяти ступеней, а узкие — из одной. Впадины между горстами представляют собой более или менее широкие межгорные равнины, ущелья или лога, врезаемые эрозией в ступени возвышенностей. Межгорные впадины имеют неправильные очертания: то суживаются, то расширяясь, дают ответвления внутрь гор (Обручев, 1948).

На дне Балхашской котловины, в ее юго-восточной части, Д.Г. Сапожников (1951) выделяет 3 генетических типа рельефа. Во-первых, наиболее низкие участки котловины, непосредственно примыкающие к берегам озера. Они отличаются почти совершенно ровной поверхностью и только местами затронуты процессами развевания, которые привели к образованию небольших песчаных холмов и расположенных между ними западин выдувания. В генетическом отношении эта разновидность рельефа Прибалхашской котловины представляет собой участки, сравнительно недавно вышедшие из-под вод Балхаша. Во-вторых, аллювиальную равнину, пересеченную многочисленными сухими руслами р.Или и ее притоков. На берегах между руслами в результате деятельности ветра образовались бугристые пески. В настоящее время песчаные бугры спускаются местами и в сухие русла. Главную роль в создании поверхности имела здесь деятельность рек. В-третьих, равнину, покрытую бугристыми песками, ориентированными чаще всего в северо-западном направлении и разделенными неглубо-

кими впадинами выдувания. Дно последних во многих случаях превращено в такыр или сор. Бугристые пески, возникшие благодаря эоловой переработке аллювиальных отложений, слагают большую часть территории юго-восточного Прибалхашья. Бугры поднимаются над поверхностью западин на высоту 5–10 м. Склоны у них крутые, большей частью поросшие мелким кустарником. Пониженные пространства между буграми чаще всего сложены глиной, иногда пластами солей.

Северный водораздел Балхашской котловины представляет собой плато высотой до 50 м с рельефом, повторяющим рельеф области мелкосопочника Центрального Казахстана. Ветер, выдувающий продукты выветривания пород, играет, как эрозионный фактор, в создании здесь современного рельефа огромную роль. Поэтому рельеф северной части Балхашской котловины можно считать результатом эоловой абляции. На поверхности плато, в части, наклоненной в сторону Балхашской впадины, согласно Г.Д. Сапожникову (1951), местами наблюдаются террасообразные выравненные поверхности, спускающиеся крутыми уступами к озеру. Остатки подобной поверхности встречены Д.Г. Сапожниковым (1951) на о.Бас-арал и в юго-западной части озера. Здесь поверхность сложена палеогеновыми глинами, содержащими в цоколе палеозойские образования. Верхние горизонты отложений представлены галечниками. Указанные поверхности Д.Г. Сапожников (1951) рассматривает как высокие третичные террасы, возникшие после сокращения третичного бассейна. Следовательно, можно считать, что современная аккумуляция в Балхашской котловине происходит на более низком уровне, что свидетельствует о недавнем (четвертичном) прогибании Балхашской впадины. Кроме того, около водораздела с р.Чу Д.И. Яковлевым (1941) отмечены следы древней абразионной деятельности Балхаша. Но роль последней в создании рельефа Прибалхашской котловины ничтожна.

Благодаря особенностям рельефа водосборной площади – котловинному его характеру – Балхаш является бессточным озером, что в условиях аридного климата неизбежно приводит к осолонению его вод. Кроме того, котловинность рельефа бассейна обуславливает, как мы увидим далее, целый ряд местных особенностей в циркуляции атмосферы, распределении осадков и стока речных вод в озеро. Рельеф бассейна, таким образом, является ведущим физико-географическим фактором, определяющим очень многие особенности озера.

### 3. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

Территория пустынь – территория белых разливов, белых озер и высохших ныне русел.

С.С. Неуструев

Один из первых теоретиков геологии Азии Эдуард Зюсс (Suess, 1901), в своих рассуждениях опираясь на кант-лапласовскую теорию происхождения солнечной системы, горные складки, покрывающие Юго-Западную Азию, сравнивал с волнами, которые возникли бы при условии существования на этом пространстве водоема после того, как на Иртыше или в Тарбагатае произошел бы удар или напор, направленный на юго-запад. Эти складки Зюсс называет алтаидами и причисляет к ним Тарбагатай и другие горные цепи Пограничной Джунгарии. Алтаиды, по его мнению, в противоположность саянидам имеют более молодой возраст.

Несмотря на обилие сбросов и линейных разрывов, пересекающих Джунгарию на горсты и грабены, Зюсс считает горные цепи этой страны складками алтаид закономерного типа, т.е. обращенными выпуклостями на юго-восток, согласно направлению горообразовательной силы, исходящей из местности на Иртыше, откуда, по его мнению, действовал напор. Выводы Зюсса находятся в полном соответствии с контракционной теорией тектоногенеза, признающей ведущее значение в горообразовательных процессах горизонтальных движений земной коры. Современная же геология, наоборот, ведущую роль в горообразовательных явлениях отводит вертикальным перемещениям земной коры.

Как показал В.И. Вернадский (1954), в недрах Земли нет сплошного огненно-жидкого слоя, а существуют лишь магматические очаги. По данным этого исследователя, температура в центре Земли приближается к температуре метеоритов, приходящих из космических пространств, а в магматических очагах — не превышает тысячи градусов. Следовательно, горообразовательные процессы нельзя уподоблять образованию волн на поверхности воды или объяснять деформациями литосферы в связи с остыванием Земли. „Геологи, — пишет Вернадский, — исходя из выводов кант-лапласовской гипотезы и связанных с ней космогоний ищут отголоски будто бы огненно-жидкой когда-то планеты. А между тем уже десятки лет, как астрономическая мысль развенчала кант-лапласовскую гипотезу в ее основах — ее научное обоснование давно развалилось” (1954, стр. 682).

В противоположность Ляйелю и Зюссу Джон Джоли и Вернадский видят причину горообразовательных явлений в радиоактивных процессах, выделяющих атомную энергию за счет самопроизвольного распада изотопов некоторых элементов в коре литосферы. Особенно много ядерной энергии в кислой магме, в частности в кислых гранитах. Науке уже давно известно, что радиоактивные элементы — уран, торий, рубидий и радий, — будучи тяжелыми, в небольших количествах встречаются в земной коре. И, наоборот, нерадиоактивные и относительно легкие элементы — железо, никель и другие — слагают ядро Земли. Элементов, выделяющих ядерную энергию, в центре Земли почти нигде нет, так как они здесь уже распались, сыграв в прошлые геологические эпохи известную геотектоническую роль.

Согласно одному из гениальнейших выводов науки XX в., которым мы обязаны В.И. Вернадскому, первозданные горные породы являются, так же как и метаморфические, былыми биосферами. Поэтому можно предполагать, что обычные осадочные породы, изменяясь на протяжении их геологической жизни, со временем превращаются в метаморфические породы, а те в свою очередь в первозданные, в том числе кислые, кристаллические породы.

Скачок плотности на отдельных зонах земного радиуса обусловлен фазовыми превращениями вещества. Кварц переходит в коэсит, образуется стишовит и т.д. Как на одну из активнейших причин тектонических процессов, указывает В.В. Белоусов (1954) на явление тепловых разогреваний при радиоактивном распаде вещества. По мнению наших ученых, процесс гранитизации в земной коре обуславливается метасоматическим преобразованием пород без их перехода в расплавленное состояние. Согласно В.В. Белоусову (1954), после процесса гранитизации в земной коре происходят следующие явления, завершающие каждый геотектонический цикл:

1) поднятие гранитных масс к земной поверхности, их интрузии и частичные излияния;

2) в связи с гранитными интрузиями неизбежный подъем к земной поверхности радиоактивных элементов и периодическое разогревание верхних слоев Земли в местах интрузий;

3) после гранитных интрузий в геотектоническом цикле образование впадин, что свидетельствует о сокращении объема в соответствующих подкорковых частях Земли.

Геологическое строение интересующего нас бассейна подтверждает выводы В.В. Белоусова (1948). По данным гравиметрии и глубинного сейсмического зондирования установлено, что в Джунгаро-Балхашской геологической провинции подошва земной коры погружена на 5–10 км относительно соседних территорий. По мнению геологов, утолщение земной коры произошло в результате усиленного опускания этой территории в среднем палеозое и сохранилось до наших дней (Трифонов, 1967).

По данным П.А. Ренгартена (1958), Балхашская и Тарбагатайская интрагеоантисклинали, где осадки герцинского этапа развития (4–5 км) накапливались с девона по нижнее визе, обрамляют Баканасскую интрагеосинклиналь. Последняя отличается длительным и глубоким прогибанием: мощность девонских, каменноугольных и пермских отложений достигает здесь 12 км (Трифонов, 1967). Область молодых поднятий, захватывающая хребты Северного Тянь-Шаня, а также Джунгарский Алатау, Халыктау, Борохоро и другие, слагаются в главной своей части палеозойскими породами, среди которых выделяют нормальные осадочные образования, породы эффузивного комплекса, интрузивные и метаморфические породы.

В состав осадочных пород входят конгломераты, песчаники, песчаные и глинистые сланцы, глинисто-хлоритовые и серицитовые сланцы, переходящие в филлиты. В верх-

них частях разреза песчаники обладают различным составом. Чаще всего встречаются аркозовые и полимиктовые разности, затем туфо-песчаники, имеющие непрерывные переходы с туффитами и туфами и в меньших количествах известняки, мергели, доломиты, кремнистые сланцы и другие образования. Палеозойские осадочные породы переслаиваются с эффузивами, среди которых появляются кислые кварцевые порфиры, фельзиты, альбитофиры, лавы среднего состава и основные излияния, представленные порфиритами, диабазовыми порфиритами и другими породами. Значительную роль в строении горной части бассейна Балхаша играют интрузии, рвущие толщу осадочных и эффузивных образований и метаморфизующие их. При этом резко преобладают кислые интрузии из гранитов, гранитоидов и пород типа аляскинтов.

Территория палеозойской платформы Центрального Казахстана, примыкающая к оз. Балхаш с запада и севера, сходна по своему геологическому строению с вышеперечисленными хребтами. Главную роль в северной и западной части Балхашского бассейна играют преимущественно осадочные палеозойские породы, которые также переслаиваются с эффузивными, но в отличие от вышеописанной горной области в здешних осадочных толщах присутствуют, кроме того, яшмы и яшмо-кварциты (нижний слой). Эффузивные породы представлены здесь преимущественно кислыми разностями; средние же и основные отступают на второй план. Как и в горной области, среди интрузивных пород преобладают кислые породы гранодиоритового ряда. Кроме того, в северном Прибалхашье встречаются отдельные мелкие тела ультраосновных пород, а в северо-западном Прибалхашье большого развития достигают вторичные кварциты, представляющие собой эффузивные образования, измененные гидротермальным процессом и процессами контактового метаморфизма.

В пределах Балхашской котловины и межгорных Илийской и Алакольской впадин палеозойские породы покрыты чехлом мезозойских и кайнозойских отложений. В Алакольской и Илийской впадинах имеются юрские отложения, представленные кирпично-красными конгломератами, желтыми конгломератами, песчаниками, серыми и красными глинами и песчано-глинистыми глинами и песчано-глинистыми сланцами. Кроме того, на месте современной Илийской впадины имело место накопление осадков мелового периода. Третичные осадки представлены глинами и встречаются на большей части Балхашской котловины. Осадочные породы палеозоя, мезозоя и кайнозоя дислоцированы, смяты в крутые складки, осложненные многочисленными разломами.

Палеогеографическая реставрация развития страны на участке между горными сооружениями Алтая и Тянь-Шаня, по В.А. Обручеву (1948), дает основание для следующих выводов. В палеозое здесь было море. Оно сначала было глубоким, а затем постепенно мелело, о чем свидетельствует нахождение в его отложениях кораллов, толстостворчатых плеченогих, а также появление конгломератов с отпечатками наземной флоры (карбон). В море происходили вулканические явления. В среднем карбоне море начало распадаться на отдельные лагуны, а в верхнем карбоне на месте лагун появились болота. Обмелению моря способствовали последние фазы каледонского цикла горообразования, а окончательное его отступление вызвали последние варисские фазы, создавшие на этом месте горную складчатую страну. В период с конца перми и до начала юры складки были сильно размыты и получили облик казахского мелкосопочника.

Следующая орогеническая фаза расчленила мелкосопочник разломами параллельно складчатости. В нем образовались озера, в которые сносились продукты разрушения гор. Со временем озера мелели и превращались в болота, но новые опускания грабенных восстановили озерный режим. Затем в конце юры и в начале мела страна полностью превратилась в сушу. В неогене здесь существовало обширное эпиконтинентальное Хан-Хайское море. Последнее большое поднятие страны произошло в конце третичного времени или в начале четвертичного и привело к образованию простых и ступенчатых горстов в их современном виде (Обручев, 1948).

Таким образом, Джунгарский Алатау, Тянь-Шань и Тарбагатай как хребты формировались с конца третичного времени. В это же время Балхаш-Алакольская озерная область стала оформляться как самостоятельная внутриконтинентальная впадина. В плиоцене в этой впадине начинает создаваться гидрографическая сеть. Прокатившаяся волна оледенений оставила после себя флювиогляциальные отложения. Всего оледенений было три: текелийское, чинжилийское и современное. Первое было максималь-

ным. Во время оледенений ледники спускались в долины до высоты 2000–980 м<sup>1</sup>. Периоды оледенений сопровождались накоплением мощных наносов, приносимых потоками, опускавшимися с гор. В разрезе буровых скважин толщи этих наносов представлены чередованием глин, песков и галечников. Иногда мощность их достигает 30–70–100 м и более. Среди ледниковых отложений встречаются и илистые озерные осадки, свидетельствующие о том, что Балхаш как озеро уже существовал. Четвертичные отложения в интересующей нас местности представлены аллювием, делювием, пролювием, злювием, лессом и сыпучими песками.

Таким образом, геологическое строение местности свидетельствует, во-первых, о том, что бассейн Балхаша начал оформляться с конца третичного времени и, во-вторых, — образование котловины бассейна обязано дизъюнктивным дислокациям, т.е. линейным разломам, сопровождавшимся поднятиями и опусканиями земной коры.

#### 4. КЛИМАТ

Климат Балхашской котловины формируется под влиянием трех факторов: 1) географического положения, определяющего угол падения солнечных лучей и интенсивность солнечной радиации; 2) механизма общей циркуляции атмосферы, обуславливающего перенос тепла и влаги из одной местности в другую; 3) механизма локальной циркуляции.

Механизм общей циркуляции атмосферы в Балхашской котловине в свою очередь складывается из четырех элементов: 1) воздействия меридиональной циркуляции с юга (ветры Эбе); 2) воздействия меридиональной циркуляции с севера (арктические вторжения); 3) воздействия зональной циркуляции с запада (атлантические вторжения); 4) воздействия переходного состояния (формирование процессов трансформации воздушных масс).

В теплое время года воздействия с юга отсутствуют. С осени и до апреля Балхаш находится под частым влиянием юго-восточного теплого и сухого ветра, известного в Джунгарских Воротах под именем Эбе. Вырываясь из узкой долины между Джунгарским Алатау и Барлыкком, этот ветер сдувает снег с поверхности Джунгарских Ворот до самого Алаколя и иногда превращается в мощный ураган, поднимающий тучи песка и снега.

Зима является также временем вторжения арктического воздуха, после чего в Казахстане в течение нескольких дней формируется антициклонное поле с центром над районами Центрального Казахстана. Антициклон держится здесь до 7 дней. Под его влиянием происходит нарастание морозов: умеренно морозные, значительно морозные, сильноморозные и даже жестоко морозные дни последовательно сменяют друг друга. При этом бывают нередко морозы свыше 40°. В последующие дни центр антициклона смещается в Алтай. Количество арктических вторжений в течение зимы в различных районах Казахстана бывает разным. В северной части Восточного Казахстана их бывает значительно больше, чем в южной. Например, А.А. Чубуков (1949) указывает, что из 21 вторжения, зафиксированного в районе Семипалатинска, 8 не достигают южных районов Восточного Казахстана. В периоды арктических вторжений туранского воздуха в Казахстане устанавливается обычная морозная погода с осадками и лишь на крайнем юге сопровождается ясным небом. Горы Джунгарского Алатау, находясь южнее Балхашской котловины, не способны проявить в ее пределах свое защитное, экранирующее, действие при холодных вторжениях с севера. Поэтому в периоды арктических вторжений почти вся территория Казахстана оказывается под однородным снежным покровом.

Весна на Балхаше в силу малоснежности зимы очень коротка и сопровождается значительными северо-западными и юго-восточными ветрами. Дующий в апреле юго-западный ветер обычно нагоняет тучи, а иногда и дождь. В этом же месяце на берегах озера появляется первая зелень, в частности тюльпаны (*Tulipa altaica*) и ревень (*Rheum caspium*). Лето отличается тяжелой жарой (до 48°) и отсутствием росы. Осень характеризуется жаркими днями и холодными ночами. Под влиянием локальных факторов иногда возникают местные сильные ветры, вызывающие в котловине

<sup>1</sup> Современные ледники находятся на высоте 3600–3800 м над уровнем моря.

динамическое перемешивание воздуха. Зимой эти ветры тормозят остывание нижних слоев атмосферы на дне котловины.

Годовой ход температуры воздуха можно охарактеризовать по данным, зафиксированным в Илийском выселке, расположенном на  $43^{\circ}52'$  с.ш. и  $77^{\circ}28'$  в.д. и выше уровня Балхаша на 13,5 м, т.е. почти на дне Балхашской котловины.

Ме- сяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Сред- няя го- довая	Ампли- туда
$t_{cp}^{\circ}$	-9.4	-7.3	2.0	12.3	17.8	22.8	25.8	24.7	18.5	10.7	-1.1	-5.7	9.44	35.2

Зарегистрированный на склонах котловины и в горах годовой ход температуры воздуха отражает влияние высоты над уровнем моря и местных физико-географических условий. С поднятием вверх в изменении годового хода температур проявляются известные закономерности, которые, согласно П.И. Колоскову (1947), следует дифференцировать по трем категориям: первая – закономерности летнего периода, вторая – переходных месяцев и третья – зимних. Каждая закономерность имеет свой градиент изменения температур на каждые 100 м высоты. В летние месяцы, с мая по август, изменение температуры характеризуется однообразным по всей толще атмосферы градиентом около  $0.7^{\circ}$  с отклонением в ту или другую сторону не более чем на  $0.2^{\circ}$ . Переходные месяцы (весенние и осенние – март-апрель и сентябрь-октябрь) характеризуются уменьшенным положительным градиентом в нижнем ярусе – от  $0.1$  до  $0.4^{\circ}$ . Зимний период, с ноября по февраль, характеризуется резким скачком градиента на высоте около 1600 м и сменой знака с положительного на отрицательный в нижнем ярусе.

Помимо вертикальных изменений средних температур, П.И. Колосковым установлены также широтные и долготные изменения. Так, наибольший широтный градиент температур в Казахстане, по П.И. Колоскову, наблюдается в марте и достигает  $1.8^{\circ}$ , вторым по значению градиента стоит февраль – 1.7, затем январь – 1.6, декабрь – 1.5, ноябрь и апрель –  $1.3^{\circ}$ . Наименьший широтный градиент –  $0.8^{\circ}$  – приходится на теплый период – с мая по август включительно. Наибольший долготный градиент ( $1^{\circ}$  широты составляет 111 км), равный  $0.32^{\circ}$ , отмечается в январе, следующим по значению градиента стоит декабрь ( $0.30^{\circ}$ ), затем февраль ( $0.24^{\circ}$ ), ноябрь ( $0.22^{\circ}$ ) и март ( $0.13^{\circ}$ ); для апреля и октября градиенты невелики ( $0.07-0.08^{\circ}$ ), для мая и сентября совсем незначительны, а для периода июнь-август равны нулю.

Таким образом, долготные температурные градиенты меньше широтных. Даже в январе при пересчете на 111 км долготный градиент составляет около  $0.5^{\circ}$ , что в три-четыре раза меньше наибольших широтных градиентов (Колосков, 1947).

Количество осадков в Балхашской котловине характеризует ярко выраженную аридность климата, степень которой также закономерно изменяется в зависимости от рельефа. На дне котловины в Западном Балхаше в течение года выпадает 90–95 мм, в Восточном – 142 мм, а на северных склонах гор южного изголовья бассейна – обычно от 300 до 350 мм, т.е. в 3–4 раза больше, чем в Прибалхашье. В результате такого неравномерного распределения осадков прилегающие к озеру области представляют пустыню, а расположенные на юге горы местами покрыты вечными снегами и ледниками. Наибольшее количество осадков выпадает в бассейне Или. Распределение их по сезонам года характеризуется следующими величинами (в мм):

Станция	Зима	Весна	Лето	Осень	Год
Борохузир	30	39	54	27	150
Джаркент	31	51	37	24	144
Илийская	36	73	62	43	144
Илийский вы- селок	42	80	64	49	235

Значительных дождей и снегопадов в Балхашской котловине почти не бывает. Если среднее месячное количество осадков разделить на среднее количество дней с осадками, то мы получим следующую картину:

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Среднее за год
Копал	2.6	3.0	3.8	4.9	6.3	5.6	4.3	4.8	5.4	4.7	5.4	3.5	4.7
Борохуд- зир	2.3	2.5	2.9	3.3	4.1	3.6	3.9	3.1	3.0	3.7	3.0	2.1	3.2
Илийская	2.0	1.5	2.6	3.4	5.1	3.9	4.0	3.0	2.0	4.2	2.0	1.9	3.1

Как видно, случаи выпадения за одни сутки 4-5 мм осадков очень редки, поэтому жидкие осадки, выпадающие в теплое время года, большого значения для стока вод иметь не могут. Другое дело твердые осадки, выпадающие в холодное время года. Несмотря на их относительно небольшой удельный вес, они, накапливаясь за сезон, если и не способны при таянии весной образовать поверхностный сток, то по крайней мере значительно увлажняют почву, вызывая хоть краткое, но все же оживление природы, о чем свидетельствует, например, появление в пустынях цветущих тюльпанов.

Очень важным условием существования наземной растительности является также количество дней с осадками. Привести какие-либо средние устойчивые данные здесь трудно, так как в связи с неустойчивым характером влияния западной циркуляции атмосферы здесь случаются отдельные годы, когда за все лето не выпадает ни одного дождя, либо он бывает не более 2-3 раз. До последнего времени климат Прибалхашья изменялся в сторону сухости. Так, например, за отрезок времени с 1889 по 1921 г. насчитывается значительное количество дней с осадками, о чем свидетельствуют нижеприведенные данные:

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Среднее за год
Борохуд- зир	6	3	3	3	5	7	5	3	2	3	3	4	4.7
Илийская	8	8	9	7	8	7	8	4	3	7	8	9	8.6
Илийский высе- лок	8	7	7	7	7	7	6	4	2	6	7	8	7.6
Г.Балхаш	5.7	10.1	7.3	3.0	4.1	2.8	2.7	2.5	2.0	4.6	8.5	11.4	-

В 1938 г. нам жаловались местные жители, что за все лето в последние годы выпадает не более 3 дождей. Зима также не отличается обилием осадков. По данным П.Ф. Домрачева (1940 б), среднее количество дней со снегопадами характеризуется следующими цифрами:

Октябрь - 2.0	Январь - 3.4
Ноябрь - 2.6	Февраль - 5.6
Декабрь - 2.5	Март - 2.3

Мощность снежного покрова (в см) по месяцам изменяется в следующих пределах:

Станция	X	XI	XII	I	II	III
Борохудзир	0.1	0.6	3.2	15.9	16.8	3.1
Илийск	-	-	5.6	17.9	15.6	2.2

Как видим, даже в наиболее снежные месяцы - январь и февраль - толщина снежного покрова не превышает 18 см.

Малое количество твердых и жидких осадков объясняется тем, что бассейн Балхаша, занимающий южное положение, лежит вне трассы общей циркуляции атлантической влаги по Евразии. Каждый, кто бывал на Балхаше, вероятно, обращал внимание на полное отсутствие на небе облаков в течение всего лета. Этот факт сам по себе уже красноречиво свидетельствует о том, что Балхаш лежит вне приносящей к нам влагу западной циркуляции атмосферы и лишь изредка вовлекается в ее орбиту. Минимум облачности падает на вторую половину лета, максимум - на середину зимы. Малая



доступность Балхашской котловины для проникновения влажных морских ветров проявляется в балле облачности: даже в облачные дни средний балл этой величины для периода август–сентябрь составляет 2,4, а в январе – 4,4.

Вышеуказанные особенности циркуляции атмосферы в Балхашской котловине находят также свое отражение во влажности воздуха: средняя годовая абсолютная влажность для г.Балхаша – 6,5 (зима – 2,2, лето – 11,1), для Борохудзира – 5,6 (зима – 1,8, лето – 11,1) и для Алма-Аты – 6,1 (зима – 2,1, лето – 11,2). Годовой ход абсолютной влажности воздуха для г.Балхаша (Бертыс), по А.В. Шнитникову (1936), характеризуется следующими данными:

Месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Абсолютная влажность	2	2	4	6,7	8,2	10,5	12,5	10,2	7,5	5,7	3,5	2,7

Еще более отчетливо указывают на слабую насыщенность воздуха парами измерения относительной влажности:

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Средняя за год
Алма-Ата	81	80	78	66	62	60	56	55	59	68	78	83	69
Борохуд-зир	79	73	63	45	48	51	51	46	46	59	67	75	59
Южный Балхаш	78	77	75	62	57	52	50	52	52	65	77	61	61

Как видим, средняя годовая относительная влажность на Балхаше составляет всего лишь 61%. Обращает на себя внимание и более высокая влажность на Балхаше по сравнению с Борохудзиром. Объясняется это тем, что массы воздуха, движущиеся над пустынями и сухими степями, попадая на Балхаш, в какой-то мере насыщаются парами от озера.

Таким образом, климатические условия Балхашской котловины характеризуются следующими особенностями:

- 1) континентальностью, находящей свое яркое выражение в колебаниях температуры в течение года в пределах до 88°C;
- 2) аридностью, обуславливающей наличие пустынь на дне котловины;
- 3) экранирующим влиянием гор на распределение осадков, находящим свое отражение в существовании снежников и ледников в бассейне озера.

## 5. ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ

Почвенно-растительный покров Балхашской котловины весьма неоднороден и отражает как особенности рельефа, так и влияние последнего на распределение осадков. Общий характер распределения почвенно-растительного покрова в зависимости от рельефа следующий. Склоны возвышенностей представляют переходы от пустыни к степям, лугам и хвойным лесам. В горах имеются ледники, окаймленные россыпями камней, покрытых лишайниками. За ними идут альпийские луга с низкой, но густой травой, постепенно переходящие в степи с более высокой травой, местами с хвойными лесами или с кустарниковыми зарослями. Ниже степи становятся беднее, травы сменяются полынью и другими мелкими кустарничками, характерными для пустыни. Местами степь переходит в пустыню с очень редкой растительностью, покрывающей мелкосопочники.

Межгорные равнины и впадины представляют весь спектр переходов – от оазисов к полной пустыне. Вдоль берегов рек и озер и там, где грунтовые воды залегают неглубоко, растительность обильна и представлена рошами деревьев, кустарниками и своеобразными лужайками. С удалением от воды флора беднеет: встречаются редкие роши разнолиственного тополя, разреженные заросли тамариска и саксаула. Еще дальше

они уступают место полыни и другим мелким растениям редко рассеянными среди голых площадей, покрытых мелким щебнем. (Сбручев, 1948).

Что же касается индивидуальных особенностей отдельных гидрогеологических массивов, то они выражаются следующим.

Северные склоны Тянь-Шаня покрыты зарослями тянь-шанской ели (*Picea Schrenkiana*)<sup>2</sup>, а в ущельях — кустарниковой растительностью: жимолостью (*Lonicera hispida*), барбарисом (*Berberis heteropoda*), бересклетом (*Euonimus Semenovii*), облепихой (*Hippophae rhamnoides*), таволгой (*Spiraea hypericifolia*), шиповником и др. Не менее живописна растительность Джунгарского Алатау. Если спуститься поближе ко дну ущелий, то здесь вместо угрюмых хвойных лесов среднего пояса мы увидим развесистые ясени (*Fraxinus sogdiana*), образующие местами совместно с кленом (*Acer Semenovii*) красивые рощи с подлеском из шиповника, боярышника (*Crataegus monogina*), кизильника (*Cotoneaster integerrima*) и у воды — с зарослями ежевики (*Rubus caesius*). По склонам ущелий можно встретить заросли дикой яблони (*Malus silvestris*), вишни (*Cerasus erythrocarpa*), дикого винограда (*Vitis vinifera*), а также таволги, боярышника, шиповника и других кустарников. Травостой, за исключением сильно каменистых склонов и осыпей, всюду очень пышный.

Что касается Тарбагатая, то он считается самой южной и последней ветвью Алтая. Для Тарбагатая и Саура характерна сибирская лиственница. Южный склон Тарбагатая чрезвычайно крут и изрезан речками, которые с оглушительным шумом стремятся к равнине и впадают в Балхаш и Алаколь. Северные склоны Тарбагатая значительно более пологие и воды с них стекающие, устремляются в Зайсан.

Совершенно иной ландшафт имеет пустыня Сары-Ишикотрау и расположенные по другую сторону долины Или и тянущиеся лентой шириной в 40–45 км вдоль нее пески Таукум. Пустыня Сары-Ишикотрау, согласно А.М. Никольскому (1887), напоминает Кызылкумы. Как и там, песчаные холмы, состоящие из незакрепленных песков, чередуются здесь с солонцами (такрырами). Из кустарников преобладают джужугны (виды рода *Calligonum*) тamarиск (*Tamarix ramosissima*), саксаул (*Haloxyton ammodendron*), а из более мелких растений — *Eremurus inderiensis*, *Agriophyllum arenarium*, *Ceratocarpus arenarius*, *Eremostachys molluscoides*, *Artemisia* sp. и пр. В генетическом отношении пески Сары-Ишикотрау, согласно Б.Ф. Мефферту (1912), представляют собой переработанные в барханы донные пески берегов отступающего в связи с его усыханием Балхаша.

Другой растительный и животный мир имеет занимающая северную оконечность бассейна пустыня Бетпак-Дала. Растительный покров ее очень беден. На вершинах мелкосопочника растет карликовый саксаул (*Arthrophyton subulifolium*), едва достигающий 10–15 см в высоту. В западинах рельефа, обычно занятых солонцами, встречается полукустарниковая солянка (*Ujinia Regelii*), а по понижениям — обыкновенная солянка. По склонам попадает эфедра (*Ephedra distachia*), боялыч (*Salsola laricifolia*), лук (*Allium caesium*), биоргун (*Anabasis salsa*), терескен (*Eurotia ceratoides*), злаки (*Poa bulbosa* и *Colpodium humile*) и многочисленные виды полыни (*Artemisia* sp. sp.). Преобладающая полынно-боялычевая ассоциация в северном Прибалхашье занимает от 60–70% всей территории. Для нее характерны такыровидные пятна с *Anabasis salsa*, *Nanophyton eripaseum* и располагающиеся рядами пухлые солончаки с *Haloctenium strobilaceum* и кустиками *Kalidium foliatum*. Помимо господствующих *Artemisia terrae alba* и *Salsola arbuscula*, встречаются *Anabasis salsa*, *Salsola brachiata*, *S. crassa* и др. По высохшим тальвегам рек можно встретить хультемию (*Hulthemia persica*) и таволгу (*Spiraea hypericifolia*).

Яркий контраст с пустынями Сары-Ишикотрау и Бетпак-Дала являет собой обширный Приилийский оазис. Орошаемая водами Или, обширная его территория в наиболее сырых местах представляет собой непроходимые дебри тростника, рогоза узколистного и рогоза Лаксмана, клубнекамыш морского и сусака. За ними на более сухих местах растет вейник ложнотростниковый (*Calamagrostis pseudophragmites*), осот полевой (*Cirsium arvense*), цикорий (*Cichorium intybus*), пох

<sup>2</sup> Все названия растений даны по: Флора СССР, тт. 1–XXX, М., Л., изд. Наука, 1934–1960 гг.



(*Elaeagnus angustifolia*), заливающий ландшафт розовыми цветами тамариск или гребенщик (*Tamarix ramosissima*). Многие кусты тамариска и лоха обвиты выюшимися растениями — *Clematis* sp. и *Cuscuta* sp. с красивыми гирляндами пушистых плодов. В многочисленных озерах и старицах обильно представлены кувшинка, рдесты, уруть, роголистник, гречиха земноводная, а по берегам их — клубне-камыш морской. На старицах густые заросли тростника образуют зыбуны и сплавины, называемые здесь „лабзой“. Поодаль от Балхаша, кое-где среди необозримых займищ растительности возвышаются отдельные песчаные бугры или более или менее вытянутые гривы, поросшие белым саксаулом или тамариском. В таких местах водятся степные черепахи, тушканчики, песчанки и другие грызуны.

Среди разбросанных здесь многочисленных озер некоторые имеют площадь в несколько квадратных километров. Такие озера образовались из заливов Балхаша в момент падения его прежнего более высокого уровня. Многие из отшнуровавшихся заливов уже пересохли. Дно их обычно покрыто слоем соли, толщиной в 5–10 см, под которой лежит сапропелит, красноречиво свидетельствующий о том, что здесь когда-то был Балхаш.

По левому берегу Или оазис окаймляется песками Таукум, тянущимися полосой, параллельной реке и имеющими ширину около 40 км. Другие притоки Балхаша, прорезая пустыни, образуют незначительные оазисы, обычно тянущиеся узкой полосой вдоль их течения. Характер почвенно-растительного покрова свидетельствует о многоландшафтности бассейна Балхаша.

## 6. ПРИТОКИ ОЗЕРА

Балхаш питается водами притоков, текущих в основном с юга. К ним относятся как постоянные артерии-реки — Каратал, Аксу, Лепса, Или и Аягуз, так и сезонные притоки — Эспе, Текреш, Моинты, Баканас и др. С севера Балхаш не принимает ни одной реки. Главная водосборная артерия Северного Прибалхашья — р.Токрау — в настоящий момент не доносит своих вод до озера. С запада в Балхаш впадают весьма незначительные реки — Джартынын, Карасу и Наузал. Следовательно, южные притоки имеют исключительное значение в жизни озера, в особенности наибольший из них — р.Или.

Или. Водосбор р.Или расположен между Джунгарским Алатау и главными хребтами Тянь-Шаня. Площадь бассейна охватывает пространство в 130.091.3 км<sup>2</sup>, что составляет 26% от общего водосбора Балхаша. Истоком Или являются реки Текес и Кунгес, сливающиеся несколько выше г.Кульджи. Текес берет начало с наиболее высоких точек хребта Терской-Алатау, где расположена высочайшая точка Тянь-Шаня — гора Хан-Тенгри. Гидрогеологические массивы, дренируемые р.Или, либо круто обрываются к ее долине, либо спускаются рядами постепенно понижающихся параллельных хребтов, образующих горные цепи: Кунгей-Алатау, Заилийский хребет и др. Часть притоков Или сбрасывает в нее воды, прорываясь из долин, отделенных от Или высокими хребтами, глубокими каньонами. Район низовьев Или, известный под именем Корс-Баканас, покрыт песками и лёссовидными суглинками. Этот район представляет собой древнюю дельту Или, образованную в результате блуждания реки при некогда бывшем подпоре ее вод древним Балхашем.

В Балхаш Или впадает тремя большими рукавами — Топар (Карыл), Кок-Узьяк и Джидели — и десятками более мелких. В сравнительно недавнем времени Или впадала в Балхаш значительно севернее, о чем свидетельствует наличие целой системы сухих русел и высохших озер — стариц, или „баканасов“. В 110 км к западу от Каратала проходит сухое русло Или, называемое Шет-Баканас. Оно отчленяется от живого русла Или в урочище Чильгоран, расположенном примерно в 190 км выше устья Или. В 42 км к северу от названного урочища сухое русло Шет-Баканас отделяет от себя новую ветвь, которая в свою очередь в 42 км к северо-западу раздваивается на два рукава — Орта-Баканас и Курс-Баканас. Русло Орта-Баканаса, направленное почти параллельно восточному руслу Шет-Баканаса, т.е. почти прямо к северу, раздваивается и затем смыкается, образуя обширный остров (20 км в длину и 10 км в ширину), после чего впадает в Балхаш пятью рукавами. На дне сухих русел Или имеются каналы, которые в прошлом по предложению Л.С. Берга использовались для орошения.

Позднее Или в низовьях изменила свое направление и проложила новое русло, по которому течет и поныне, изменяя от поры до времени направление своих главных струй. Так, например, до 1930 г., по наблюдениям П.Ф. Домрачева, главная масса воды шла по левым рукавам (М.Или), а с 1936 г. — уже по правым рукавам (Б.Или), включая и самые малые. Следовательно, вплоть до самого последнего времени устье Или испытывает тенденцию к перемещению в восточном направлении. Легкость, с которой Или на протяжении двухсот километров многократно меняет свое русло, объясняется местными региональными условиями, а именно — незначительным уклоном реки. Так, средняя высота реки над уровнем моря у Кульджата (757.2 км от устья) составляет 534 м, у устья Чилика (495 км от устья) — около 490 м, у ст.Илийской — 444 м и в устье — 340,5–339.85 м. Таким образом, средний уклон реки от Кульджата до Балхаша составляет всего 0.00026. Такой незначительный уклон реки и огромное количество несущихся с ее водами минеральных частиц<sup>3</sup> приводит к сильной аккумуляции взвесей в ее низовье, что в свою очередь создает подпор и поднимает уровень реки, а в конечном счете приводит к тому, что и ее ложе, т.е. русло, оказывается выше окружающей местности. Так, например, выше отчленения Топора и Джидели русло Или расположено примерно вровень с коренными берегами. Естественно, что такая морфология русла и берегов способствует развитию своеобразных паводков. И действительно, как только под горячими летними лучами солнца в горах начинают таять ледники и вечные снега, в Или возникают паводки высотой до 2.5 м, которые затопляют огромные поросшие камышом и тростником площади нижнего течения долины реки.

Дельта Или представляет собой молодое образование (Штегман, 1952). Подпор течения зарослями тростника, малый уклон и, в особенности, возвышенное положение потоков по отношению к окружающей местности как нельзя лучше способствует смене русел. По уже упомянутым причинам русло каждого рукава под влиянием оседания взвесей в конце концов превращается в насыпь и сменяется на новое, проложенное по более низким точкам этой аккумулятивной дельтовой равнины. Этими процессами смены русел и объясняется наличие в районе приилийских баканасов среди пустынь обширного оазиса с зарослями лоха (*Elaeagnus orientalis*), туранги (*Populus diversifolia*) толщиной в два обхвата, гребенщика (*Tamarix ramosissima*) и тростника. Район этот испещрен многочисленными пресными озерами, питающимися грунтовыми водами стариц. Таковы Арал-тюбинские озера, система Караколь, Клышколь, Алаколь и др.

Самые крупные протоки — Джидели и Топар — прежде чем сбросить свои воды в Балхаш, впадают в системы больших озер, расположенных в громадных понижениях, тянувшихся вдоль берега Балхаша. Рождение этих озер связано, с одной стороны, с образованием нагонными ветрами „берегового вала“ у Балхаша, а с другой — закреплением этого вала зарослями рогозов, тростника и камыша. В системах этих озер происходит частичный отстой илийских вод и их метаморфизация под влиянием озерной флоры. Другие протоки Или, как, например, Узьяк, непосредственно вливаются в Балхаш, принося вместе с водой огромное количество лёссовидных суспензий. Благодаря большому или меньшему отстаиванию илийских вод в разнообразных системах озер дельты термический режим и химический состав их в различных протоках неодинаков.

Точные сведения о количестве поступающих в реку осадков отсутствуют. Если же взять наиболее изученный отрезок Или — от ее истока до Илийска, то водосборная площадь этого участка реки составит 102 118 км<sup>2</sup>, а объем оседающих частиц — 15 143 × 10<sup>6</sup> м<sup>3</sup>. Средний годовой твердый сток для этого отрезка реки, согласно данным А.В. Шнитникова (1936), в 1926–1929 гг. составил 15 143 × 10<sup>6</sup> м<sup>3</sup>, что, надо полагать, соответствует действительности, тем более и другие исследователи приводят очень близкие цифры. Так, в отчете Гидрометеослужбы для периода с 1910 по 1913 гг. величина среднегодового стока Или равна 473.12 м<sup>3</sup>/сек., по Н.Г. Кассину (1930) — 472.04 м<sup>3</sup>/сек., а по В.Н. Лебедеву (по: Шнитников, 1936) — 465 м<sup>3</sup>/сек. Кроме того, установлено, что крайние величины немногим превосходят среднюю. Например, в наиболее мелководный 1903 г. средний расход составлял 449.3 м<sup>3</sup>/сек, а в наиболее многоводный 1915 г. — 597 м<sup>3</sup>/сек. Если взять за основу установленную А.В. Шнитнико-

<sup>3</sup> По количеству взвесей воды Или занимают одно из первых мест в Азии.

вым величину годового стока, т.е.  $15\,143 \times 10^6$  м<sup>3</sup>, то коэффициент стока окажется равным 0.349, или 34.9%, а модуль стока до Илийска - 4.7 л/сек. на 1 км<sup>2</sup> (Шнитников, 1936).

Распределение стока Или в течение года может быть охарактеризовано средними многолетними данными (в м<sup>3</sup>/сек.) за 1912-1917 и 1924-1929 гг.

Месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII
Средний месячный сток	318.0	307.0	318.0	356.0	517.5	758.0	932.0
Месяцы	VIII	IX	X	XI	XII	Средняя за год	
Средний месячный сток	789.0	477.0	316.5	301.0	307.5	480.2	

Средний многолетний расход воды в вегетационный период - 637 м<sup>3</sup>/сек., а для остального периода - 312 м<sup>3</sup>/сек. В соответствии с этим суммарный сток вегетационного периода составляет  $10\,426 \times 10^6$  м<sup>3</sup>, а для невегетационного периода -  $4419 \times 10^6$  м<sup>3</sup>. Таким образом, сток в вегетационный период составляет 69.4% годового, т.е. более 2/3 общего стока. Такое соотношение объясняется основной ролью в питании реки тающих летом в горах на высоте более 3500 м ледников и вечных снегов. Этим же объясняется и пресноводность Или.

Состав растворенных в воде Или ионов следующий (в мг/л):  $\text{HCO}_3^-$  - 75.0,  $\text{SO}_4^{2-}$  - 45.0,  $\text{Cl}^-$  - 13.7,  $\text{Ca}^{2+}$  - 48.0,  $\text{Mg}^{2+}$  - 9.2,  $\text{Na}^+$  - 18.9,  $\text{K}^+$  - 5.0,  $\text{SiO}_2$  - 10.9,  $\text{N}_2\text{O}_5$  - 0.78. Общая жесткость 10.4 немецких градуса.

Замерзание Или происходит в начале декабря при наименьшем годовом уровне. В момент ледостава наблюдаются сильные заторы льда, поднимающие уровень до 1 м. Заторы часто держатся всю зиму вплоть до весеннего ледохода. Иногда в весенний ледоход наблюдается сравнительно высокий уровень. Наименьший уровень в реке наблюдается в марте и ноябре, а наивысший - в июле. Абсолютная амплитуда колебания уровня - 3.45 м, длина Или - 1152 км.

Каратал. Вторым по значению притоком после Или является р.Каратал. Он впадает в Балхаш несколько западнее п-ова Булай тремя рукавами. Начало берет с западных склонов Джунгарского Алатау. При выходе из гор Каратал орошает мощные флювиогляциальные отложения Прибалхашской котловины. Русло его здесь расширяется, течение приобретает спокойный характер, а воды используются для орошения. На берегах имеются отчетливо выраженные террасы: одна, шириной 400-700 м, расположена над рекой на высоте 2-3 м, а другая - возвышается над уровнем первой на 6-8-10 м. Выше второй террасы идет солончаковая степь, а в 6-10 км от реки - пустыня с соответствующими физико-географическими условиями. В низовье река образует сильно заросшую тростником дельту, против которой находится конус выноса длиной 5.5-6 км. Длина реки не менее 350 км, средний расход воды - 73.5 м<sup>3</sup>/сек., средний годовой сток за 1913-1917 гг. -  $2570.9 \times 10^6$  м<sup>3</sup>. Вода пресная, минерализация ее меньше, чем в р.Или, а состав ионов следующий (в мг/л):  $\text{HCO}_3^-$  - 20.4,  $\text{SO}_4^{2-}$  - 5.6,  $\text{Cl}^-$  - 3.5,  $\text{Ca}^{2+}$  - 13.2,  $\text{Mg}^{2+}$  - 1.3,  $\text{Na}^+$  - 2.5,  $\text{K}^+$  - 0.5,  $\text{SiO}_2$  - 5.0,  $\text{N}_2\text{O}_5$  - 0.1,  $\text{NO}_2$  - 0.08,  $\text{P}_2\text{O}_5$  - 0.01.

Ледостав устанавливается 20-25 ноября и продолжается 5-8 дней, вскрытие - 15-25 марта, а весенний ледоход длится 8-10 дней. К 25 марта Каратал совершенно очищается ото льда.

Аягуз берет начало со склонов Тарбагатай на высоте около 1000 м, пересекает южный склон сухого плоскогорья, отделяющего бассейн Балхаша от бассейна Иртыша, затем спускается в степи Прибалхашской котловины. Из его притоков наибольшее значение имеет р.Северная (Баканас), стекающая с хр.Чингиз-Тау, относящегося к Балхаш-Иртышскому водоразделу. Питание Аягуза, по А.В. Шнитникову (1936), смешанное: за счет таяния снегов весной и летних осадков, выпадающих на склонах Тарбагатай. Русло почти на всем протяжении каменисто-галечное и лишь в низовьях песчаное. Согласно наблюдениям П.Ф. Домрачева в 1928-1929 гг., устье Аягуза оканчивалось озерком, совершенно изолированным от Балхаша, с которым восстанавливалась связь лишь при нагонных ветрах и весной при подъеме воды в реке. По на-

блюдениям в 1947 г., р.Аягуз летом в низовье совсем пересыхает. Длина ее 380 км, средний годовой расход воды – около 20 м<sup>3</sup>/сек. (Шнитников, 1936). Вода пресная.

Лепса берет начало на склонах Джунгарского Алатау, имеет смешанное питание, слагающееся из воды, получаемой за счет летнего таяния снегов в горах, и летних атмосферных осадков. Спустившись с гор, в среднем течении пересекает небольшую пустыню Аккум. В низовьях течет по солончаковым степям и впадает в Балхаш немного южнее Карачаганского залива. Длина – 264 км, расход воды, по А.В. Шнитникову (1936), не превышает 17.5 м<sup>3</sup>/сек. Вода пресная. Минерализация ее меньше, чем в р.Или, и больше, чем в р.Каратал. Состав растворенных веществ следующий (в мг/л):  $\text{HCO}_3^-$  – 56.5,  $\text{SO}_4^{2-}$  – 16.1,  $\text{Cl}^-$  – 6.9,  $\text{Ca}^{2+}$  – 36.7,  $\text{Mg}^{2+}$  – 6.5,  $\text{Na}^+$  – 6.5,  $\text{K}^+$  – 3.6,  $\text{Fe}$  – 2.5,  $\text{SiO}_2$  – 10.4. Общая жесткость – 6.67 немецких градуса.

Аксу. Устье Аксу расположено настолько близко к устью Лепсы, что в периоды высоких уровней они сливаются в единое целое. По своему характеру является типичной высокогорной ледниковой рекой, берущей начало в ледниках Джунгарского Алатау на высоте свыше 4000 м. В связи с этим максимум паводка в Аксу приходится на июль–август. Однако и весной также бывает паводок, обусловленный таянием зимних осадков и дождями. Длина Аксу – 228 км, активная площадь бассейна – 3100 км<sup>2</sup> и общая – 4280 км<sup>2</sup>. Средний годовой расход воды близок к 13.5 м<sup>3</sup>/сек (Шнитников, 1936). Вода пресная, хорошо минерализованная. В состав растворенных ионов входят (в мг/л):  $\text{HCO}_3^-$  – 77.0,  $\text{SO}_4^{2-}$  – 29.0,  $\text{Cl}^-$  – 11.9,  $\text{Ca}^{2+}$  – 47.7,  $\text{Mg}^{2+}$  – 13.2,  $\text{Na}^+$  – 13.3,  $\text{K}^+$  – 2.5,  $\text{Fe}$  – 1.4,  $\text{SiO}_2$  – 7.1. Общая жесткость – 9.74 немецких градуса.

Химический состав воды в р.Аксу близок к таковому р.Или. В 1928–1931 гг. Аксу впадала в Балхаш, но в наше время летом ее воды не доходят до Балхаша 60 км и пропадают в песках урочища Кудумбай.

Токрау берет начало на высоте около 1150 м. Общая длина ее – 274 км. Площадь бассейна – 19090 км<sup>2</sup>. Бассейн р.Токрау внешне изолирован от Балхаша. Ниже впадения р.Кусак, несмотря на наличие долины, русло Токрау теряет свой ясно выраженный характер. В 45 км от Балхаша теряется и долина реки, примерно в 30 км к востоку от зал.Бертыс. Не имея постоянного поверхностного стока, р.Токрау доносит свои воды до Балхаша в виде грунтовых вод. Питается река за счет таяния снегов весной и в остальное время года за счет грунтового питания. Расход в межень, по данным ГГИ, – около 0.15–0.20 м<sup>3</sup>/сек., летний расход не превышает 0.65 м<sup>3</sup>/сек. Любопытно, что в 1911 и 1928 гг. Токрау доносила свои воды до Балхаша (Русаков, 1933).

Помимо Токрау, до Балхаша не доходят воды Нарына, Джанасу, Мингильда, Ургасу, Шет–Баканаса и сезонных притоков – Эспе, Моинты, Джамчи, Баканас и некоторые другие. Среди них Джамчи не доходит до озера 50 км. Большинство этих сезонных речек весной дренируют такыры, т.е. глинистые почвы пустынь. Эти почвы впитывают в себя сравнительно небольшое количество воды и становятся затем водонепроницаемыми, не пропуская влагу для питания подземных вод. А это и является причиной сезонного характера рек. Весной такыры покрываются водой и в это время бывают испещрены мелкими озеровидными лужами, получающими поверхностный сток в какой-нибудь ручеек. Но начиная с июня вода в них исчезает, а поверхность растрескивается от иссушения на 4–5–6–гранные плитки от 5 до 15 см в поперечнике. Корешки растений при этом рвутся и не могут проникнуть на нужную глубину. В результате глинистые пустыни бывают почти лишены наземной растительности. Но пока в них стоит вода, там существует жизнь. Например, в лужах рч.Баканас весной живет около 25 видов водорослей. Главную роль среди них играют *Phormidium sorium* и *P.ambigium*. Обращает на себя внимание отсутствие разножгутиковых и крайне малое количество диатомовых (всего 3 вида). Вода во временных реках такыров весной бывает пресной.

Общий годовой речной сток в Балхаш очень изменчив: максимальный – 22 870 х 10<sup>6</sup> м<sup>3</sup> и минимальный – 11 777 х 10<sup>6</sup> м<sup>3</sup> (Панов, 1933). Средний сток А.В. Шнитников (1936) определил равным 19 927.5 х 10<sup>6</sup> м<sup>3</sup>.

Грунтовые воды. Внутренний сток в питании Балхаша имеет весьма существенное значение. Выше уже указывалось, что активная часть водосбора составляет лишь 35% от его общей площади. Известную роль в потере активности водосбора играют расположенные на дне Балхашской котловины пустыни. Однако благодаря особенности

рельефа, в частности его котловинности, эти потери скорее отражаются на поверхностном стоке в озеро, нежели на грунтовом. Целый ряд фактов свидетельствует в пользу того, что Балхаш имеет весьма значительный внутренний сток.

Западные отроги Джунгарского Алатау, постепенно понижаясь к западу, погружаются в толщу третичных и четвертичных горизонтально расположенных рыхлых отложений Балхашской котловины. Громадные количества осадков, ежегодно выпадающих в горных областях Джунгарского Алатау, стекают многочисленными речками и лишь частью идут на питание р.Каратал. Значительно же большая часть вод быстро фильтруется в конусы выносов. Эти воды по поверхности палеозойского фундамента из жестких каменных пород и частично по трещинам должны распространяться в западном и северо-западном направлениях под пустыней Сары-Ишикотреу. Поэтому в песчаных и песчано-галечных толщах этой пустыни, по мнению Б.К. Терлецкого (1932), должны существовать водоносные горизонты пластовых пресных напорных вод. Другой путь питания Балхаша подземными водами связан с древними дельтовыми протоками р.Или – корбак насами, которые представляют собой в настоящее время сухие ложбины, отрезанные от современной долины Или песчаными пересыпями. В толще речных отложений этих древних дельтовых русел существуют довольно мощные аллювиальные отложения, заключающие в себе пресные илийские воды, движущиеся на северо-запад в Балхаш. В северо-западной части Прибалхашья преобладающим типом подземных вод, согласно Б.К. Терлецкому (1932), являются пресные воды трещин отдельностей и тектонических трещин. В пустынях Северного Прибалхашья, согласно тому же автору, имеются мощные потоки подземных аллювиальных вод, просачивающихся через речные отложения в верховья речных долин Моинты, Токрау и Баканас. В таких гидрогеологических массивах, как Заилийский Алатау, Тарбагатай, Джунгарский Алатау и Чу-Илийские горы, пластовые воды не обнаружены.

В настоящее время существование выходов пластовых напорных вод во впадине Балхаша не подвергается сомнению. Бурением в 1912 и 1913 гг. они найдены на глубине около 50 м в бассейне р.Тансык, а в 1929 г. – на глубине 15–25 м в 25–30 км к северо-востоку от Илийска. Помимо поступления подземных вод в озеро с неактивной части бассейна, имеет место и обратный процесс – фильтрация воды через его ложе. Последняя направлена главным образом в сторону Северного Прибалхашья. Буровыми скважинами в 1928–1931 гг. на ст.Балхаш на глубине 82 и 99.75 м найдены самоизливающиеся горько-соленые воды, генетически связанные с наиболее осолоненной восточной частью Балхаша. Предполагают, что дальнейшее осолонение их произошло за счет третичных гипсоносных глин.

## 7. СОЛЕВОЙ И ТВЕРДЫЙ СТОК

Подводя итог всему вышесказанному, следует отметить, что речной сток в питании Балхаша составляет 66.42 и грунтовое питание – 5.17%. Среди рек первое место по своему значению занимает Или, дающая 3/4, или 74–76%, речного стока. Влияние пустынь на питание озера двойное: с одной стороны, они на 65% сокращают активный поверхностный водосбор озера и обуславливают внутренний сток непосредственно в озеро, а с другой – существенно повышают минерализацию воды притоков озера в их нижнем течении. Не будь пустынь, основные притоки Балхаша имели бы очень слабоминерализованные воды. Но даже и при их существовании химизм вод притоков озера отражает значительную роль в его формировании для горного водосбора. Если сравнить, например, химический состав воды главнейших притоков Балхаша и р.Сырдарья у кишлака Кокбулак, то получается, что воды последней содержат сульфатов больше, по крайней мере, в 3 раза, хлоридов – в 3–10, бикарбонатов – в 2–7 и кальция – в 2–7 раза. Исключение составляют лишь  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  и  $\text{Mg}^{++}$ , которых в воде притоков Балхаша содержится в 2–10 раз больше, чем в водах Сырдарьи. Кроме того, с рыхлыми грунтами пустынь связано исключительное богатство притоков Балхаша песчаными, алевритовыми и глинистыми взвесями. По данным Б.А. Федоровича (1948), речные воды приносят в Балхаш более 5% от своего объема песчаных и илистых наносов. Однако данные эти, по-видимому, можно распространить лишь на некоторые участки реки. Г.И. Шамов в своей работе указывает, что мутность Или у с.Илийского составляет 668 г взвесей на 1 м<sup>3</sup> воды. Другие притоки несут в Балхаш менее

мутную воду: для Каратала мутность не превышает 149 г/м, для Лепсы - 92,5 г/м<sup>3</sup> и для Аксу - 96,3 г/м<sup>3</sup>. Лишь у с.Кур-Аксу мутность воды в Аксу достигает 675 г/м<sup>3</sup> (Шамов, 1949).

Весьма характерно, что вносимая р.Или в Балхаш муть, согласно Д.Г. Сапожникову (1951), примерно на 20% состоит из углекислого кальция - CaCO<sub>3</sub>. Кроме того, в карбонатных взвешках Или до 5% составляет доломит - Ca Mg (CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, тогда как русловые отложения совершенно свободны от этого минерала. Среднее содержание CaCO<sub>3</sub> в русловых отложениях Или составляет 16%.

По подсчетам Д.Г. Сапожникова (1951), главные притоки ежегодно приносят в озеро 9 774 400 т минеральных взвесей. Около половины этого количества оседает в дельтах рек, непосредственно же в озеро поступает 4 886 700 т взвешенных веществ. Растворимые минеральные соединения вносятся в Балхаш реками в количестве 6 709 700 т. Таким образом, по данным Д.Г. Сапожникова (1951), Балхаш до зарегулирования р.Или принимал в себя ежегодно 11 596 000 т (округленно 12 000 000) растворимых и нерастворимых минеральных веществ. Углекислые соли кальция и магния вносятся в озеро главным образом с речным стоком (табл. 2), при этом существенное значение имеет твердый сток.

Из общего количества поступающих в Балхаш карбонатов, равного 5322 тыс.т, на долю твердого стока приходится примерно 1/3. Анализируя поступление в Балхаш карбонатов, нельзя не отметить, что количество карбонатов магния, вносимого реками (922 тыс.т), примерно в 5 раз меньше количества углекислого кальция (4 400 тыс.т). Отсюда следует, что основную массу углекислых солей в годовом стоке составляет углекислый кальций, в то время как MgCO<sub>3</sub> играет резко подчиненную роль.

Кроме того, вышеприводимые данные показывают, что в то время как 1800 тыс.т, или около 41%, карбоната кальция поступают в Балхаш в составе твердого стока, карбонат магния, входящий во взвешенное вещество в ничтожном количестве, поступает в озеро в основном в растворенном состоянии (880 тыс.т, или 95,5%). Из всей массы поступающих в Балхаш минеральных веществ на долю карбонатов приходится округленно 5 млн т, или 42%. Отсюда можно заключить, что углекислые соединения в озере должны играть очень большую роль. В Балхаш с водами рек поступают значительные количества хлоридов и сульфатов (табл. 3): на их долю приходится до 1/3 приносимых в Балхаш реками растворенных солей. Как и в водном балансе, решающее значение в солевом стоке для Балхаша имеет р.Или, дающая озеру почти 6 млн т солей в год.

Во вносимой притоками в Балхаш мути, помимо карбонатов, содержится большое количество более сложных минералов. Д.Г. Сапожников (1951) установил, что речные отложения - русловые и пойменные - имеют качественно одинаковый минералогический состав с эоловыми отложениями бугристых песков. Главнейшими минералами, слагающими те и другие, являются роговые обманки, минералы из группы эпидота, хлорит, глаукофан, гранат, мусковит, биотит, турмалин, сфен, рудные минералы, пироксен и другие устойчивые минералы. В состав рудных минералов входят пирит-маркизит, магнетит, бурые окислы железа, лейкоксен, рутил, апатит, силинит, андулазит и некоторые другие. При этом невозможно заметить какой-либо разницы даже между осадками таких различных рек, как Лепса и Или. Кроме того, нет ни одного минерала, специфичного для того или иного типа отложений. Согласно Д.Г. Сапожникову, повсюду наблюдается одинаковый состав минералов тяжелой фракции.

Приведенный выше перечень минералов указывает, что современные отложения рек и бугристых песков Прибалхашья возникли в результате накопления обломочного

Таблица 2

Годовой речной сток карбонатов (в тыс.т) в Балхаш (по Д.Г. Сапожникову, 1951)

	Углекис- лый каль- ций (CaCO <sub>3</sub> )	Углекис- лый маг- ний (MgCO <sub>3</sub> )	Всего
В растворен- ном состоя- нии	2 600	880	3 480
В состоянии твердого стока	1 800	42	1 842
Всего	4 400	922	5 322



Таблица 3

Годовой речной сток минеральных веществ (в т), приносимых главнейшими притоками Балхаша (по Д.Г. Сапожникову, 1951)

Реки	Растворенные вещества					Всего	Взвешенное вещество	Суммарный внос
	НСО <sub>3</sub> '	SO <sub>4</sub> '	Cl'	Ca''	Mg''			
Или	3 227 000	200 000	928 000	913 000	280 000	5 870 000	8 300 000	14 170 000
Каратал	325 000	18 500	70 300	92 700	24 420	547 000	790 000	1 337 000
Лепса	127 000	8 300	28 000	35 000	7 200	217 500	650 000	867 000
Аксу	41 400	2 920	2 900	10 000	3 350	32 000	32 000	104 000
Аягуз	1 850	130	400	450	150	3 200	1 400	4 600
Итого	3 722 250	229 850	1 029 600	1 051 150	315 120	6 709 700	9 774 400	16 483 100

материала, образованного при разрушении пород различного состава. Сфен и апатит образуются, по Л.В. Пустовалову (1940), при разрушении изверженных пород кислого и среднего состава; эпидот, гранит, слюды и хлорит свойственны продуктам разрушения метаморфических горных пород; анатаз, ильменит и лейкоксен являются продуктом разрушения основных и ультраосновных пород. Как видим, разнообразие минералов, входящих в состав горных сооружений бассейнов рек, обуславливает такое же разнообразие петрографического состава речных отложений и суспензий, поступающих в Балхаш.

В заключение следует упомянуть об интересном явлении, происходящем в русле реки, — о понижении содержания силикатной окиси кальция в русловых отложениях по мере движения вниз по реке. Это явление установлено Д.Г. Сапожниковым (1951) в р.Или. Так, в илах, взятых Д.Г. Сапожниковым (1951) у с.Илийского, содержание силикатного кальция достигает 2,03%, ниже по течению оно сокращается до 0,66–0,64% и в предустьевой части падает до нуля. По мнению Д.Г. Сапожникова (1951), одна из причин этого явления заключается в том, что в русловых отложениях р.Или идет процесс разрушения силикатов кальция, и последний переходит в форму углекислого соединения, легко переносимого водой. Протекает этот процесс под влиянием агрессивной углекислоты, которой богаты воды Или в зимнее время. Притоки вносят в Балхаш наиболее тонкие и легкие частицы, которые в силу их малого гидравлического диаметра не оседают или почти не оседают в их русловых отложениях. Русловые же отложения Или, по свидетельству Д.Г. Сапожникова, совершенно свободны от доломита, содержащегося в ее воде. Вообще, карбонатность русловых отложений ниже карбонатности взвесей. Среднее содержание углекислого кальция в русловых отложениях составляет 16 и не поднимается выше 18%; взвешенное же вещество, как указывалось выше, содержит около 20% этого соединения.

## ПРОИСХОЖДЕНИЕ ОЗЕРА

Происхождение каждого озера начинается с происхождения его котловины, так как любое озеро — это прежде всего скопление вод в котловине на суше. Происхождение котловины Балхаша в настоящий момент разными учеными трактуется по-разному. В.Г. Бондарчук (1949) связывает ее образование с проявлением зональных разломов Земли, обусловленных вращением последней вокруг своей оси, и дальнейшим развитием формы. Другие считают, что балхашская депрессия представляет обычную для Центрального Казахстана древнюю эрозионную долину (Григорьев и Личков, 1933; Кассин, 1947); третьи отстаивают тектоническое происхождение (Обручев, 1932; Мефферт, 1912), и, наконец, М.П. Русаков участниками формирования Балхашской котловины предлагает считать агенты эрозионного и эолового происхождения (Русаков, 1933). Остановимся на каждой из этих гипотез.

## 1. ПРОИСХОЖДЕНИЕ ПРИБАЛХАШСКОЙ КОТЛОВИНЫ

**Общегеоморфологическая гипотеза.** Сосредоточение поверхностных масс в срединной экваториальной части Земли под влиянием вращения планеты вокруг своей оси приводит к напряжениям в поверхностной зоне, усиленным самим вращением. Как результат этих динамических усилий возникают разломы, особенно многочисленные в средиземноморской зоне всплывания (Бондарчук, 1949). К моменту образования средиземноморской зоны всплывания В.Г. Бондарчук относит образование впадин Мексиканской, Тирренской, Восточно-Средиземноморской, Черноморской, Каспийской, Балхашской и др. Общей особенностью этих впадин является то, что горные системы окаймляют их, а очертания определяются расположением окружающих горных хребтов. При этом контуры впадин определяются сбросовыми плоскостями, простирающимися в основном в направлении, близком к широтному. Согласно этой гипотезе, Прибалхашская впадина должна быть геологически более древней, чем окружающие ее горные сооружения.

**Эрозионная гипотеза.** По мнению Б.Л. Личкова, Балхашско-Алакольская котловина до момента возникновения последних дизъюнктивных постплиоценовых дислокаций представляла собой обширную речную долину, открывающуюся к западу через бассейн р. Чу в Арало-Каспийский бассейн (Григорьев и Личков, 1932). С точки зрения Н.Г. Кассина (1947), депрессия оз. Балхаш представляет собой древнюю эрозионную долину, со временем заполненную на значительную высоту песчано-галечными осадками и затем снова вычищенную на глубину 18–20 м относительно современного уровня озера. Н.Г. Кассин, утверждает, что в дреднечетвертичное время на площади Балхаша существовал озерно-речной бассейн.

**Тектонические гипотезы.** В течение очень долгого времени принято было считать Балхашско-Алакольскую впадину плавным прогибом герцинской платформы, образованным на границе с областью той же платформы, но преобразованной альпийскими тектоническими движениями в геосинклинальную зону особого типа, представленную горами Тянь-Шань. З.А. Сваричевская (1952) опровергла этот взгляд.

Б.Ф. Мефферт, исследовавший Прибалхашье в 1904 г., предлагает рассматривать котловину Балхаша и примыкающие к ней другие впадины как сбросовые дислокации. Ему кажется более правильным взгляд на западную половину Балхашского водоема,

как на вторичную котловину опускания, ограниченную горстом западного побережья Балхаша и рядом опусканий на северо-западном и северном его побережьях (Мефферт, 1912). Согласно его мнению, сбросовые явления в западной части озера относятся к последнему времени, а следовательно, современная Балхашская котловина имеет отнюдь не древний возраст.

К аналогичным выводам пришел В.А. Обручев (1948). Он считал, что Балхашско-Алакольская впадина начала оформляться как самостоятельная внутриконтинентальная впадина с конца третичного времени в результате последнего большого поднятия страны, вызвавшего образование к югу от нее простых и ступенчатых горстов. Данный вывод в настоящее время оспаривать невозможно.

Несомненно то, что Балхашско-Алакольская и Эби-Нурская впадины со связывающими их Джунгарскими Воротами образованы разломами. Один из них, согласно З.А. Сваричевской (1952), ограничивая с северо-востока Джунгарский Алатау, горы Арганаты, пересекает Балхашско-Алакольскую впадину и уходит на северо-запад в долину Баканаса. Более мелкие разломы усложняют северный берег Балхаша (разлом вдоль п-ова Байгабыл, вдоль горы Таргыл и др.). Они-то и определили известную самостоятельность отдельных участков впадины.

Дефляционная гипотеза. Известный исследователь Прибалхашья геолог М.П. Русаков, подытоживая собранные им факты, пришел к выводу, что Прибалхашье является котловиной эоловой абляции, а Балхаш является типичным представителем бассейновых озер (бассейнов углубления). Обширная и плоская впадина его, которая еще и теперь покрыта водой на значительной площади, может указывать на то, что не процессы тектонические целиком и непосредственно создали эту широкую блюдцеобразную котловину, а надо искать агентов эрозионного и эолового происхождения. Можно думать, что в геологическом прошлом современного Прибалхашья именно дефляция создала эту огромную равнину — равнину эоловой абляции, часть которой занимает современный Балхаш (Русаков, 1933). Следовательно, согласно М.П. Русакову, Балхаш можно сравнивать с американскими озерами прерий Арканзаса.

Какая из перечисленных четырех гипотез является правильной? Общегеоморфологическая гипотеза, относящая Прибалхашье к средиземноморской зоне вспучивания, маловероятна. Такой фактор, как влияние вращения Земли вокруг своей оси, на развитие рельефа должен, казалось бы, действовать постоянно. Между тем в палеозое здесь было море, существовавшее до последних фаз орогении каледонского цикла. В варисийскую фазу орогении на месте моря образовалась горная страна, затем вновь частично погружившаяся. Следовательно, образование Прибалхашской котловины нельзя объяснить действием такого постоянного фактора, как вращение Земли вокруг своей оси. Согласно В.А. Обручеву, Балхашско-Джунгарская впадина имеет возраст более молодой, чем окружающие ее горы. На образование горстов и заключенных между ними грабенов правильнее смотреть с позиции законов развития минералов в земной коре и, в частности, проявления ими на определенных этапах формирования самопроизвольного расщепления атомов, освобождающих огромное количество энергии (Вернадский, 1954).

Вряд ли можно согласиться и с водно-эрозионной гипотезой. Ведь котловина оз. Балхаш — это только небольшая, наиболее низкая часть дна Прибалхашско-Алакольско-Эби-Нурской котловины. Конфигурация ее ничего общего не имеет с конфигурацией русла реки. Кроме того, будь котловина Балхаша ложем крупной реки, озеро унаследовало бы совершенно иную фауну, но об этом речь пойдет ниже (см. гл. VIII).

Что касается влияния сбросовой дислокации на образование обширной Балхашско-Алакольско-Эби-Нурской впадины, то значение данного фактора отрицать нельзя. Котловину Эби-Нура еще Э.Зюсс считал грабеном. В.А. Обручев в области Джунгарских Ворот отмечает два разрыва: первый (или третий, по Обручеву) идет по долине р. Эмель и открывается к оз. Алаколь, а второй (или четвертый, по Обручеву) пролегает от оз. Алаколь прямо на юго-восток по широкой долине, названной И.В. Мушкетовым Джунгарскими Воротами (Обручев, 1932, 1948). Б.Ф. Мефферт установил наличие сбросов на западном, северо-западном и северном побережьях Балхаша (Мефферт, 1912). М.П. Русаков на основании обстоятельных исследований пришел к выводу о том, что Восточное Прибалхашье является также грабеном, заключенным между двумя тектоническими глыбами из древнепалеозойских пород: Карабас-Бурлю —

с одной стороны и Арганаты-Кизкая - с другой. Опустившаяся глыба, по его данным, покрыта третичными гипсоносными глинами, древними балхашскими осадками и более поздними четвертичными отложениями из песков и суглинков (Русак, 1933).

Все это, вместе взятое, дает основание считать, что Балхашско-Алакольско-Эби-Нурская котловина образовалась в результате развития целой системы сбросов, превративших её в сложный ступенчатый грабен с более или менее обособленными котловинами, на дне которых располагаются озера Балхаш, Алаколь, Джаналашколь, Эби-Нур и др. На основании многочисленных данных В.А. Обручев пришел к выводу, что северные хребты Пограничной Джунгарии - Тарбагатай и Манрак-саур относятся к системе казахских (киргизских), а не алтайских складчатых гор, тогда как остальные, более южные цепи, принадлежат к системе Тянь-Шаня. Их пересекает широкий грабен Джунгарских Ворот.

В.А. Обручев разрушил существовавшую до него легенду о наличии в центре Джунгарии высоко горного узла, от которого расходятся по всем направлениям горные цепи. Исходя из его данных гораздо правильнее считать, что Балхашско-Эби-Нурская впадина представляет собой систему ступенчатых провалов - грабенов, окаймленных ступенчатыми хребтами - горстами. Грабены Джунгарских Ворот, отделяющие Тянь-Шань от системы казахских складчатых гор, согласно В.А. Обручеву, являются образованиями, более молодыми, чем складки. В провалах между двумя трещинами-сбрасывателями в юрскую, меловую и третичную эпохи существовали озера, на дне которых из погибающей растительности образовались угольные месторождения. В озерах слагались конгломераты (песчаники и глины с флорой), достигающие мощности в некоторых местах свыше 1000 м. Состав погребенной в них флоры указывает на юрский период. Кое-где в конгломератах встречаются ящеры мелового периода. В третичный период в большинстве грабенов снова появились озера, преимущественно горько-соленые, о чем свидетельствуют богатые гипсом осадки. Гипсоносные глины найдены, как уже указывалось, на ст. Балхаш на глубине 82-99,7 м.

Тектоническая гипотеза нам представляется наиболее приемлемой для объяснения крупных форм рельефа Балхашско-Алакольско-Эби-Нурской котловины.

Продукты денудации окружающих гор, сползающий с них делювий, флювиогляциальные отложения и озерный аллювий очень сильно перекрыли главные линии разломов. Эти отложения, обладая мощностью 30-70 и даже 100 м, сгладили несогласованность в рельефе между грабенами и окружающими их горстами. И лишь только на западном, северо-западном и северном берегах Балхаша, подверженных выдуванию продуктов выветривания (эоловой абляции), сбросовые линии сейчас выступают наиболее четко.

## 2. ВРЕМЯ ОБРАЗОВАНИЯ КОТЛОВИНЫ

В вопросе о времени образования Балхашской котловины взгляды геологов почти совпадают. Так, согласно В.А. Обручеву, Балхашско-Алакольская озерная область начала оформляться как самостоятельная впадина, что уже указывалось, с конца третичного времени. В плиоцене в ней начала формироваться гидрографическая сеть (Обручев, 1948). Б.А. Федорович (1948) считает, что бассейн Балхаша был сухой начиная с верхнекаменноугольной эпохи, но Балхашская впадина образовалась в отличие от большинства более древних тянь-шанских впадин, только лишь в процессе альпийской орогении и начала служить местом стока вод Или в плиоценовое, а может быть, и в четвертичное время (Федорович, 1946). Д.И. Яковлев (1929) поднятие горстов и опускание грабенов также относит к альпийскому орогенезу.

По мнению Н.Г. Кассина (1947), депрессия Балхаша древняя, ибо в нее, как притоки в главную реку, впадают древние долины. Они до уровня Балхаша заполнены красными глинами, песками, галечниками и конгломератами, а в верхних частях этих отложений на высоте 14 м над озером встречена фауна, указывающая на верхи плиоцена или древнечетвертичные отложения.

Водораздел Балхаша и р. Чу имеет отметки свыше 400 м. И на этом водоразделе обнаружены следы абразионной деятельности Балхаша (Яковлев, 1929), однако балхашский бассейн не соединялся с бассейном Чу, о чем свидетельствует тот факт, что на Чу-Илийском водоразделе нигде не обнаружено древних долин, секущих этот каледонский антиклинорий (Сваричевская, 1952).

Резюмируя все вышеизложенное, приходится признать, что Балхашско-Алакольско-Эби-Нурская впадина ведет свое развитие от альпийского орогенеза. В конце третичного периода, — когда начали создаваться такие хребты, как Джунгарского Алатау, Тянь-Шань и Тарбагатай, Балхашско-Алакольско-Эби-Нурская озерная область стала оформляться как самостоятельная внутриконтинентальная впадина. В плиоцене в ней начала формироваться и гидрографическая сеть.

### 3. РАЗМЕРЫ ДРЕВНЕГО БАЛХАША

Уровень Балхаша в процессе многовековых колебаний оставил три пояса береговых валов: первый — на высоте 1, второй — 2 и третий — 3–3,5 м. За 3–3,5-метровым валом располагаются древние террасы водоема, который можно рассматривать как пра-Балхаш.

Первая древняя терраса, имеющая высоту 2–3,5 м, хорошо заметна в дельте Или, где она занята тамариско-селитрянковой ассоциацией, приуроченной к осолоненным сульфатами и хлоридами легким суглинкам, и в районе с.Тасарала, где на ней расположен пос.Тасаральского рыбзавода.

Эта терраса в районе с.Тасарала в разрезе выглядит следующим образом. Сверху мощностью в 1 м лежит слой крупного песка и гальки с остатками корневищ тростника. Под ним лежит более богатый галькой слой мощностью 0,5 м. Остатки тростника в этом слое очень редки, а песок менее крупный. Еще ниже идет слой тонкого аллювиального песка без гальки и гравия мощностью 1,4 м; он пронизан остатками *Myriophyllum*. Под ним лежит слой с выцветами солей, ниже которого идут галечники современной пойменной террасы. Во всех горизонтах встречаются чрезвычайно тонкостенные раковинки мелких моллюсков.

Вторая надпойменная терраса расположена на высоте 8–9 м над уровнем озера. В ней, согласно Н.Г. Кассину (1947), участками встречаются породы, некогда заполнявшие депрессию и имеющие вид конгломеративных и песчаниковых накоплений.

Третья надпойменная терраса возвышается на 12–15 м над уровнем Или в районе дельты. Поверхность ее, согласно С.А. Никитину (1935), настолько обширна, что ее можно квалифицировать как особый район Баканасской равнины. Слагают террасу аллювиальные песчано-суглинистые отложения. В пределах дельты Или в настоящее время значительная часть поверхности этой террасы уничтожена эрозией речных вод и ветрами, в результате чего сохранились лишь ее останцы, да некогда слагавшие, а теперь развеваемые пески в виде сильно возвышающихся кое-где гряд и барханов на фоне низменной равнины.

Существует еще целый ряд древних террас, количество которых по мере дальнейших исследований, вероятно, будет увеличиваться. Б.Ф. Мефферт обнаружил следы прежнего уровня Балхаша на высоте 30 м над современным уровнем (Мефферт, 1912), зоолог А.М. Никольский — террасы пра-Балхаша за п-овом Тартюбек на высоте 60 м и целый ряд других террас, в частности на участке от Аягуза до п-ва Дересен. В этом месте, как отмечает А.М. Никольский, к северу примыкает терраса, приподнятая на 60 м над уровнем озера. Поверхность ее покрыта лёссом, усыпанным галькой и гравием. Местами степной характер ее разнообразится холмами с выходами глинистого сланца и гранита. В 20 км от берега озера находится уступ второй, еще выше приподнятой террасы, лёссовая поверхность которой усыпана гравием и еще более пустынна по характеру флоры. По свидетельству того же автора, вдаль на севере виднелась цепь гор, возможно составляющая третий уступ (Никольский, 1885а). Геолог М.П. Русаков (1933) следы еще более высокого стояния уровня обнаружил на северо-западе от озера на высоте до 140 м над современным уровнем.

Л.И. Пирасолов, характеризуя в 1909 г. тектонику Лепсинского уезда и Балхашско-Алакольскую котловину, указывает на то, что впадина между Балхашем и Алаколем представляет дно пресноводного бассейна. Кроме того, он выделяет уступы на северном склоне Джунгарского Алатау и береговые валы оз.Джаналашколь. Ряд других геологов обнаруженные ими на абсолютной высоте 370–410 м площадки принимают за террасовые образования пра-Балхаша (Кассин, 1947).

Наиболее интересные факты о прошлом пра-Балхаша дало изучение В.А. Обручевым (1932) следов прежнего его уровня в Джунгарских Воротах. Территорию Джун-

Гарских Ворот по характеру местности он разделил на три части: северную — обширную равнину с системой озер Алаколь, Сасыколь, Уялы и др.; южную — менее обширную равнину с оз.Эби-Нур и среднюю часть, заключающую в себе сравнительно узкую долину с оз.Джаналашколь. Длина Джунгарских Ворот — около 200 км (считая от северного берега Алаколя до южного берега оз.Эби-Нур); у Алаколя ширина ворот от 40 км, у Эби-Нура — 20 км и у оз.Джаналашколь — 10 км.

Сведения о гипсометрическом положении вышеперечисленных озер, почерпнутые из литературы, весьма противоречивы. Например, оз.Эби-Нур, по В.А. Обручеву, находится на высоте 243 м, а оз.Джаналашколь, по Ларионову (цит. по: Обручев, 1932), — на высоте 285 м (940 футов). Абсолютные высоты оз.Алаколь, по А.Голубеву — 363 м, по В.В. Сапожникову — 330 м, по планшетам новой съемки — 221 м, по В.А. Обручеву — 365 м, и по П.П. Семенову-Тянь-Шанскому — не ниже 116 (530 футов) и не выше 258 м (850 футов) над уровнем океана (цит. по: В.А. Обручев, 1932). Все эти данные об абсолютных отметках Алаколя сейчас точными признаны быть не могут, а истинное положение оз.Алаколь — 340 м над уровнем моря (Курдюков, 1951).

Балхаш же имеет уровень, по точным данным нивелировок Турксиба, произведенным в 1928 г., 339.85 м абс. высоты. Современная перемычка рельефа, являющаяся водоразделом между Алаколем и Балхашем, лежит на 352 м абс. высоты, т.е. выше уровня Балхаша на 12 м. Водораздел между Алаколем и Эби-Нуром имеет 450–475 м абс. высоты. Какие же фактически данные говорят о прошлом объединении всех этих озер водами пра-Балхаша? Данных по этому вопросу в литературе приведено очень много. В частности, об этом говорят следы усыхания Алаколя и Эби-Нура.

Следы прежнего уровня Алаколя. Впервые на регрессию Алаколя обратил внимание А.И. Шренк, обнаруживший на южном берегу озера береговой вал, который, по его мнению, позволяет считать прежний уровень расположенным выше современного на 4–6 м (Шренк, 1942; Schrenk, 1845).

Существуют несомненные признаки и значительно более высокого уровня воды. К таковым, согласно исследованиям В.А. Обручева и К.В. Курдюкова, относятся следующие.

1. Уступы высотой от 5 до 15 м, которые имеются: а) на восточном побережье Кши-Алаколя, против западного окончания гор Катю; б) севернее р.Эмель, у южного склона гор Кши-Аркалды; в) на юго-западном склоне возвышенности Каргебай, в 25 км южнее пос.Урджар. Подножья уступов располагаются на абсолютной высоте, близкой к 400 м. На п-ове Арал-тюбе оз.Сасыколь, на его южном склоне, наблюдается несколько размытых террасовых уступов, выработанных в коренных породах, в том числе широкий, но довольно размытый террасовый уровень на высоте 45–47 м над уровнем озера, зафиксированный в 1949 г. (Курдюков, 1951).

2. Обрывы и овраги, которые В.В. Сапожников обнаружил вдоль восточного берега Алаколя, на расстоянии 3–4 км от уреза воды. Из-под этих оврагов выбиваются многочисленные ключи, заболачивающие прибрежную полосу, заросшую тростником. Наиболее вероятно, что в прошлом обрыв представлял берег озера и тянулся более или менее ровной линией, а когда вода отступила — начал расчленяться оврагами благодаря деятельности ключей. Основываясь на цифрах высот и количестве горизонталей, В.А. Обручев определил высоту поверхности этого обрыва в 50 м, а подножья — в 44–46 м над уровнем озера. Следовательно, когда озеро доходило до обрыва, уровень его был выше современного на 40–50 м.

3. Рельеф и характер местности на северо-запад, север и северо-восток от Алаколя, представляющий пески, солончаки, болота и озера с зарослями тростника (Обручев, 1932). К.В. Курдюков также обратил внимание на реликтовый характер местности. Он считает, что местность, занятая мелкими озерами, сорами и солончаками, представляет собой бывшее дно обширного водного бассейна, объединявшего в одно целое озера Алаколь и Сасыколь. По его данным, конфигурацию береговой линии этого Сасык-Алакольского бассейна довольно точно повторяет горизонталь 350 м, выше которой свежие следы пребывания озерных вод исчезают. Данный бассейн, по К.В. Курдюкову (1952), протягивался с северо-запада на юго-восток более чем на 200 км и имел площадь около 6250 км<sup>2</sup>. Местами, в частности северо-западнее Алаколя, сохранились уступы высотой до 2–4 м, отмечающие прежнюю береговую линию этого бассейна.

4. Сохранились признаки еще более высокого положения уровня Алаколя. У самого подножия Джунгарского Алатау, против южного конца оз. Джаналашколь и далее на юг, один из спутников В.А. Обручева обнаружил присутствие древнего берегового вала, окаймляющего это подножие. Высота этого вала самим наблюдателем не была определена. В.А. Обручев на основании данных планшетов новой съемки считает, что этот вал находится на высоте не менее чем 40-60 м над современным уровнем оз. Джаналашколь и представляет береговое образование более древнего Алаколя, чем то, о котором речь шла выше. К.В. Курдюков (1952) на северном и западном берегах о-ва Кичкине-Арал-түбе наблюдал прекрасно выраженную абразионную террасу Алаколя, высоту которой он определяет в 60 м, а З.А. Сваричевская - в 67 м над современным уровнем озера. Следы такого положения уровня Алаколя К.В. Курдюковым (1951) были обнаружены в виде абразионной террасы и береговых уступов на абсолютной высоте около 400 м, что соответствует абразионной террасе на о-ве Кичкине-Арал-түбек. Подобные четкие береговые уступы наблюдаются далеко не повсюду, что вполне понятно так как они могли быть уничтожены и, конечно, не повсюду существовали и прежде. Однако везде к северу от Алаколя, и в меньшей степени к югу от него, на абсолютной высоте около 400 м отмечается перегиб склона, ниже которого господствует плоская равнина, незаметно спускающаяся к современной поверхности озера. В неглубоких скважинах, заложенных на равнине, среди глин и песков были найдены гастроподы *Valvata piscinalis* Müll и остракоды *Candona albinus* Brady и *Candonella* sp. (новый вид), в 10 км севернее Алаколя на глубине 7 м - многочисленные пресноводные гастроподы *Planorbis planorbis* L., на юго-западном берегу Кши-Алаколя (недалеко от склонов Джунгарского Алатау) на глубине 20 м - наземная раковина *Pupilla muscorum* Müll (Курдюков, 1952).

Отмеченный В.А. Обручевым и К.В. Курдюковым высокий уровень Алаколя свидетельствует о далеком распространении озера на запад и его единстве с оз. Балхаш. Современная местность, разделяющая их, имеет отметки в наиболее высокой водораздельной седловине до 357 м, т.е. значительно ниже отметок порядка 400 м, затопляемых Балхашско-Алакольским бассейном, площадь которого К.В. Курдюков (1952) определяет примерно около 102 000 км<sup>2</sup>.

Следы прежнего уровня Эби-Нура. Уровень Эби-Нура на 150 м ниже уровня Алаколя. О более высоком уровне Эби-Нура также имеются совершенно определенные указания геологов. На склоне гряды Чулак-Кургай, например, В.А. Обручев отмечает ясную террасу на высоте не менее 20 м над уровнем озера (Обручев, 1932). На береговых высотах Четыр-таса спутники В.А. Обручева обнаружили сильно размывтую террасу с остатками древних озерных наносов - галечника и ила. В другом месте таких террас оказалось даже две: нижняя - на высоте около 20 м (по анероиду) и верхняя - на высоте около 50 м. Среди холмов на поверхности последней террасы обнаружены старые озерные дюны из мелкого серого песка с простиранием гребней на северо-запад (340°) и наветренными склонами, обращенными к озеру, поросшими тамариском. У входа в Джунгарские Ворота на северном берегу Эби-Нура В.А. Обручев отмечает наличие древних береговых валов, из которых самый отдаленный находится в 5 км от современного берега, тянется извилистой дугой и усыпан галькой. Расположен он на поверхности столовой возвышенности, где несколько дальше от озера есть беловатые холмики, состоящие из светло-серого слоистого ила с осколками раковин *Planorbis* и *Limnaea*. В 2 км от озера расположен второй вал, идущий дугой и имеющий в ширину несколько сажен и в высоту до 4 м над впадинами, расположенными с севера и юга от него.

В 400 м от Эби-Нура имеется третий вал (неясно выраженный) и в 60 м от озера - четвертый, более ясный, состоящий из мелкого щебня. Последние валы, по свидетельству В.А. Обручева, соответствуют недавнему положению уровня озера. В начале девятисотых годов В.А. Обручев наблюдал севернее четвертого и третьего валов пески, поросшие тамариском, возникшие, по его предположению, в тот момент, когда озеро еще доходило до них (Обручев, 1932).

Все эти факты свидетельствуют о том, что прежде оз. Эби-Нур простиралось не менее чем на 5 км к северу от современного северного берега и что уровень его был сначала на 50, а затем на 20 м выше современного. При повышении уровня на 50 м Эби-Нур затоплял значительные площади песков и болот вокруг своей южной половины, тогда как границы северной половины его изменялись незначительно.

Абсолютные высоты водораздела между Алаколем и Эби-Нуром, как уже указывалось, достигают 450–475 м. Следовательно, повышение уровня Эби-Нура на 50 м еще недостаточно для того, чтобы его водные массы соединились с водами оз. Джаналашколь, расположенного на высоте 392 м. Но если принять во внимание, что уровень оз. Джаналашколь был выше современного на 40–60 м, то есть основания предполагать существование между этими озерами пролива с глубинами порядка 2 м, что вполне достаточно для проникновения в Балхаш нагорно-азиатской фауны.

К.В. Курдюков (1952) отрицает возможность соединения Балхаш-Алакольского бассейна с Эби-Нуром. Он признает, как мы видели выше, лишь повышение уровня Балхаша до 400-метровой изогипсы, т.е. до 60-метровой террасы, открытой впервые А.М. Никольским. Открытую М.П. Русаковым более древнюю 140-метровую террасу Балхаша К.В. Курдюков в работе 1952 г. не указывает, а в работе 1961 г. не придает ей значения. З.А. Сваричевская (1952) террасы Балхаша, описанные А.М. Никольским, Б.Ф. Меффертом, а также М.П. Русаковым, даже считает неогеновыми террасами Моинты, а не Балхаша. Однако объяснять широкое распространение террас в Прибалхашье деятельностью одной этой реки вряд ли есть основания. Более убедительным кажется довод К.В. Курдюкова (1952), согласно которому, между этими бассейнами во время высокого стояния их уровня оставался еще перешеек, возвышающийся над уровнем Балхаш-Алакольского бассейна не менее чем на 60 м, а над уровнем Эби-Нурского бассейна – не менее чем на 200 м. Однако наблюдаемая сейчас разница в высотах в прошлом несомненно была иной.

По свидетельству З.А. Сваричевской (1952), верхняя четвертичная озерная терраса Алаколя в прибрежной части возвышается над этим озером на 4–5 м, но с приближением к горам высота ее увеличивается. Так, в районе пос. Бахты-Маканчи относительная высота ее достигает уже 80–90 м. Нельзя не согласиться с выводом З.А. Сваричевской, что современное положение озерных террас Алаколя в известной мере является следствием тех тектонических поднятий, которые испытывают окраины Алакольской впадины наряду с погружением ее центральной части вдоль разломов, вытянутых в северо-западном направлении. О поднятии окраин Алакольской впадины писал и Н.Н. Костенко (1946). В Прибалхашье в районе горы Таргыл и на восточном берегу зал. Байгобыл верхнечетвертичные террасы Балхаша, по З.А. Сваричевской (1952), подняты до 12–15 м над современным уровнем озера.

Данные З.А. Сваричевской и Н.Н. Костенко свидетельствуют о том, что в период трансгрессий интересующих нас водоемов соотношения высот на современных водоразделах было иным, и в частности на той перемычке рельефа Джунгарских Ворот, которая в прошлом разделяла, по К.В. Курдюкову, Балхаш-Алакольский и Эби-Нурский бассейны. Расположенное здесь оз. Джаналашколь имеет абсолютную высоту 383–392 м. Достаточно было уровню Балхаш-Алакольского бассейна подняться даже на 60 м выше современного уровня оз. Джаналашколь и достигнуть абсолютной высоты в 452 м, как этот водоем распространился бы через пролив с глубинами до 2 м по всей территории Джунгарских Ворот и имел бы связь с древним Эби-Нуром. Без этой связи посредством пролива совершенно непонятен прочно установленный Л.С. Бергом факт принадлежности фауны Балхаша к Нагорно-Азиатской провинции, так как нельзя представить проникновение в Балхаш нагорно-азиатских видов рыб через водораздельные хребты, представляющие горсты.

С другой стороны, отмечаемые Н.Н. Костенко (1946) и З.А. Сваричевской (1952) факты приподнятости древних террас Балхаша и Алаколя подвижками земной коры к окраинам котловин заставляет нас очень осторожно говорить о глубинах обширного Балхаш-Алакольско-Эби-Нурского водоема.

Если сопоставить возможный уровень пра-Балхаша в момент объединения всех перечисленных озер с современным уровнем (339,85 м), то мы обнаружим разницу примерно в 112 м. Поэтому естественно, что объединенное „водохранилище“ не могло существовать в период образования 30-метровой балхашской террасы, обнаруженной Б.Ф. Меффертом. Но в тот момент, когда произошло образование 140-метровой террасы, обнаруженной М.П. Русаковым, несмотря на некоторое ее поднятие в последующее время, озера Эби-Нур, Джаналашколь и Алаколь представляли соединенный с Балхашем водоем. Пра-Балхаш в этот период был значительно больше Аральского моря и имел глубины, превышающие 100 м.



В.А. Обручев считает, что соединение Балхаша с Алаколем могло существовать в историческое время – в период путешествия Рубрука и Платона Карпини. Но против такой датировки можно привести серьезные возражения.

Современная перемычка, служащая водоразделом между Алаколем и Балхашем, лежит на 352 м абс. высоты, т.е. выше современного уровня Балхаша на 12 м. Следовательно, для соединения этих озер в единый водоем требуется все же весьма значительный подъем уровня Балхаша, возможный лишь при климатических условиях, отличных от современных. Между тем, в середине XIII в., когда путешествовали Рубрук и Карпини, климат был весьма близок к современному. По крайней мере, характер атмосферной циркуляции был уже вполне современный. И, с другой стороны, если допустить, что Балхаш в середине XIII в. представлял с Алаколем единое озеро, то такой водоем нельзя было бы объехать за 25 дневных переходов, как это упоминает Рубрук. Береговая линия современного Балхаша составляет 2335 км. Если ехать на перекладных, делая в день по 70 км, то за 25 дней можно объехать лишь 1750 км. Из этого следует, что современный Балхаш за этот срок объехать возможно, но если водоем был во много раз больше, то это станет невыносимым.

Кроме того, даже при небольшом повышении уровня Балхаш затопит низменную часть своего южного берега. Так, если уровень озера повысится всего лишь на 3.2 м, то берега его уже будут в Илийске, а р.Или сократит свою длину на 362 км. Берег Балхаша в таком случае будет находиться в 20 км от подножия гор, и тогда загадочные слова Рубрука о существовании высоких гор по северному берегу некоего „моря“ станут понятными.

#### 4. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ЖИЗНИ ПРА-БАЛХАША

Наличие древних террас в Прибалхашской котловине и в Джунгарских Воротах дает основание считать, что огромный водоем, занимавший когда-то данную территорию, пережил целый ряд стадий, находящих свое выражение прежде всего в изменении общих размеров. Причиной изменения уровня этого замкнутого водоема большинство исследователей считает чередование ледниковых и межледниковых эпох. Факт существования в ледниковое время более обширных озер как на территории СССР (Рыбное озеро, Арал, Каспий), так и за рубежом (оз.Бонневиль в Северной Америке и др.) давно известны. Их образование относят к плювиальным (дождливым) периодам, которые могли быть одновременно или почти одновременно с крупными оледенениями.

Многочисленность террас в интересующем нас районе создает возможность для расшифровки основных этапов в жизни пра-Балхаша и его дериватов: Алаколя, Эби-Нура и др. Опираясь на исследования В.А. Обручева (1948), М.П. Русакова (1933) и Н.Н. Горностаева (1929) и других, можно считать, что Балхаш пережил пять стадий (рис. 2), имеющих следующую последовательность.

1. Стадия Большого пра-Балхаша. Наступление и широкое развитие ледников в горах, предопределенное сильным увлажнением климата, породило соответствующее повышение мощности речных артерий по окраинам Балхаш-Алаколь-Эби-Нурской котловины. В этот момент, – синхронный, согласно Н.Н. Горностаеву, образованию текелийских отложений, – были созданы предпосылки для наибольшего подъема уровня пра-Балхаша. Следы этого водоема еще и сейчас можно наблюдать во многих пунктах Прибалхашья.

Помимо образования 140-метровой террасы, по М.П. Русакову, можно указать на следующие факты.

1. Следы большого пра-Балхаша мы можем наблюдать на о-ве Ушарал, на п-овах Шаукар и Кентюбек. Согласно М.П. Русакову, здесь имеются остатки полуразмытых террас, сложенных плохо сцементированными конгломератами и брекчиями, грубыми галечниками, подчас диагонально-слоистыми песками.

2. В Западном Прибалхашье галечники этого рода наблюдаются в урочищах Кызыл-кой, Бесь-как и других на высотах до 100 м над современным уровнем Балхаша.

3. В урочище Дересен и к западу от него подобные галечники встречаются по периферии песков Сарыкум на абсолютной высоте 400–410 м, т.е. выше современного уровня Балхаша на 60–70 м (Русаков, 1933).

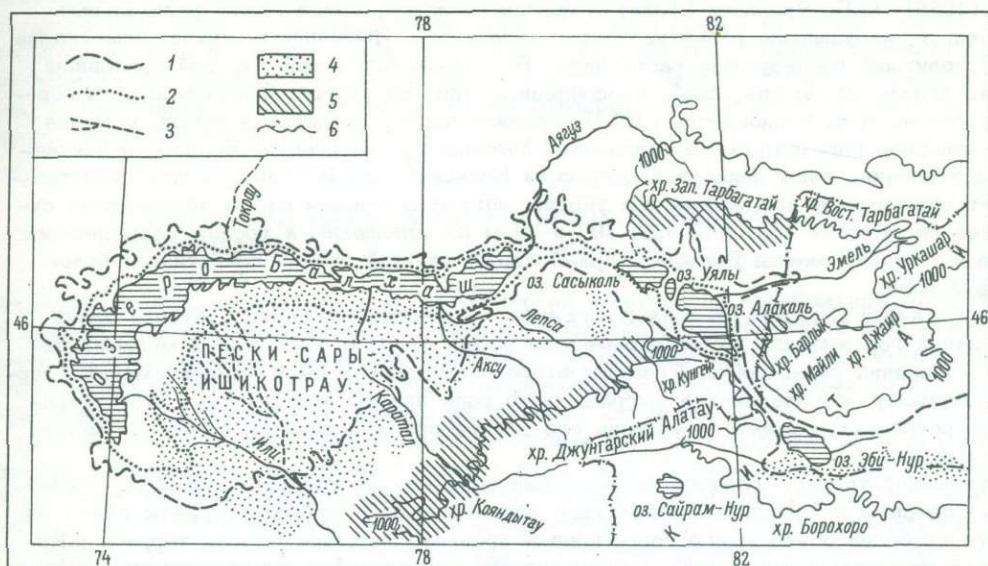


Рис. 2. Контуры Балхаша на разных стадиях жизни.

1 - Большой пра-Балхаш; 2 - Средний пра-Балхаш; 3 - отмершие русла Или; 4 - пески; 5 - лёссы; 6 - горизонталь 1000 м.

4. В урочищах Карабас и Коунрад при геологических изысканиях в 1929 г. были найдены конгломераты, галечники и грубослоистые слабосцементированные песчаники на высотах от 100 до 130 м над современным уровнем озера.

Кроме того, согласно М.П. Русакову, в северо-восточной части Северного Прибалхашья в долине р.Курайлы (ныне приток Аягуза) имеется три террасы, из которых верхняя, возвышающаяся над уровнем реки на 43 м, сложена из слоев гальки, песка, красно-бурой глины, увенчанной тонким слоем лёссовидных суглинков. Вторая терраса расположена на 26 м ниже верхней, поэтому образование ее в отличие от верхней террасы геологи относят ко второму оледенению (Русаков, 1933).

Все вышеперечисленные факты свидетельствуют о том, что Большой пра-Балхаш в эпоху текелийского оледенения достигал наибольших размеров. На севере береговая линия Большого пра-Балхаша проходила у оз.Кок-домбак и выше по долине р.Джамчи; восточнее граница простиралась до южных отрогов гор Бектау-ата, заходила вверх по долине р.Токрау (Каратала) чуть ли не до параллели  $47\frac{1}{2}^{\circ}$  (Русаков, 1933). В Южном Прибалхашье береговая линия должна была доходить до урочища Илийского и проходила по северо-восточному подножью Чу-Илийских гор, к западу и югу от песков Таукум.

Характерными признаками берегов Большого пра-Балхаша являются высоко расположенные аллювиальные брекчии, часто встречающиеся в Западном Прибалхашье и в Чу-Илийских горах. У северной подошвы Джунгарского Алатау к подобным отложениям геологи относят валуны, моренного типа наносы, переходящие ниже в флювиогляциальные осадки. Низы текелейской толши достигают мощности 100 м. Постелью им служат красные третичные глины и другие древние породы.

Венчающие верхи текелийских толщ лёссы и лёссовидные суглинки говорят о смене холодного и влажного климата эпохи первого оледенения сухим климатом межледникового времени.

II. Стадия регрессии Большого пра-Балхаша. В последующую за текелейским оледенением межледниковую эпоху, по мнению Д.В. Наливкина (1926), Н.Г. Касина (1936), М.П. Русакова (1933) и других геологов, имели место радикальные дислокации, нарушившие развитие пост-текелейского эрозионного цикла, наметившие и обусловившие последующее расчленение Балхаш-Алаколь-Эби-Нурской котловины на ряд отдельных впадин, слабо обособленных одна от другой. Образовавшиеся сбросы, согласно Н.Н. Горностаеву (1929), подняли часть текелейской толщи, нарушив ее правильное горизонтальное положение. Уменьшение количества осадков и усилившееся испарение воды привели к регрессии Большого пра-Балхаша, о чем свидетельствует образование промежуточных террас, покрытых тонким слоем лёссовидных суглинков на высотах 135, 130, 120, 100 и 70 м по отношению к уровню современного Балхаша. Водные массы Большого пра-Балхаша на этой стадии сократились более чем в 2 раза.

III. Стадия Среднего пра-Балхаша. Омоложение рельефа и вторая волна оледенений гор вызвали те же перемены в жизни озера и образовался меньший водоем - Средний пра-Балхаш. Размеры второго оледенения были намного меньше первого. Поэтому это оледенение сыграло свою роль прежде всего в том, что прекратилась регрессия водоема, и уровень его долгое время оставался более или менее постоянным.

Отложений террас Среднего пра-Балхаша довольно много. Согласно М.П. Русакову, в Северном и Западном Прибалхашье древнеозерные галечные террасы лежат на высоте не более 30-45 м над современным уровнем Балхаша. Вторая терраса р.Куррайлы, согласно тому же автору, лежит на 26 м ниже первой, более древней террасы (Русаков, 1932). По данным А.А. Аносова (19166), хорошо сохранившиеся террасы в северо-западной части Балхаша лежат к востоку от п-ова Кентюбек и, по данным М.П. Русакова, в урочище И-Джор на высоте 32-35 м выше Балхаша. В южном Прибалхашье Средний пра-Балхаш перекрывал если не всю площадь современных песков Отрау, то, по крайней мере, большую северную их половину, а равно и пески Таукум и Кургантау. Прямая связь водных масс Среднего пра-Балхаша с оз.Эби-Нур прекращается, а с оз.Алаколь - продолжается. В осадках Среднего пра-Балхаша, называемых в своей флювиогляциальной части чинжилийскими отложениями, резко преобладают пески, лёссовидные пески и суглинки. Верхи отложений опять-таки увенчаны лёссом. Крупногалечный материал в отложениях Среднего пра-Балхаша имел, по наблюдениям М.П. Русакова, очень ограниченное распространение - главным образом на западном и северном побережьях, в соседстве с крутыми уступами побережий. На юге же, ближе к ледникам, происходило переполнение долин рыхлым шебенитым материалом, часть которого вымывалась водами к периферии конусов выноса и затем сносилась далее в озеро. Часть древних аллювиальных брекчий М.П. Русаков относит также к этому времени (Русаков, 1933). Песчаный характер чинжилийских отложений создал предпосылки для возникновения дюн и переработки последних в барханные и сыпучие пески. В предгорьях после исчезновения ледника и установления сухого климата образовались верхние лёссы Прибалхашья.

Полная аналогия в условиях отложения более древнего и наиболее молодого лёсса (постчинжилийского) свидетельствует о сходстве климата после исчезновения обоих оледенений: сухого и континентального (Русаков, 1933).

IV. Стадия регрессии Среднего пра-Балхаша. В последующую за чинжилийским оледенением эпоху новое сокращение размеров водоема и вся дальнейшая жизнь озера предопределилась одним основным фактором - неуклонным понижением уровня под влиянием усыхания. Нижние террасы, соответствующие этому этапу, лежат не выше 19 м над современным уровнем (Аносов, 1916). Все террасы образуют почти непрерывный ряд валов, расположенных ниже 30-метрового уступа, по Б.Ф. Мефферту. К.В. Курдюков (1952) летом 1951 г. наблюдал эти валы на участке от п-ова Шаукар до устья Аягуза. Здесь песчано-галечные береговые валы имеют три серии высот: 3-5, 8 и 10-12 м над современным уровнем озера. Удалены они от Балхаша сейчас подчас более чем на 10 км.

V. Стадия Малого пра-Балхаша. Малый пра-Балхаш существовал во время третьего оледенения. Это оледенение было очень незначительным. Морены его встречены только высоко в долинах крупнейших гор Пограничной Джунгарии. Согласно В.А. Обручеву, глетчеры этого оледенения спускались в долины до высоты 2000-980 м. Факт существования современных ледников говорит о том, что ледяной покров в горах

после третьего оледенения мог полностью не исчезать (Обручев, 1948). Слабое развитие ледников во время третьего оледенения лишь замедлило, но не остановило полностью процесс угасания озера. Наблюдаемые пульсации уровня не меняли общего направления этого процесса. Связь с оз.Алаколь прекратилась. Нижней границей существования Малого пра-Балхаша является отложение береговых валов на 2-3,5 м выше современного уровня Балхаша и полное вымирание *Corbicula fluminalis*, створки которой образуют эти валы.

## 5. ПРИМЕРНАЯ ДАТИРОВКА ОСНОВНЫХ ЭТАПОВ В ЖИЗНИ ПРА-БАЛХАША

Как видно из предыдущего раздела, трансгрессии и регрессии пра-Балхаша были тесно связаны с оледенением и исчезновением оледенения в интересующей нас области земли. Поэтому вопрос о датировке основных этапов жизни пра-Балхаша есть вопрос о геологической датировке оледенения и разделяющих их межледниковых эпох, характеризующихся в определенный момент засушливым климатом.

Решение этого вопроса представляет известные трудности. Среди геологов в отношении синхронности оледенений Европы и Азии единого мнения нет. Разноречивость их взглядов по этому вопросу свидетельствует о том, что используемые ими методы литологического и геоморфологического анализа ледниковых отложений разрешить эту проблему не могут. Палеонтологический метод, основанный на стратиграфическом изучении комплексов фаун и флор, также в данном случае мало приемлем, так как фаунистически и флористически древние Балхашские отложения или почти не охарактеризованы, или охарактеризованы очень слабо.

Остается единственное средство - метод палеоклиматической реставрации исходя из понимания ледниковых явлений с позиции актуализма в свете выводов А.И. Воейкова (1952).

Появление оледенений требует усиленного выпадения снега, а для этого, в свою очередь, требуется по крайней мере свободный доступ ветров с крупного незамерзающего моря или океана. А.И. Воейков учил, что с понятием антициклона всегда связано понятие о наиболее холодной местности. Поэтому в ледниковые эпохи покрытые льдом области должны находиться под господством антициклонов. Теперь представим себе, что Европа переживает лихвинское (мийдель) оледенение. Тогда естественно, что на расположенной на ней поверхности льда происходит охлаждение воздушных масс, их опускание и накопление, что вызывает повышение давления и образование неподвижного центра антициклона. Последний обусловит появление сильных центробежных ветров. Поэтому идущие в сторону ледникового покрова из Атлантического океана циклоны лишь в исключительных случаях могли прорываться через обширное антициклонное поле. В этом случае несущиеся циклонами с моря осадки лишь изредка могли перебрасываться по ту сторону области оледенений - на Азиатский континент.

Поэтому мы согласны с Ю.А. Скворцовым (1938), предполагающим, что в момент оледенений Европы интересующая нас область не могла подвергаться оледенению: для этого не было основного условия - усиленного выпадения снега зимой. И, наоборот, когда в Европе наступали межледниковые эпохи, то в Джунгарском Алатау, Тянь-Шане и Тарбагатае создавались условия для доступа циклонов, приносящих с незамерзающего Атлантического океана снег и, следовательно, создавались условия для массового образования на них ледников. Образованию их способствовало изменение положения центра антициклона. Большинство скандинавских исследователей, как отмечает Л.С. Берг (1911), считает, что например, в Швеции было только одно оледенение. Следовательно, межледниковые эпохи в Европе - это лишь определенные крупные стадии регрессий североскандинавского ледникового покрова.

Существование ледяного покрова на Скандинавском полуострове в межледниковые эпохи обуславливало перемещение на север Европы центра антициклона. Центробежные ветры антициклона должны были отклонять на юг циклоны, идущие с Атлантики в Евразию, и прижимать их ближе к горному поясу Азии, тянущемуся вдоль границ СССР. При этом количество осадков на хребтах Пограничной Джунгарии резко возрастает.

Между тем с помощью теоретических расчетов водного баланса К.В. Курдюков (1952) показал, что если бы количество осадков увеличилось всего до 250 мм и испарение было 880 мм, то уже в интересующей нас местности возникает водная площадь озер приблизительно в 40 000–42 000 км<sup>2</sup>, из которых около 35 400 км<sup>2</sup> приходилось бы на Балхаш и 6250 км<sup>2</sup> на объединенный Сасык–Алакольский водоем. Площадь Балхаша при данных климатических условиях увеличилась бы более чем вдвое и соответствовала бы Малому пра–Балхашу.

Оптимальные условия для существования единого Балхаш–Алакольского озера, или согласно принятой нами терминологии Среднего пра–Балхаша, по К.В. Курдюкову (1952), будут близки к 330 мм осадков и 670 мм испарения. При таких климатических условиях Средний пра–Балхаш мог распространить свои воды на площадь около 102 000 км<sup>2</sup> и занять ими всю территорию (насколько это позволял рельеф того периода), ограниченную сейчас 400–метровой изогипсой.

Исходя из намеченной нами палеоклиматической схемы текелийское оледенение следует датировать миנדель–рисской межледниковой эпохой в Европе. Чинжилийское оледенение в таком случае надо считать было в рисс–вюрмскую межледниковую эпоху.

В период существования Валдайско–померанского (вюрмского) оледенения, согласно И.П. Герасимову и К.К. Маркову (1939), ледниковый покров в Европе достигал размеров не более современного Гренландского. Но последний, как хорошо известно, сейчас служит центром мощного антициклона, играющего чрезвычайно важную роль в современной циркуляции атмосферы. Поэтому и в период последнего оледенения антициклональное поле в Европе могло быть очень мощным и создавать препятствия для заноса в бассейн Балхаша осадков.

В послеледниковое время в связи с исчезновением ледников в Европе деятельность зарождающихся в Атлантике циклонов приобрела характер меридиональной циркуляции атмосферы. Влияние центробежных ветров антициклона, очаг которого переместился в Гренландию, на климат Евразии совсем иного свойства – не ослабляющее меридиональную циркуляцию атмосферы, а усиливающее ее. Хребты Джунгарского Алатау, Тянь–Шаня и Тарбагатай, а также Прибалхашская котловина оказались вне основной трассы прохождения атлантических циклонов. Произошло уменьшение осадков над озером до 91–92 мм и над бассейном Балхаша в целом – в среднем до 200 мм в год. Это в свою очередь вызвало повышение линии вечных снегов в названных хребтах и усыхание Малого пра–Балхаша.

Подходящие климатические условия существования Малого пра–Балхаша были, по-видимому, в до атлантическую климатическую эпоху послеледникового времени.

Таким образом, на основании палеоклиматической реставрации условий влажности климата можно сделать следующие выводы.

1. Большой пра–Балхаш существовал в миנדель–рисскую межледниковую эпоху после исчезновения Лихвинского оледенения.
2. Регрессия Большого пра–Балхаша существовала в момент днепровского (рисского) оледенения. В это же время под влиянием радиальных дислокаций на дне его котловины обособились Прибалхашский, Алакольский, Эби–Нурский и другие грабены второго порядка.
3. Средний пра–Балхаш существовал в рисс–вюрмскую межледниковую эпоху, а регрессия его была в период валдайско–померанского (вюрмского) оледенения.
4. Малый пра–Балхаш существовал в послеледниковое время и регрессия его происходила в историческое время.

Как видим, Большой, Средний и Малый пра–Балхаш существовали в четвертичный период, продолжительность которого определяется от 240 000 лет (К.К. Марков) до 1 140 000 лет (А.П. Павлов).

В заключение отметим, что периоды высокого стояния уровня в Балхаше, проходившие на общем фоне его регрессии, не могли быть синхронными с трансгрессиями древнего Каспия. Усиленный сток воды в Каспий имел место в днепровскую (Бакинский бассейн) и Валдайскую (Хвалынский бассейн) ледниковые эпохи. Повышенный же сток вод в пра–Балхаш был обусловлен смещением к югу путей циклонов в межледниковые эпохи и вызванным этим смещением значительными оледенениями Алатау, Тянь–Шаня и Тарбагатая.

## КОТЛОВИНА, БЕРЕГА И ДНО СОВРЕМЕННОГО БАЛХАША

### 1. КОТЛОВИНА БАЛХАША

Собственно котловину Балхаша нельзя рассматривать изолированно от всей Прибалхашской котловины и ее окружения, поскольку такой подход может привести к неправильным выводам относительно ее происхождения. Тому много примеров. Так, существует мнение, что котловина озера есть не что иное, как древняя долина, со временем заполненная песчано-глинистыми осадками и затем снова вычищенная на глубину 18–20 м относительно современного уровня озера (Кассин, 1947), или другое — котловина дефляционного происхождения, обязанная своим существованием выдуванию ветрами легких продуктов выветривания (Русаков, 1933).

Все точки зрения, рассматривающие Балхаш как бассейн углубления, нам кажутся маловероятными. И в пользу этого говорит хотя бы тот факт, что четвертичные отложения Балхашской и Зайсанской впадин сходны: они представлены мощными наносами, принесенными потоками, спускавшимися с гор. Между тем вряд ли кому-нибудь придет в голову считать Зайсан древней эрозионной долиной или, вообще, бассейном углубления, с равным основанием таковыми можно было бы считать Джунгарские Ворота или грабен Эби-Нура.

Окружающие Прибалхашскую котловину горсты, сбросовые горы и глыбы, ограниченные разломами и поднятые на различную высоту, свидетельствуют о том, что своим образованием котловина обязана сбросовой дислокации. Начало ее проявления, видимо, нужно отнести ко второй половине третичного периода. Тот факт, что молодые нарушения затрагивают даже ледниковые отложения, говорят о том, что окончательное оформление Прибалхашской котловины произошло в четвертичное время.

Покатость рельефа дна котловины к северу Б.Ф. Мефферт объясняет большим опусканием северной половины этого грабена. Д.М. Корф и Л.В. Еловская (1936) полагают, что при общем поднятии страны произошло обособление котловины, занятой водами озера, по линии разломов, разделенных между собой горстами. Озеро Балхаш, по их мнению, при этом оказалось на приподнятом крыле разлома. С нашей точки зрения, правильное образование наклона объяснить большей аккумуляцией флювио-гляциального материала и продуктов денудации гор в южной части котловины в периоды оледенений гор. Кроме этого, немаловажное значение в создании наклона имеет также принос южными притоками в озеро твердых частиц. Как известно, речные воды в Балхаш ежегодно приносят огромное количество песчаных и илистых наносов, которые оседают на дно. Если бы они распространялись равномерно по всей площади дна озера, то через 5500 лет заполнили бы его современную котловину целиком. В прошлом, когда уровень озера был выше, все эти взвеси отлагались значительно южнее, оставив пески Сары-Ишкотреу, Таукум и аллювий современных речных долин. Таким образом, благодаря аккумуляции флювио-гляциальных и обычных речных отложений котловина Прибалхашского грабена получила форму наклонной равнины, в наинизших точках дна которой расположены воды озера.

Высота Балхаша над уровнем Балтийского моря, согласно прежним данным, — 340,5 м, данным Н.А. Копылова — 343,7 м, а по более точным данным нивелировок Туркестано-Сибирской железной дороги — 339,85 м. Крайние точки озера лежат между 73° 21' и 79° 30' в.д. и между 44° 45' и 46° 44' с.ш. Своей удлинненной формой озеро

Таблица 3а

Общие черты морфологии озерной котловины Балхаша

	Площадь, км <sup>2</sup>	Объем, км <sup>3</sup>	Примечание
По П.Ф. Домрачеву, 1930			
Западный Балхаш	10 856,5	52,147	} С зал.Алаколь
Восточный Балхаш	6 793,1	58,35	
Все озеро	17 659,6	111,499	
По Д.Г. Сапожникову, 1951			
Западный Балхаш	10 432,13	51,0	} За вычетом зал. Алаколь
Восточный Балхаш	6 771,08	58,4	
Все озеро	17 203,21	109,4	

напоминает бумеранг. Кратчайшая линия, проходящая по площади озера и соединяющая наиболее удаленные точки - так называемая длина озера составляет 595 км. Крайние точки ее расположены в Алакольском заливе на западе и Бурлюкюбинском заливе на востоке. Наибольшую ширину озеро имеет в западной половине - до 71 км. Общая площадь озера (табл. 3а), по более ранним сведениям исчислялась от 18 740 км<sup>2</sup> (А.А. Тилло) до 22 789 км<sup>2</sup> (М. Карабасников), а по более поздним данным - 17 030 км<sup>2</sup> (К.В. Курдюков), 17 203 км<sup>2</sup> (Сапожников, 1954), 17 659,6 км<sup>2</sup> (Домрачев, 1935 а).

Известную роль в сокращении площади озера играет его усыхание. За период времени с 1909 по 1933 г. уровень Балхаша, согласно М.И. Русакову (1933), опустился более чем на 2 м, и береговые валы на южном берегу, отошедшие в глубь его на 5-6 км, оказались окруженными новыми песчаными холмами. Ширина озера против п-ова Узынарала вместо бывших ранее 20-25 км, обозначенных на 40-верстовой карте 1884 г., уменьшилась до 6 км, из которых лишь на 1,5-2 км глубины превышают 2 м. На южном побережье в этом месте оказался большой, но низкий п-ов Сары-сугум. Подобные полуострова и мысы возникали и в других местах, что сильно изменило площадь и берега озера. Образовавшийся здесь пролив Узкое место (или Узкость), имеющий среднюю ширину 8,4 км, как уже отмечалось, разделил озеро на две части - Западный и Восточный Балхаш. Площадь, занятая Западным Балхашем составляет, согласно П.Ф. Домрачеву, 61% общей площади озера, а Восточный Балхаш - 39% (табл. 3а).

Котловина Западного Балхаша делится на два района: на юго-западный, или Бурлбайтальский, и северо-восточный, или Балхашский. Условной границей между ними служит сужение, образованное п-овом Косагаш, выступающим с северного берега, и большой сухой отмелью - Карабас, выдающейся на противоположной стороне южного берега. В генетическом отношении котловина юго-западного и северо-восточного

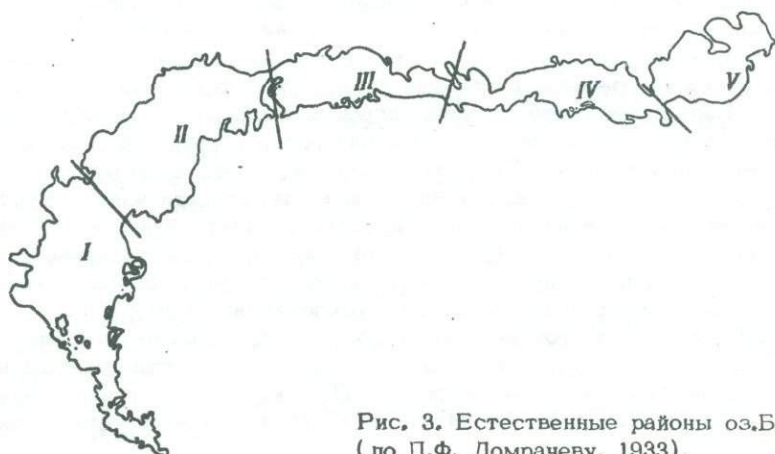


Рис. 3. Естественные районы оз. Балхаш (по П.Ф. Домрачеву, 1933).

районов однородны. Плёс I гидрологического района (Бурылбайтальского) на юге заканчивается южной оконечностью озера (рис. 3). Северо-западное побережье его имеет 3 крупных залива: Бол.Сары-чеган, Кашкантиз и Кара-камыс. Юго-восточное побережье изрезано протоками и рукавами дельты Или. Плёс этот мелководен: средняя глубина его 4,88 м, а наибольшая - 7 м.

Плёс II гидрологического района (Балхашского) имеет два довольно обособленных залива: Бертыс и М.Сары-чеган. Другие заливы - Сары-булак, Сокур-койль и ряд заливов южного побережья - в значительной степени открыты. Второй плёс также мелководный, хотя глубины здесь все-таки больше, чем в первом плёсе: средняя глубина 4,9 м, а наибольшая - 13,5 м.

Котловина Восточного Балхаша в морфологическом отношении делится на 3 района, обособленность которых значительно большая. Первый из этих районов, носящий название Среднего плёса, по счету будет для озера третьим, второй, носящий название Лепсинского плёса, - четвертым и третий, носящий название Бурлю-тюбинского плёса, - пятым.

Плёс III гидрологического района занимает акваторию начиная от пролива Узкое место и далее на восток до пролива у п-ова Байгабыл, где расположено второе узкое место. В состав Среднего плёса входят такие крупные острова, как Коржун, Ультрахты и Алгазы. Северное побережье плёса имеет ряд заливов - Булай-тюбе, Красный Октябрь, Асамбай-куль и др. Южное побережье чрезвычайно изрезано многочисленными протоками и изобилует мелкими островами. Средняя глубина плёса - 5,5 м, а максимальная - 16,5.

Плёс IV гидрологического района (Лепсинского) на северном берегу занимает акваторию от о.Алгазы до п-ова Шаукар с Карачеганской бухтой включительно. Со стороны северного побережья плёс включает крупные заливы - Байгабыл, Тюлеп-Челкан, а со стороны южного - Кара-чеган и Кумарал. В пределах района впадают реки Каратал, Аксу и Лепса. Средняя глубина плёса - 8,23 м, а наибольшая - 15 м.

И, наконец, плёс V гидрологического района (Бурлю-тюбинского) начинается от п-ова Шаукар и заканчивается восточной оконечностью озера. На севере этот плёс имеет ряд заливов: Кок-тюбе, Кен-тюбе, Коржун-тюбе и Акта, последний можно рассматривать как бухту. На южном побережье расположен залив Бурлю-тюбе. Район имеет остров Кашкантибек и два больших полуострова - Кентюбек и Коржунтюбек. В северо-восточной части плёса впадает р.Аягуз. Средняя глубина плёса - 12,33 м. Здесь же расположена максимальная для всего озера глубина - 26,5 м.

## 2. БЕРЕГА

Согласно определению Л.С. Берга, южный берег Балхаша представляет собой песчаную пустыню, западный - каменистую, а северный - глинистую (по: Русаков, 1933). Южный берег своим формированием всецело обязан регрессии озера, блужданию дельты Или и развеванию песков ветром. В сравнительно недалеком прошлом воды Балхаша на юге доходили до гор. Возникшая впоследствии на этом месте пустыня Сары-Ишикотрау испещрена развеваемыми береговыми валами, сложенными песками. Обширный ее облик, весьма напоминающий Каракумы, меняется лишь в устьях рек, поросших „камышом“. Полоса тростника опоясывает здесь предустьевое пространство Или. Эти прибрежные дебри водно-болотной растительности, чрезвычайно богатые кабаном и уткой, совершенно изолируют берега озера от песков Таукум. Восточнее же Узынарала южный берег Балхаша представляет собой песчаную пустыню с очень характерными для нее переработанными в барханы дюнными песками отступающего озера.

Образование северных и западных берегов озера в своей основе также является следствием усыхания водоема. Но, кроме того, на общий характер местности очень сильный отпечаток наложила эрозионная деятельность ветра. Как уже отмечалось, Бетпак-Дала, занимающая северный и западный берега озера, носит яркие следы выдувания легких продуктов выветривания. Окидывая взглядом северные берега Балхаша, везде видишь мертвую пустыню. Кругом, насколько хватает взгляда, видны выжженные солнцем неприветливые серо-коричневые россыпи щебня или растрескавшаяся глинистая почва, среди которых кое-где торчат боялыч и солянка корявая (*Salsola arbuscula*, *S.rigida*). Если грунт не щебенистый, а представлен сероземом, то



в западинах растет солянка, а по склонам – напоминающие ежей кустики верблюжьей травы. При тщательном осмотре вы и здесь найдете жизнь – бегающих по раскаленному грунту круглоголовок и агам, какую-нибудь бронзовку или тарантула. Но она так бедна, что в сравнении с ней арктическая тундра покажется густонаселенной.

Так же, как и на южном берегу, падение уровня озера здесь постоянно создает лагуны, которые благодаря испарению воды уже превратились, или еще превращаются, в самосадочные озера. Между типом берегов озера и геологической историей местности существует теснейшая связь. Влияние геологического строения Прибалхашья на характер берегов Балхаша было изучено М.П. Русаковым (1933), на основании чего им выделены три типа берегов.

Низменные намывные берега охватывают всю южную котловину озера и вне последней – Устья Моинты, Токрау, Баканаса и других рек, не доносящих свои воды до Балхаша. Эти берега представляют собой покрытые тростником низины, сложенные, главным образом, речными галечно-песчаными образованиями.

Поперечный тип берегов преобладает на западном побережье, где береговая линия, в общем, наискось режет складки осадочных пород и сбросы, разрывающие эти породы.

Продольный тип берегов более характерен для северного побережья, где линия берега нередко проходит или параллельно общему простиранию осадочных толщ (п-ова Тасарал, Шаукар), или параллельно границе их с эффузивными породами, или согласно с той частью дислокационных линий, которые имеют место в прибереговой части суши. По степени изрезанности бухтами северный берег значительно уступает западному.

Вышеперечисленные типы берегов не могут быть четко разграничены, поскольку обмеление озера и колебание его уровня препятствует закономерному развитию берегов. На большую часть берегов приходится смотреть как на результат отрицательного перемещения уровня озера. Берега типа фиордов на Балхаше отсутствуют. Правда, в районе Мын-Арала хаотически расположенные острова, разной величины, отделенные от основного берега неправильной сетью проливов и протоков, на первый взгляд создают впечатление шхер. Но чередование возвышенностей и впадин здесь возникло не по причине ледниковой эрозии, а в результате избирательной денудации эффузивных пород, крепких и стойких, и осадочных, более мягких и мало устойчивых против выветривания и размыва. Ввиду угасания озера лиманный тип берегов также отсутствует. Зато лагуны с сильно солоноватой водой и лагуны, уже обсохшие, встречаются по всей периферии озера.

Береговые валы в Балхаше встречаются довольно часто. В некоторых случаях они бывают сложены на протяжении многих километров из ракушечника. Обычная высота их не превышает 3–4 м: первый вал имеет высоту 1, второй – 2 и третий – 3–4 м. В заливе Тарангалк береговые валы, опоясывающие линию прибоя, имеют от 25 до 40 м в ширину и около 2–3 м в высоту над уровнем озера. Склоны их, обращенные к озеру, более пологие, чем склоны, обращенные к материку. Ширина этих валов, вместе взятых, составляет более 60 м. В большинстве случаев береговые валы сложены из слабоокатанной гальки, мелкого щебня и крупного песка. Кое-где на них встречаются окатанные камни диаметром около одного метра.

Растительность современных береговых валов ввиду отсутствия засоленности довольно разнообразна, хотя и небогата. Нередко на валах можно встретить мелкие кусты тамариска (*Tamarix ramosissima*), лоха (*Elaeagnus angustifolia*), чингиля (*Halimodendron halodendron*), хультемии (*Hulthemia persica*) и еще сравнительно недавно встречалась туранга (*Populus diversifolia*), от которой сейчас остались одни пни.

В полосе прибоя травостой имеет в среднем не более 20–50% покрытия и складывается преимущественно видами, которые в Южном Казахстане обычно свойственны засоленным лугам и тугаям рек<sup>1</sup>. Из древесно-кустарниковых растений изредка здесь можно встретить лох и розу (*Rosa Beggeriana*). В травянистом покрове встречаются *Calamagrostis epigeios*, *C.pseudophragmites*, *Phragmites communis*, *Gypsophyla trichotoma*, *Sphaerophysa salsula*, *Atropis distans*,

<sup>1</sup> „Тугаями“ в Средней Азии называются прибрежные лиственные леса, приуроченные к пониженным участкам речных долин. – В.А.

*Limonium Meyeri*, *Salicornia herbacea*, *Bolboschoenus affinis*, *Artemisia dracunculus*, *Clematis orientalis* и др. (Рубцов, 1941).

Самые низкие точки прибрежной равнины, расположенной за береговыми валами, заняты солончаками и такыровидными образованиями, в растительном покрове которых особенно выделяется полукустарниковая солянка (*Iljinia Regelii*). На несколько более повышенных участках близ берегового вала на засоленных почвах, в основном, песчаных с примесью гравия и гальки, встречаются в виде ленты чиевники. В травостое господствует чий (*Lasiagrostis splendens*), к которому примешиваются в небольших количествах или единично *Lepidium latifolium*, *L. repens*, *Artemisia dracunculus*, *A. Schrenkiana*, *Acroptilon repens*, *Hulthemia persica*, *Dodartia orientalis*, *Alhagi kirghisorum*, *Ceratocarpus arenarius*, *Aeluropus litoralis*, *Limonium Meyeri*, *Anabasis salsa*, *Salsola collina* и др. Проективное покрытие травостоя в чиевниках составляет 30–40%. Чий образует первый ярус высотой до 1.0–1.5 м. Чиевники в настоящее время значительно повреждены скотом, в результате чего большинство растений имеет угнетенный облик (Рубцов, 1941).

Самые низкие точки прибрежной полосы, там, где грунтовые воды приближаются к поверхности, заняты зарослями тростника, к которому нередко примешиваются солянки (*Suaeda linifolia*, *S. maritima*, *Salicornia herbacea*). Чаще всего встречаются почти чистые заросли *Phragmites communis*, в которых лишь изредка и единично попадают *Typha angustifolia*, *T. latifolia*, *Lactuca tatarica*. Почва под мочажными тростниковыми ассоциациями торфяно-солончаковая, заболоченная. Слой торфа достигает мощности 0.5 м (Рубцов, 1941).

Следующие дальше за береговыми валами полого-холмистые склоны берегов озера в основном покрыты тремя ассоциациями: ассоциацией полыни (*Artemisia terrae-alba*), ассоциацией биюргуна (*Anabasis salsa*) и ассоциацией копкека (*Atriplex cana*). Границы между этими ассоциациями то более или менее резкие, то едва заметные. Поэтому серополынно-биюргуновая пустыня имеет пятнистый вид.

Все возвышенности, представляющие собой бугорки и грядки с характерными каменно-щебенистыми или реже крутыми (сопки) склонами, заняты ассоциацией биюргуна и тасбиюргуна (*Nanophyton erinaceum*). Высота сопок, встречающихся на побережьях заливов Бертыс, Тарангалык и Сары-чеган, незначительная, так как сопочный рельеф почти вовсе сглажен. Лишь кое-где по побережью этих заливов Балхаша возвышаются отдельные сопки, имеющие абсолютную высоту 360–375 м и относительную – всего лишь 10–15 м. Вся же остальная северная прибрежная полоса Балхаша полого-холмистая, с общим постепенным падением к озеру.

Распределение растительных ассоциаций тесно связано со степенью выщелоченности и механическим составом почвы. В тех понижениях, где может происходить выщелачивание почвы весенними водами, господствует характерная для бурых несолонцеватых или слабосолонцеватых почв серополынная ассоциация. Там же, где условия для выщелачивания по характеру рельефа менее благоприятны и наблюдается скопление простых солей на поверхности почвы (солонцовые и солонцевато-солончаковые почвы), господствуют биюргуновые и копкековые ассоциации. Травостой во всех случаях покрывает не более 40% поверхности, чаще всего 15–20%.

Особый облик носит береговая зона в дельте Или и в дельтах других притоков. Прибрежная и частично литоральная зона озера здесь покрыты на десятки километров сплошными зарослями тростника (*Phragmites communis*) высотой 3–3.5 и даже 4.5 м, к которому в разных количествах примешивается рогоз Лаксмана (*Typha Laxmannii*), рогоз широколистный (*Typha latifolia*), рогоз узколистный (*Typha angustifolia*), а также рогоз малый (*Typha minima*) и камыши (*Scirpus lacustris*, *S. Tabernaemontani* и *S. triquetus*). Тростниково-рогозовая ассоциация характерна для пойменных и подверженных затоплению нагонными ветрами участков побережья первой болотистой террасы, сложенной современным аллювием.

По мере повышения берега и обсыхания прибрежной полосы тростниково-рогозовые заросли приобретают облик сухопутной ассоциации (*Phragmitetum purum terraeum*), постепенно редющей, уменьшающей высоту и перестраивающейся в видовом составе по линии выпадения рогозов, озерного камыша и обогащения представителями южной луговой растительности – чием и *Salix sp.*, кусты которой достигают в высоту 3 м. Почва, занятая сухопутной ассоциацией тростника, аллювиальная,

неоформленная, грунтовые воды не достигают ее поверхности. Флористический состав указанной ассоциации формируется под влиянием значительной увлажненности почвы без признаков осолонения. По мере повышения берега и удаления от поймы в данной ассоциации происходят еще большие изменения: к ивам присоединяется узколистный лох (*Elaeagnus angustifolia*), а в травостое наблюдается дальнейшее насыщение мезофитной луговой растительностью тугайного типа.

Таким образом, создается ассоциация *Elaeagnetum eurotiosum*, приуроченная к участкам террасы высотой около 2 м. Эта ассоциация при современных условиях не заливается водой во время паводков и занимает первую древнюю террасу, которая имеет следующее строение. Поверхность совершенно плоская, и начиная с нее и до 50 см лежит белесоватая супесь с линзами суглинка и местами со слабо выраженными ржавыми примазками. Книзу идет тонкий, хорошо отсортированный влажный песок с горизонтальной и косой слоистостью (Поляков, 1941). Произрастающий здесь узколистный лох представлен кустарниками, находящимися друг от друга на расстоянии обычно от 4 до 10 м, как при садовой посадке, и высотой от 3 до 5 м. Очень многие деревья обвиты вьющимися растениями тугаев: *Clematis orientalis*, *Rubia dolichophylla*, *Calystegia sepium*. Травянистый покров лоховой „саванны“ сильно разрежен и беден, но очень сильно отличается от обычных тугайных ассоциаций присутствием пустынно-солончаковых видов, хотя засоление почвы здесь не выражено.

Засоленные участки первой древней террасы, приуроченные к понижениям, заняты своеобразной тамарисково-селитрянковой ассоциацией. Почвенные разрезы здесь несут в себе черты насыщения сульфатами и хлоридами в виде характерных их конкреций и выцветов. Верхняя часть разрезов, до 150 см глубины, имеет светло-бурую окраску с белым налетом карбонатов. По механическому составу — это легкий суглинок, уплотненный с поверхности. На глубине 50–80 см имеется гипсовый пояс. Растительность тамарисково-селитрянковой ассоциации бедна, но крайне специфична: ядро ее составляют *Tamarix hispida*, *T. ramosissima*, *T. leptostachys*, *Halocnemum strobilaceum*, *Nitraria Schoberi*, *Eurotia ceratoides* (Поляков, 1941).

Вторая древняя терраса очень плохо выражена из-за переработки древних озерных отложений речными водами и ветрами.

Третья древняя терраса, как уже отмечалось, имеет высоту 15 м над уровнем Или и сложена песками, представляющими останцы древних береговых валов, Балхаша в большей или меньшей степени переработанных ветром в дюнные барханы. Отдельные ее участки, очень сложной конфигурации, выделяются на общем фоне характерных для дельты Или тростниково-рогозовых зарослей в виде гряд и останцев с углублениями, занятыми такыровидными и пухлыми солончаками. На вершине этих гряд обычно песчаный саксаул (*Haloxylon persicum*) в сочетании с отдельно разбросанными кустами джузгуна (*Calligonum aphyllum*, *C. leucocladum*, *C. crispum*) и некоторых других псаммофильных растений. На склонах древних валов растет *Ammodendron argenteum* и местами *Eurotia ceratoides*, *Ephedra lomatolepis*, *Atraphaxis pungens*, между которыми встречаются те же травянистые растения, что и на буграх и вершинах гряд. У подножия останцов растет чингил (*Halimodendron halodendron*), образующий ясно очерченные куртины (Поляков, 1941).

При впадении в Балхаш крупных рек наблюдается частая и закономерная смена растительности в зависимости от механического состава современных и древнеаллювиальных покровных отложений, степени их увлажненности и засоленности. Эти дельтовые оазисы на общем фоне пустынь, окружающих озеро, несколько разнообразят вид берегов Балхаша. При общей длине береговой линии Балхаша в 2385 м на их долю приходится не более 350 км. Наиболее значительный дельтовый оазис расположен при впадении Или в Западный Балхаш, длина береговой линии которого составляет 1256 км, а длина участка с пышной прибрежной растительностью — около 250 км.

### 3. ПОЛУОСТРОВА И ОСТРОВА

На Балхаше встречаются полуострова двух родов — низкие и скалистые. К первым относится Сар-сугум, Май-капр и другие, а ко вторым — Тюре-и, Каратюбек, Тагарчик, Булай, Байгабыл, Шаукар, Кентюбек и другие. Те же два типа различаются и

среди островов. Низкие острова сложены песчано-илистыми наносами, все больше и больше выступающими из воды. Общий характер их очень пологий. Скалистые, сложены из коренных пород, чаще изверженных, чем осадочных. Они отличаются крупными каменистыми берегами и размытыми вершинами. Таковы, например, острова архипелага Мын-Арал и о.Тасарал.

Низкие полуострова и острова генетически нужно рассматривать как обнажившееся дно озера, а скалистые – как выходы вершин мелкосопочника на дне Балхашской котловины. Характер растительности островов и полуостровов мало чем отличается от окружающей местности – в большинстве своем он пустынный. Балхаш небогат островами: суммарная их площадь – 518 км<sup>2</sup>, 2,8% от общей площади озера.

#### 4. ДНО И ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ

Ни один из плёсов Балхаша не образует самостоятельной котловины. Этот факт весьма важен для понимания закономерностей морфологии дна и распределения донных отложений. Выше уже отмечалось, что благодаря денудационному сносу и ледниковым отложениям конфигурация южной части Прибалхашской котловины сильно сглажена. Наибольшая мощность этих отложений отмечена у подножия гор. В результате котловина Прибалхашского грабена, как уже неоднократно указывалось, получила форму наклонной равнины с ясно выраженными сбросовыми линиями лишь по западному побережью Балхаша и в некоторых пунктах северо-западного и северного берегов. Таким образом, благодаря флювио-гляциальным и современным аллювиальным отложениям южный берег и идущая от него подводная отмель более полого опускается в озеро, чем сравнительно высокий северный берег. Наряду с поперечным уклоном котловины озера к северу существует еще продольный уклон – на восток. Если последовательно сравнить средние и наибольшие глубины (в м) отдельных плёсов (1-У) и занимаемую ими площадь относительно площади самих плёсов (в км<sup>2</sup>), то мы увидим следующую картину:

	1	II	III	1У	У
Средняя глубина	4.88	4.80	5.50	8.23	12.33
Максимальная глубина	7.0	13.5	16.5	15.0	26.5
Площадь	5074.65	5357.48	2108.28	2374.70	2288.10

I плёс, являющийся предустьевым пространством р.Или, как видим, является самым мелководным. По мере же удаления плёсов на восток глубины их неуклонно возрастают. На первый взгляд, некоторое исключение составляет 1У плёс, имеющий максимальную глубину, меньшую, чем у III плёса. Но, если учесть, что этот плёс принимает в себя реки Каратал, Аксу и Лепсу, то это отклонение станет вполне понятным. Приведенные примеры хорошо иллюстрируют влияние речного аллювия на глубину отдельных плёсов озера.

В Балхаше, как и в других озерах аридной зоны, донные осадки формируются под действием пяти факторов:

- 1) разрушения коренных пород ложа озера;
- 2) поступления с водой притоков из окрестных гор и пустынь в озерную котловину мелких обломочных, хемогенных и биогенных частиц;
- 3) влияния частых ветров, поднимающих в окружающих пустынях благодаря неосомкнутости травяного покрова тучи пыли и песка, частично улавливаемых озером и способствующих накоплению осадков терригенного происхождения;
- 4) непрерывного испарения воды, вносимой в озеро реками и подземными стоками, приводящего к химической садке солей, в результате чего хемогенные продукты являются неизбежной частью озерных осадков аридных областей;
- 5) живущих в озере растений и животных, после своего отмирания осаждающих на дно органику.

Не один из пяти источников осадконаполнения в озерах аридной зоны не действует обособленно, а всегда в совокупности с другими, но что в конечном итоге приводит к формированию чрезвычайно специфического по составу и величине материала, определяемого общим характером физико-географической обстановки в бассейне и лимнологическими процессами, происходящими в самом водоеме.

При изучении роли каждого источника осадкообразования можно идти двумя путями: во-первых, путем минералогического, гранулометрического и химического анализов непосредственно самих осадков, являющихся „трудовой книжкой“ указанных процессов осадкообразования и, во-вторых, путем изучения каждого из пяти факторов как такового в непосредственном его действии. Каждый из путей так же правомочен, как методы анализа и синтеза в химии. Первый метод, будучи „аналитическим“, дополняет второй, „синтетический“, метод. И, наоборот, второй метод, там где он по каким-либо причинам бессилён, при выяснении генезиса и осадков может быть заменен первым.

При разрушении коренных пород ложа в Балхаше образуются глыбы, щебень, галька, гравий и разнообразные пески. К глыбам относятся выходы палеозойских пород на дне озера в виде отдельных скал и камней, непокрытых современными озерными отложениями, а также скалистые острова. Глыбы иногда представлены кислыми эффузивами и интрузиями, преобладают же среди них осадочные палеозойские терригенные образования. Крупнообломочные грунты в силу заноса котловины озерными отложениями занимают в Балхаше весьма небольшое пространство. Наибольшее их скопление наблюдается в районе скалистых островов, носящих казахское название Мын-Арал.

Щебень, галька и гравий обычно окаймляют скалистые северные и западные берега озера, острова, а также прибойную зону во многих других участках. В связи с частыми колебаниями уровня воды и сменой положения береговой линии в прибойной зоне Балхаша щебень и бичевник преобладают над галькой, которая в большинстве случаев слабо окатана волнами. Более мелкие обломочные осадки дна Балхаша имеют очень широкое распространение и довольно хорошо изучены (Янковская, 1933; Штурм, 1934; Сапожников, 1942, 1951, 1954). Д.Г. Сапожников, согласно первой своей классификации, выделяет среди них четыре типа: 1) илстые пески, 2) песчаные илы, 3) серые илы, 4) белые илы, а согласно последней – пять типов: 1) пески, 2) крупноалевритовые илы, 3) мелкоалевритовые илы, 4) глинисто-известковые илы, 5) известково-доломитовые илы.

Среди илов в зависимости от их происхождения выделяются нижеследующие разновидности.

Хемогенные илы. Они представлены серым и белым карбонатными илами. Серый цвет первого обусловлен большой примесью к извести глинистых частиц, отчего ил называют глинисто-известковым. В белых карбонатных илах больше кальцита и, кроме того, в значительных количествах присутствует доломит, отчего этот ил называют известково-доломитово-глинистым.

Биогенные илы. Представлены остракодовым илом, сложенным известково-глинистой массой, переполненной раковинами ракушковых рачков (*Ostracoda*), и известково-диатомовым илом, содержащим множество панцирей диатомовых водорослей (*Diatomea*).

Терригенные илы представлены, согласно старой классификации, илстыми песками и песчаными илами, а согласно новой – соответственно крупноалевритовыми и мелкоалевритовыми илами.

Гранулометрически грунты различаются между собой диаметром слагающих их частиц (табл. 4). В песчаную фракцию входят обломочные частицы диаметром более 0.1 мм, в алевритовую – от 0.01 до 0.1 мм и в пелитовую, включающую тонкий песчаный и глинистый материалы, менее 0.01 мм. Осадки, содержащие большое количество алевритовой и пелитовой фракций, зрительно воспринимаются как пески, а поэтому в первом варианте Д.Г. Сапожников назвал их песчаными илами, а в новом, в соответствии с общепринятым в настоящее время (Страхов и др., 1954) названием, – алевритовыми илами. К крупноалевритовым илам относятся терригеновые илы, слагаемые обломочным материалом диаметром от 0.1 до 0.05 мм, а к мелкоалевритовым – диаметром от 0.05 до 0.01 мм. Общее представление о распространении грунтов в Балхаше дает карта, составленная Д.Г. Сапожниковым (1951) (рис. 4).

Прежде чем перейти к подробной характеристике наиболее широко распространенных на дне Балхаша осадков, следует отметить, что илы, объединенные Д.Г. Сапожниковым в одну группу под общим названием терригенные, весьма сложны по своему происхождению. В их образовании принимают участие полностью первый и третий и частично второй осадкообразующие факторы, т.е. выветривание первичных пород ложа,



Таблица 4

Гранулометрический состав грунтов (в %) Балхаша (Сапожников, 1951)

Группы	Фракции				
	крупный песок	мелкий песок	крупноалевритовый ил	мелкоалевритовый ил	пелитовый ил
Песок	1.81	74.59	13.75	1.76	7.03
Крупноалевритовый ил	-	2.66	84.14	2.75	10.45
Мелкоалевритовый ил	0.04	0.93	45.98	23.01	30.04
Глинисто-известковый (серый) ил	-	0.47	3.32	16.10	79.57
Известково-доломитовый глинистый ил	0.21	10.62	14.24	14.27	60.66

твердый сток рек и золотое питание. Хемогенная группа илов создается четвертым (осаждением солей), а биогенная - пятым (седиментация отмерших организмов) фактором осадкообразования.

Поскольку в процессе формирования илов все эти источники илонакопления участвуют совместно, то резкой качественной границы между названными тремя группами илов провести невозможно, а поэтому, как отмечает Д.Г. Сапожников (1951), речь может идти лишь о количественном преобладании материала того или иного источника в различных участках Балхаша в зависимости от создающихся в них местных гидролого-гидрохимических условий.

Пески. Чистых песков в Балхаше нет. К песчаным грунтам в этом огромном водоеме с большой разрушающей силой волн всегда присоединяется значительное количество алевритовой и пелитовой фракций. Развиты пески в наибольшем количестве в прибрежных частях озера и в проливах между плёсами. Меньше всего песчаного материала содержат осадки центральных частей всех крупных плёсов. Огромное влияние на ширину песчаной зоны, окаймляющей озеро, оказывает характер берегов. При разрушении плотных палеозойских коренных пород северного и западного берегов образуется большое количество песчаного материала. Рыхлые же породы южного берега, представляющего в недавнем прошлом дно Малого пра-Балхаша, состоят из алевритового и пелитового материала с незначительной примесью песчаных зерен. Поэтому в Балхаше наблюдается несимметричное распределение песков в прибрежной зоне (рис. 5).

Для Балхаша характерно повышенное содержание настоящего песчаного материала в прибрежной зоне северного берега по сравнению с южным, где алевритово-пелитовые частицы зрительно воспринимаются как песок и притом занимают колоссальные площади мелководий. Сортировка песчаных грунтов и окатанность слагающих их частичек в озере плохая: коэффициент сортировки - от 1,1 до 3,2. Минералогический состав песков в Балхаше однообразен: кварц, полевой шпат, обломки различных пород и таблички слюды. В тяжелую фракцию входят рудные минералы (пирит-марказит, магнетит, бурые окислы железа, а также ильменит, лейкоксен и др.), роговые обманки, минералы группы граната (альмандин, реже гроссуляр и уварит), глаукофан, минералы группы эпидота (эпидот, циозит, клинцоцит). Реже встречаются рутил, пироксены, ставролит, хлорит, турмалин, титанит, рутил, апатит, силиманит, андулазит и некоторые другие. Этот же комплекс минералов встречается и, во всех других осадках Балхаша, как это установлено Д.Г. Сапожниковым (1954).

С точки зрения химического состава песчаные грунты Балхаша (табл. 5) содержат большое количество нерастворимого остатка (как все пески), значительное количество растворимых карбонатов (характерно для озер аридной зоны) и очень небольшое количество органического углерода (характерно для песчаной литорали всех озер).

Крупноалевритовые илы занимают промежуточное положение между настоящими песчаными и тонкопесчаными, или, как сейчас называют, мелкоалевритовыми илами. Распределение их по озеру обусловлено сортировкой донных отложений под влиянием гидродинамических факторов. Гидродинамический фактор обычно придает





Таблица 5

Химический состав грунтов Балхаша (в %) (Сапожников, 1951)

Грунты	Нерастворимый остаток	Сумма карбонатов	Кальций	Доломит	Железо	Органический углерод
Песок	81.09	12.17	10.75	1.42	2.46	0.29
Крупноалевритовый ил	83.78	11.29	11.29	-	2.31	0.09
Мелкоалевритовый ил	70.33	22.49	19.17	3.32	3.16	0.76
Глинисто-известковый (серый) ил	45.11	42.31	37.91	4.40	3.42	0.66
Известково-доломитовый глинистый ил	25.41	58.45	34.61	23.84	2.13	1.97

распределению осадков по ложу озера зональный характер, приурочивая крупноалевритовые илы в нормальных условиях к зоне сублиторали, тогда как пески свойственны литорали, а пелитовый грунт – в основном, профундали. Но данная схема в Балхаше сильно нарушается ветровым перемешиванием всей толщи воды, вплоть до участков наибольших глубин, наличием течений и теми особенностями строения южного берега, о которых мы говорили при характеристике аномалии в распространении песчаных грунтов. Вопреки деятельности гидродинамического фактора, зона отложения крупноалевритовых илов у южного берега начинается непосредственно от него и простирается иногда на 10–15 м в глубину озера. Такая картина наблюдается в южной части Бурылбайтальского, Балхашского и Лепсинского плёсов. Кроме того, крупноалевритовые илы кое-где встречаются на мелководьях вдали от берегов, в частности в северной части Западного Балхаша. Широко распространены они в проливах между главными плёсами озера, а также вплотную подходят к устьям рек, где переходят в отложения конусов выноса и русел. В гранулометрическом отношении для крупноалевритового ила характерно своеобразное отношение сопутствующих грунтов – преобладание пелитовой (глинистой) фракции над фракцией мелкого песка. Другие фракции в крупноалевритовый ил входят в небольших количествах.

По химическому составу крупноалевритовые илы близки к пескам, от дробления которых они образуются. Меньшее количество в них органического углерода по сравнению с песком можно объяснить лучшей перемешиваемостью в результате более частого взмучивания волнами из-за меньшего их гидравлического диаметра.

Мелкоалевритовые илы распространены на огромных площадях дна Балхаша. От берега они отделены более или менее широкой полосой крупноалевритового ила, но местами непосредственно к нему подходят и только в прибойной зоне бичевника сменяются крупноалевритовыми илами. В открытой части озера они уступают место глинисто-карбонатным илам, сложенным более тонким, отмученным материалом (табл. 4).

Резких качественных отличий в гранулометрическом составе между крупноалевритовыми и мелкоалевритовыми илами нет. Разница лишь в том, что в мелкоалевритовом иле больше собственной и пелитовой фракций. Д.Г. Сапожников (1951) первоначально, как уже отмечалось, крупноалевритовые илы назвал илистыми песками, а мелкоалевритовые илы – песчаными илами. Первоначальное название, подчеркивающее, что в том и другом случае мы имеем дело с песками, измельченными до ила, лучше характеризует физическую природу этих терригенных балхашских грунтов. Во влажном состоянии мелкоалевритовые илы полужидки, а при высыхании цементируются пелитовой фракцией и становятся плотными.

По сравнению с крупноалевритовыми в мелкоалевритовых илах нерастворимый остаток меньше, а содержание карбонатов и органического углерода больше. Последнее мы объясняем, во-первых, большей глубиной их отложения и, во-вторых, тем, что в зоне их распространения расположено начало седиментации детрита, что и вызывает повышение содержания органического углерода.

Глинисто-известковые илы исследователями Балхаша чаще всего называются „серым илом“. Эти илы покрывают центральную, наиболее глубокую часть Запад-

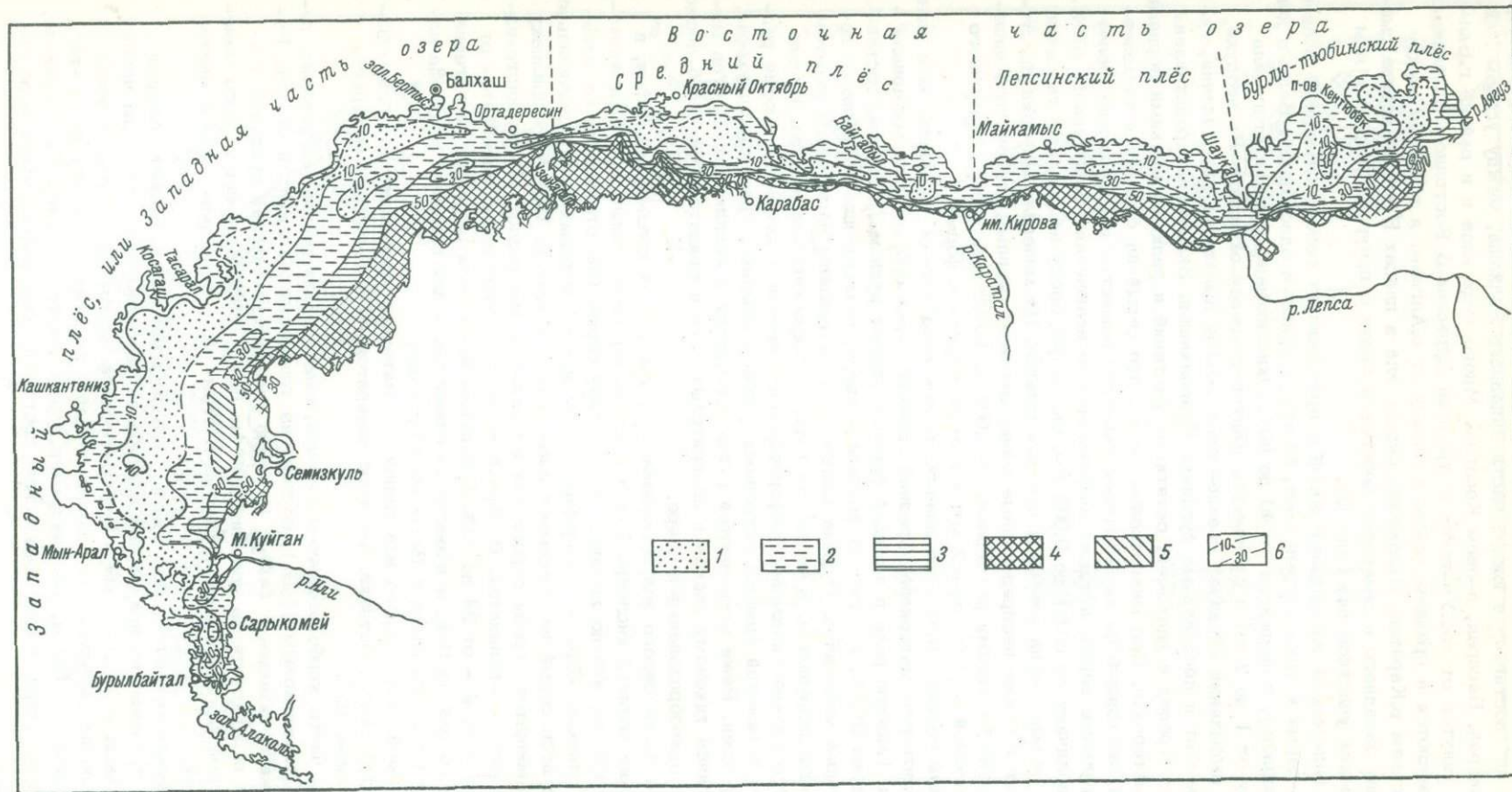


Рис. 6. Распределение алевритового материала в осадках оз. Балхаш (по Д.Г. Сапожникову, 1951).

Содержание частиц размером от 0.01 до 0.1 мм в процентах от нерастворимого остатка: 1 - <math>< 10</math>, 2 - 10-30, 3 - 30-50, 4 - >50; 5 - песчаная отмель, намытая в районе сел. Сары-тумсук; 6 - линии равных содержаний.

ного Балхаша, доходя на востоке до устья Каратала. Наиболее широкого распространения „серый ил“ достигает в южной части Западного Балхаша, между устьем Или и островами Аякарал, Басарал, п-овом Косагаш. Много этих илов и в районе г. Балхаш, где они тянутся от пос. Уч-тубе до урочища Дересен. В Восточном Балхаше серые илы встречаются в среднем плёсе, к западу от о. Алгазы, и в районе между о. Алгазы и устьем р. Каратал. Отложения серого ила в плёсах Балхаша всегда смещены в сторону западного и северного берегов в связи с приуроченностью к ним наиболее глубоких участков дна (рис. 6).

В свежем виде серый ил насыщен водой и представляет собой полужидкий осадок, окрашенный в серый и темно-серый цвет, бесструктурный и однородный. Воды в нем, по Д.Г. Сапожникову, содержится от 40 до 60%. Окисляющаяся пленка этого ила имеет толщину от 1 до 2 см и отличается желтовато-серой окраской. На воздухе серый ил при высыхании образует светло-серое рыхлое пылеватое образование, напоминающее цемент и лёссовидные суглинки Прибалхашья. Включения представлены раковинками гастропод и диатомей, остатками растений и редкими мелкими зёрнами обломочного материала. Под микроскопом видно, что серый ил состоит из тонкозернистой массы, состоящей из карбонатно-глинистого вещества и содержащей более крупные минеральные зёрна, а также вышеуказанные включения (Сапожников, 1954). Зёрна имеют величину от 0,001 до 0,005 мм. Основную массу их составляют таблички слюды, иллит, мелкие зёрна кварца и полевых шпатов. Из минеральных глин присутствует каолинит и ближе неопределённые минералы этой группы. Карбонатное вещество представлено частицами размерами от 0,002 до 0,003 мм. Зёрна обломочного материала величиной от 0,01 до 0,2 мм имеют полукруглую форму.

Механический состав отличается значительными колебаниями удельного веса алевритового и пелитового материала. Средний диаметр зёрна обломочного материала — менее 0,01 мм. Главную роль в тяжелой фракции играют рудные минералы, составляющие в среднем 53,3%, а в легкой фракции — кварц, полевые шпаты, обломки пород и разрушенных минералов. Рудные минералы представлены чаще всего пиритом и продуктами его разрушения, в частности бурыми гидроокислами железа. Иногда можно встретить мелкие скопления фосфорнокислого железа — лимонита. Кроме рудных минералов, в тяжелой фракции встречены роговые обманки, гранаты, глаукофан, турмалин и пироксен. Реже встречаются рутил, ставролит и силлиманит. Состав минералов аналогичен таковому песков и алевритовых илов и свидетельствует об общности процесса осадкообразования в озере.

Растворимая часть серого ила исследовалась, как и всех предыдущих типов, в 1,5%-ной вытяжке соляной кислоты. Эти исследования, проведенные Д.Г. Сапожниковым (1951), показали, что по химическому составу серые илы отличаются от алевритовых илов главным образом содержанием карбонатов, которых в них значительно больше, отчего весь серый ил принимает известковый характер. По этому признаку (содержанию карбонатов) среди серого ила выделяются две разновидности — глинисто-известковая и известково-глинистая. В первой количество карбонатов колеблется от 45 до 50%, а во второй — от 24 до 33%. Глинисто-известковая разновидность характерна для предустьевого района Или, а известково-глинистая — для северной части Западного Балхаша и Среднего плёса в Восточном Балхаше.

В нерастворимой части серого ила глинистый материал составляет в среднем 35–50% от веса натурального остатка. На долю алевритового и песчаного материала приходится не более 15%.

Значительная часть карбонатного материала, как показали кривые нагревания, полученные Д.Г. Сапожниковым (1951), состоит из углекислого кальция и магния. Рукующее положение занимает  $\text{CaCO}_3$ . На долю углекислого магния приходится не более 3,5%, что в пересчете на доломит дает не более 7,6% содержания этого минерала в серых илах. Органического вещества в серых илах не больше, чем в мелко-алевритовых илах.

Известково-доломитовые глинистые илы обычно называют „белыми илами“. Распространение их приурочено к наиболее глубоким и осолоненным частям Восточного Балхаша — Лепсинскому и Бурлю-тубинскому плёсам. В южной части Бурлю-тубинского плёса белые илы иногда подходят вплотную к берегу Аулие-тас или подходят к нему до 700 м, как, например, у о. Коржунтубек (рис. 7). Белый ил, будучи извлечен из озера, имеет полужидкое состояние: содержание влаги — до 65–

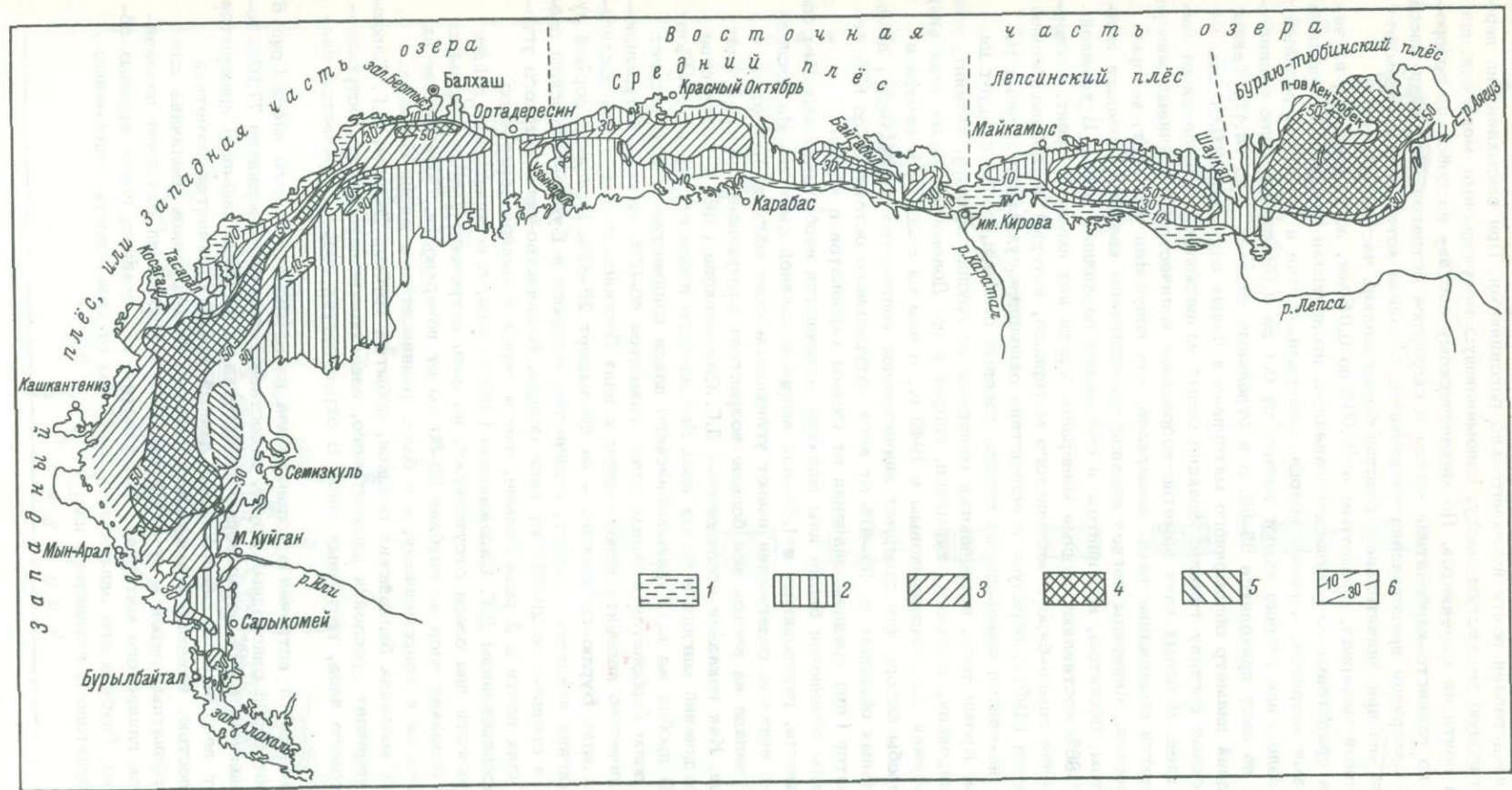


Рис. 7. Распределение карбонатов в осадках оз. Балхаш (по Д.Г. Сапожникову, 1951).

Содержание карбонатов в процентах от натурального осадка: 1 - <10, 2 - 10-30, 3 - 30-50, 4 - >50; 5 - песчаная отмель, намытая в районе сел. Сары-тумсуку; 6 - линии равных содержаний.

69%; имеет запах сероводорода, цвет - светло-серый, почти белый. Включенный в него детрит представлен почти исключительно раковинками. При высыхании ил переходит в уплотненную землистую массу, напоминающую мелоподобные мергели, при этом окраска почти не изменяется. По механическому составу ил довольно однороден: состоит из глинисто-карбонатной массы и скорлупок остракод. Основная масса карбонатного материала представлена частичками, величина которых в среднем от 0.001 до 0.003 мм при значительном участии более мелких частиц.

Более крупный материал, диаметром от 0.005 до 0.01 мм, доступный для изучения обычными средствами механического анализа, представлен мелкими табличками слюды, чешуйками хлоритов, зернами кварца, минералами глин и др. Зерна песчаного материала в белом иле обычно имеют размер от 0.1 до 0.15 мм. На долю глинистого материала по весу приходится 55-69, а в отдельных случаях - до 84.4%. Таким образом, средний диаметр обломочного материала в белых илах менее 0.01 мм. По минералогическому составу тяжелой фракции белый ил несколько отличается от вышеописанных илов. В белых илах заметно возрастает количество устойчивых минералов и сокращается содержание таких минералов, как глаукофан и хлорит, которые легко разрушаются. Минералы легкой фракции представлены кварцем, полевым шпатом, мусковитом, биотитом, коалинитом и обломками различных пород. В тяжелой фракции до 40-86% составляют рудные минералы. Среди них имеются пирит, бесформенные скопления темно-бурого железистого материала, который по предположению Д.Г. Сапожникова (1951), образуется вследствие окисления сульфидов железа. На втором месте находятся минералы из группы роговых обманок, далее следует циркон и гранаты. Кроме того, встречаются минералы из группы эпидота, титанит, шпинель, рутил, пироксен, термолит, турмалин, хлорит и др. Доломит в белых илах впервые был обнаружен Д.Г. Сапожниковым в 1940 г., о чем он сообщил в печати в 1942 г. Все пробы белого ила содержат значительное количество  $Ca Mg (CO_3)_2$ , достигающее в отдельных образцах до 35-40% от веса натурального остатка и до 67% от суммы карбонатов (при среднем значении от суммы карбонатов в 40.8%).

В химическом отношении белые илы Балхаша отличаются необычайно высоким содержанием веществ, растворимых в 1.5%-ной вытяжке соляной кислоты. Из последних необычайно высокое содержание имеют углекислые соли магния. При этом, в направлении с запада на восток все больше возрастает содержание магния в илах на дне водоема. Как показали исследования Д.Г. Сапожникова (1951), количество углекислых соединений магния в белых илах Лепсинского плёса составляет 3-4% от веса осадка. В пробах же из Бурлю-тюбинского плёса количество его возрастает до 9-11%. На долю карбонатов в белых илах приходится 46-65% от веса натурального осадка. Количество кальцита непостоянно: в илах Лепсинского плёса оно достигает 44-48%, а в илах Бурлю-тюбинского - не превышает 28-37%. Основной формой существования магния является доломит, количество которого в Бурлю-тюбинском плёсе возрастает в среднем до 29-33% от веса осадка. Количество органического углерода в белых илах почти в 3 раза больше, чем в серых и мелкоалевритовых.

Согласно исследованиям Д.Г. Сапожникова (1951), илы, о которых речь пойдет ниже, на поверхности дна озера отсутствуют, но зато встречены в виде отдельных прослоек в 10 колонках илов на глубине 50-80 см от поверхности. Образование их следует относить не к современному, а к более ранним этапам жизни Балхаша.

В различных колонках балхашских осадков, добытых трубкой Экмана, Д.Г. Сапожников (1951) отмечает прослойки доломитового, известково-диатомового, остракодового и известкового илов, третичных глин. В окрестностях озера встречается балхашит.

Доломитовый ил встречен в колонках ила из Бурлю-тюбинского плёса (рис. 8). Он представляет собой однородный грунт, в составе которого содержится 77.07% доломитового вещества, 8.02% нерастворимого остатка, а на долю кальцита приходится всего 5.84% от веса ила. От белых илов данный грунт отличается заметной сцементированностью, близкой к плотности пчьего белого мела. Величина слагающих его карбонатных зерен - от 0.001 до 0.003 мм. Этот ил содержит незначительную примесь глинистого материала без участия, как правило, более крупных обломочных частиц. Глубина его залегания - 66-68 см от поверхности современного известково-доломитового глинистого ила.

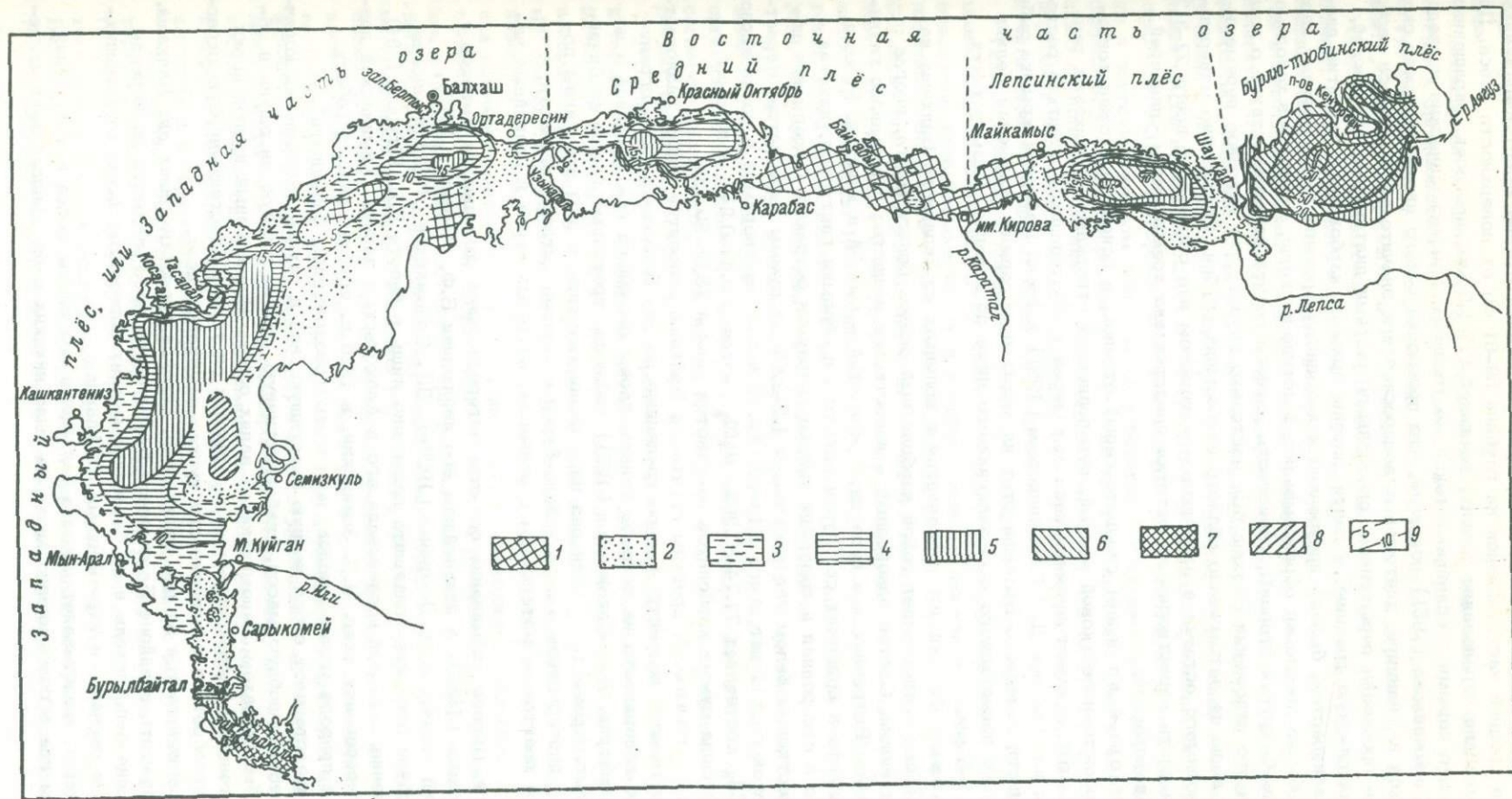


Рис. 8. Распределение доломита в осадках оз.Балхаш (по Д.Г. Сапожникову, 1951).

Содержание доломита в процентах от карбонатной части осадков: 1 - доломит отсутствует, 2 - 1-5, 3 - 5-10, 4 - 10-15, 5 - 15-20, 6 - 20-50, 7 - >50; 8 - песчаная отмель, намываемая в районе сел.Сары-тумсу; 9 - линии равных содержаний.

Известково-диатомовый ил из Бурлю-тюбинского плёса имеет выраженную слоистость в средней части колонок на глубине 59–61 см от поверхности плёса. Простым глазом видно чередование тонких, толщиной 0.5–1.5 мм, прослоек, окрашенных в белый цвет, с серыми прослойками такой же толщины. Микроскопические исследования Д.Г. Сапожникова (1951) показали, что прослойки белого цвета содержат скорлупки острокод и панцири диатомовых водорослей при значительной примеси карбонатов. Серые прослойки переполнены скелетными частями диатомовых водорослей, составляющих главную фракцию, и почти лишены примеси карбонатов. Развитие диатомовых, как известно, бывает приурочено к холодному времени года. Поэтому надо думать, что белые прослойки образовывались в летние периоды, а серые – в холодные времена года. С другой стороны, слоистость данного грунта свидетельствует о том, что в период его отложения Балхаш был настолько глубок, что ветровое перемешивание толши воды не затрагивало область наибольших глубин. Количество минерального нерастворимого остатка в известково-диатомовом иле составляет всего 22–31%. Значительная часть нерастворимого остатка представлена кремнеземом панцирей диатомовых водорослей.

Остракодовый ил имеет синеvато-серый оттенок, в основном сложен тонко-зернистой глинисто-известковой массой, переполненной створками ракушковых рачков (*Ostracoda*), имеет примесь песчаных зерен и обуглившихся остатков растений. В одном из образцов Д.Г. Сапожниковым (1951) найдена жаберная крышка рыбы. В северной части Западного Балхаша этот ил местами содержит включения мелких обломков белого известкового ила, залегающего ниже по колонке. Размер таких включений – 1–5 мм.

Известковый белый ил встречается в колонках из Западного Балхаша на глубине 67–77 см; представляет собой карбонатный осадок белого цвета, иногда с розоватым оттенком. Состав однородный – известковое вещество с примесью глинистого материала. Встречается в виде двух разновидностей – рыхлой и илистой. Рыхлая разновидность землиста и содержит скорлупки острокод и обломки гастропод, илстая – более плотная и однородная и содержит только скорлупки острокод. Содержание доломита в известковом белом иле составляет 1.2–2.6% от суммы карбонатов. Нерастворимый остаток составляет всего 9.13–10.74%. В части, растворимой в солянокислой вытяжке,  $\text{CaCO}_3$  составляет 77.74–80.36%,  $\text{MgCO}_3$  – всего 0.42–0.94% и доломит – 0.93–2.06%. Отсюда сумма карбонатов получается равной 78.68–80.73%.

Третичные глины. К древним грунтам в Балхаше относятся также разноцветные глины третичного возраста, распространенные по дну Балхаша весьма ограниченно. Обычно поверхность их покрыта тонким слоем песчаного ила толщиной в несколько миллиметров. Д.Г. Сапожников (1951) наблюдал третичные глины на бичевнике зал.Бертыс. Кроме того, один раз на станции глубиной в 3 м эти глины попали к нему в дночерпатель в виде красно-бурой с серыми пятнами разности, сложенной тонким пелитовым материалом с примесью песчаных зерен и гравийных частиц.

Балхашит. Первое упоминание об этом интереснейшем сопропелите имеется у Г.Д. Романовского (1882), в дальнейшем его наблюдали Б.Ф. Мефферт (1912), М.Д. Залесский (1914), П.Ф. Домрачев (1929в), Д.Г. Сапожников (1951) и многие другие. Подробное описание балхашита приведено лишь в работе Л.Д. Штурм (1934), которая в течение двух лет исследовала его в Алакольском заливе. Химической природой его интересовался акад. Н.Д. Зелинский, в 1926 г. опубликовавший работу „О химической природе углеводов, полученных разложением балхашита“.

Балхашит представляет собой черную блестящую, или в случае загрязнения коричнево-бурую, резиноподобную массу, слабоэластичную, иногда жирную на ощупь и обладающую слабым запахом, напоминающим запах олифы. Извлеченный из-под корки солей при длительном соприкосновении с воздухом он теряет блестяще-черную окраску гудрона и приобретает с поверхности тускло-землистый цвет.

Балхашит располагается на дне сухих озер, некогда представлявших дно Балхаша. Его можно встретить в районе Бертысской бухты около пос.Рыбтреста по берегам пересохшего ныне зал.Алаколь и на бичевнике мелких пересохших озер, отделявшихся в свое время песчаными перемычками от Алаколя.

Особый интерес представляет находка балхашита под слоем песка в котловинах выдувания, там где в современную эпоху не было никаких озер. Данный факт свиде-

тельствует об образовании балхашита в эпоху, по крайней мере, Малого пра-Балхаша.

Согласно исследованиям Н.Д. Зелинского (1926), балхашит в основном состоит из смеси органических соединений: кислот жирового ряда, сложных углеводов из группы парафинов и воскообразных эфиров. При сухой перегонке эти вещества дают „смолу“, содержащую до 17% бензиновой и до 60% керосиновой фракций.

Относительно происхождения балхашита существует две гипотезы, сходных в своей основе, но различающихся в очень существенных частностях. М.Д. Залесский (1914) впервые обнаружил в балхашите водоросль *Botryococcus Braunii* Kütz., которая в некоторых образцах слагает главную массу его. Это дало ему основание предполагать, что балхашит образуется в результате скопления этой и некоторых других водорослей, которые в прошлом пышно развивались в Алакольском заливе Балхаша. В момент его исследований на берегах этого залива встречалась свежая темно-зеленая масса из *Botryococcus Braunii* с небольшой примесью *Gomphosphaeria aronina* Kütz. Водоросль *Botryococcus* развивается на самой поверхности воды и постоянно ветром прибивается к берегам. Отмирание ее ведет к образованию сапропеля и затем сапропелита, носящего местное название „балхашит“. М.Д. Залесский, ссылаясь на химика Г. Поцелуева, указывает, что из *Botryococcus* после перегонки получается масса, имеющая вид дегтя и запах бензина. Из нее можно получать вазелин и другие смазочные масла.

Таким образом, в природных условиях балхашит, по гипотезе М.Д. Залесского, может образовываться в результате глубокого перерождения вещества, слагающего водоросли, прибиваемые ветрами и выбрасываемые волной на бичевник. Подобную позицию в отношении образования балхашита занимает и Д.Г. Сапожников (1951). Согласно его наблюдениям, балхашит содержит многочисленные включения гальки, а там, где сохранился в нетронутом состоянии, залегают на бичевнике прерывистыми полосами длиной до 10 м и шириной 1–1.5 м. В свое время этот бичевник был береговой зоной зал.Алаколь, что дало основание Д.Г. Сапожникову поддерживать гипотезу М.Д. Залесского о литоральном образовании балхашита.

Другая гипотеза принадлежит Л.Д. Штурм (1934). По ее мнению, балхашит образовался из водорослей разного видового состава под слоем воды при участии микро-организмов. Образование балхашита в условиях литоральной обстановки возможно, согласно Л.Д. Штурм, лишь в том случае, если он непосредственно в воде будет перекрыт песками, наступающими на озеро.

Нам представляется более вероятной гипотеза Л.Д. Штурм с теми разъяснениями, которые она дает в отношении случаев нахождения балхашита непосредственно на бичевнике в литоральной обстановке. Планктон зал.Алаколь насчитывал около 8 форм водорослей, описание состава которых дано в работе Б.В. Скворцова (1928). Поэтому можно предполагать, что балхашит способен образоваться из водорослей разного видового состава, так как для этого необходимы те же условия, что и для образования обычного озерного сапропеля, являющегося исходным продуктом для всех разновидностей сапропелитов. Образование сапропеля происходит, за редкими исключениями, в профундальной обстановке при ферментативном и бактериальном разложении богатых жирами водорослей, инфузорий, коловраток, планктических ракообразных, экскрементов животных и трупов их, а также за счет гниющей микрофлоры. Образование протекает только при очень незначительном проникновении кислорода и в бескислородной среде, что обычно наблюдается в сильно минерализованных водоемах, не перемешиваемых ветром до дна. При таких условиях получается не обугливание исходного органического вещества, а его битумизация, т.е. обогащение углеводородами и медленная дистилляция. В аэробных же условиях, под воздействием окислительных процессов, из того же самого исходного материала образуется обугленный и хорошо минерализующийся ил – гиттия, который не может служить исходным веществом для образования сапропелитов.

Нахождение балхашита под слоем песка в котловинах выдувания и под солевой коркой солонцов на 5–10 м выше современного уровня Балхаша в районе Бертысского залива говорит о том, что образование его происходило при гораздо более высоком уровне озера в отступурывающихся заливах и лагунах. Попадающие в них из Балхаша с компенсационными течениями, вызванными испарением воды, водоросли и другие планктонные организмы гибли от высокой солености. Образование же балха-



шита на бичевнике может рассматриваться лишь как частный случай, обусловленный созданием в массе водорослей анаэробных условий в результате быстрого заноса их песком. Ботриококковый сапропелит, описанный Н.Д. Залесским, по-видимому, был заключительным аккордом в процессе образования балхашита в озере.

Торф. Прослойки торфа в составе донных отложений изредка встречаются в Западном Балхаше, где величина их в колонке согласно Д.Г. Сапожникову (1951), достигает 10 см. Торф здесь лежит на глубине 15 см от поверхности дна и покрыт слоем мелкоалевритового ила. В другой колонке Д.Г. Сапожников обнаружил торф в самой основании вскрытых отложений, причем пройденная мощность его составила 7 см. Торф из этого монолита на 7 см был покрыт крупноалевритовым илом (илистым песком) и еще выше – слоем мелкоалевритового ила в 3–5 см, покрывающим поверхность дна. И, наконец, в третьей колонке встречена прослойка торфа толщиной в 2 см, перекрытая на 2–3 см песком, поверх которого лежит серый ил мощностью в 55–57 см.

Все три станции, где были взяты Д.Г. Сапожниковым колонки с торфом, располагаются во втором плесе Западного Балхаша, к юго-западу от г. Балхаш. В других частях озера торф в составе донных отложений нигде не был встречен. Значительно большего развития торф достигает местами по берегам озера. В районе с. Бурубайтал он лежит сплошным слоем на поверхности озерной террасы. Территория, покрытая торфяником, расположена к югу от поселка и, по оценке Д.Г. Сапожникова, достигает нескольких гектаров. На других участках маломощные прослойки торфа встречаются также в составе нижней озерной террасы. Например, Д.Г. Сапожниковым они отмечены у с. Бурылбайтал и в районе Бертысской бухты, а нами – в разрезе террасы у сел. Гасарал. В таких случаях торф, как правило, представлен сильно песчанистой обуглившейся разностью и сложен стеблями тростника и перистолистника с многочисленными включениями мелких раковин гастропод. В современных условиях торфа в самом озере, по-видимому, не образуется, зато мощными процессами торфообразования охвачены территории илийских баканасов, густопоросшие жесткой растительностью, и дельты некоторых других крупных притоков Балхаша.

Факторы формирования осадков. Выше уже упоминалось, что формирование осадков в Балхаше протекает под воздействием пяти факторов. После описания всех типов осадков попытаемся дать некоторую количественную оценку их роли в осадкообразовании. Нерастворимый остаток в осадках Балхаша составляет от 25.4 до 83.8%. Наибольшее количество нерастворимых частиц имеют минеральные терригенные грунты: песок (81%), крупноалевритовый (83.8%) и мелкоалевритовый илы (70.3%). Значительно меньше нерастворимого остатка в хемогенных минеральных илах: в глинисто-известковом он составляет 45.1% и в известково-доломитово-глинистом – 25.4%. Иными словами, количество терригенных минеральных частичек в различных типах грунтов неодинаково и колеблется в весьма широких пределах.

По данным Д.Г. Сапожникова (1951), обломочный материал содержится в осадках Балхаша от 25 до 90% и поступает из трех источников: 1) в результате разрушения скалистых берегов, 2) принося воду рек аллювиальных отложений и 3) выдувания ветром окружающих пустынь и отдельных скоплений бугристых песков. Реки, впадающие в Балхаш и доносящие до него воды, транспортируют огромное количество обломочного материала. Такие притоки Балхаша, как Или, Каратал, Аксу и другие, по подсчетам Д.Г. Сапожникова (1951), использовавшего многолетние данные, несут к нему ежегодно около 9 773 400 т взвешенных минеральных веществ. По мнению Д.Г. Сапожникова, половина этого количества оседает в дельтах рек, а в озеро поступает лишь 4 886 700, или, округленно, около 5 000 000 т взвешенных веществ. Современный аллювий притоков Балхаша состоит в основном из тонких „илистых песков” со средним диаметром частиц от 0.05 до 0.15 мм. Зерна, размером более 0.25 мм, содержатся, например, во взвесах Или и Лепсы в количестве не более 2–3% от веса натурального осадка. Коэффициент сортировки русловых отложений притоков Балхаша очень велик – от 1.3 до 2.1.

Д.Г. Сапожников (1951), сравнивая данные анализов илистых песков, отлагающихся в р. Или, с соответствующими данными „илистых песков” (крупноалевритовых илов) Западного Балхаша, пришел к заключению об их большом сходстве, что говорит о значительной роли р. Или в формировании осадков западной половины озера. Другие реки в этом процессе занимают подчиненное положение. Если взвешенные вещества

(„мутъ“) в Или транспортируются в течение года в количестве 8 300 000 т, то в Каратале уже в количестве 790 000, в Лепсе – 650 000, в Аксу – 32 000 и в Аягузе – 1400 т. Д.Г. Сапожников (1951) во время работы на Балхаше собрал и проанализировал взвешенное вещество из воды рек Или и Лепсы. Результаты его анализов 1,5%-ной солянокислой вытяжки взвешенного вещества дают основание для нижеследующих выводов.

Взвешенные вещества притоков Балхаша характеризуются большим количеством растворимых минеральных веществ. Так, например, количество углекислого кальция, входящего в состав твердой взвеси, в Лепсе достигает 13,01 и в Или 19,86% (округленно 20%). Русловые отложения менее карбонатны, чем взвесь. Среднее содержание  $\text{CaCO}_3$  в русловых отложениях р.Или составляет 16% и не поднимается выше 18%. Имеются и другие отличия. Взвешенное вещество в воде р.Или содержит в своем составе доломит в количестве до 5% от карбонатной части, в то время как русловые отложения совершенно лишены его. Факт этот имеет принципиальное значение, поскольку противоречит теории М.Н. Страхова (1945) об образовании доломита путем диагенеза  $\text{MgCO}_3$  в донных осадках. Очевидно, образование доломита и в Балхаше происходит не на дне путем диагенеза осадков, а в толще воды, о чем подробно будет изложено ниже (см. гл. XI). Озерные отложения Балхаша либо совсем не содержат силикатного кальция, либо содержат его лишь в незначительном количестве, измеряемом десятками долями процента. Это объясняется, по-видимому, отсутствием существенного его стока из притоков. Образуется он в самом Балхаше под влиянием взаимодействия  $n \text{H}_2\text{O} + m \text{SiO}_2$  с  $\text{Ca}$ , т.е. физико-химическим путем.

Ветры, довольно частые в Прибалхашье, поднимают в атмосферу и переносят значительные массы тонкого обломочного материала. Эта пыль улавливается поверхностью озера. По подсчетам Д.Г. Сапожникова (1951), с известным приближением можно принять, что эоловое питание Балхаша составляет около 1 000 000 т ежегодно, т.е. оно, будучи для озер аридной зоны третьим фактором осадкообразования, составляет около 20% от количества обломочных частиц, приносимого реками, являющимися вторым фактором осадкообразования. С целью изучения возможного состава частиц эолового питания Д.Г. Сапожников (1951) исследовал подвергающиеся развеванию бугристые пески Прибалхашья. При этом выяснилось, что состав бугристых песков, взятых из разных пунктов, чрезвычайно однообразен и характеризуется обычно зернами величиной от 0,05 до 0,25 мм, на долю которых приходится не менее 80–85% от веса осадка. Эти пески содержат от 5 до 10% растворимых веществ, что приближает их к илистым пескам – мелкоалевритовым илам озера. Бугристые пески, так же как крупно- и мелкоалевритовые илы русловых отложений, отличаются чрезвычайным однообразием в части минералов тяжелой фракции. По данным Д.Г. Сапожникова (1951), нет ни одного минерала, специфичного для того или иного типа отложений. Речные отложения и эоловые имеют совершенно одинаковый качественный состав.

Некоторое количество обломочного материала в осадки Балхаша поступает в результате обрушения берегов, являющихся по счету первым фактором осадкообразования. Однако это процесс, как отмечают все исследователи, в Балхаше существенно не развит. Большая часть котловины озера заштрихована древними озерными отложениями пра-Балхаша, различных стадий его развития. Поэтому процесс разрушения коренных пород берегов локализуется в ограниченном радиусе участков скалистых островов и обрывистых скалистых берегов западного и северного побережья Балхаша. Во всех других участках, где не наблюдается активного размыва, преобладают процессы намывания пород, о чем свидетельствуют уже отмеченные выше береговые валы, тянущиеся на огромные расстояния.

Разный генезис твердых частиц современных осадков Балхаша до некоторой степени подтверждается двухвершинным гранулометрическим их профилем. Двухвершинный характер кривой гранулометрического профиля, наблюдаемый в осадках, содержащих большое количество двух более или менее отдаленных по диаметру частиц фракций, некоторыми исследователями трактуется по-разному. По мнению М.В. Кленовой (1947), такие кривые свидетельствуют о процессе размывания, идущем на дне водоема. Д.Г. Сапожников (1951), напротив, ставит их в связь с постушением различного по величине частичек материала в водоем. Из 105 образцов, взятых на грунтовых станциях, по которым имеются результаты гранулометрического анализа, 57% профи-

лей характеризуется одновершинностью и 43% двухвершинностью. Причем у образцов, взятых с 34 станций, двухвершинность гранулометрического профиля выражена очень резко. Эти станции располагаются в различных частях водоема: в прибрежной зоне, в проливах и в центральных частях плёсов. Это позволяет считать, что двухвершинность кривой гранулометрического состава отложений в Балхаше может быть обусловлена разными причинами. Для осадков южной прибрежной зоны и центральных частей плёсов она может быть объяснена присутствием в отложениях эолового материала, а для осадков в районах, примыкающих к скалистому северному берегу и скалистым островам, — присутствием в отложениях крупных частичек, явившихся результатом разрушения коренных берегов.

Современные отложения Балхаша и Прибалхашья сформировались под влиянием накопления обломочного материала, образующегося при разрушении пород различного состава. Хорошее перемешивание водами и ветром уже образовавшегося при существовании пра-Балхаша обломочного материала различного происхождения привело к тому, что минералогический состав озерных, аллювиальных и эоловых отложений Прибалхашья постоянен. Это дало повод Д.Г. Сапожникову (1951) отложения дна Балхашской котловины выделить в особую Прибалхашскую терригеново-минералогическую провинцию. В составе тяжелой фракции отложений Балхаша и Прибалхашья присутствуют одни и те же минералы: рудные минералы, роговые обманки, глаукофан, минералы группы граната, титанит, минералы группы эпидота, хлорит и пр. Для озерных отложений современного Балхаша характерно присутствие большого количества рудных минералов и относительно низкое содержание роговых обманок и минералов из группы эпидота. Но это не меняет существа дела, так как это отличие балхашских отложений от эоловых и аллювиальных количественное, а не качественное.

Остановимся на пятом факторе осадкообразования. Организмы обогащают донные осадки в озерах органическими веществами. Содержание органических веществ в современных осадках Балхаша, как уже отмечалось при их описании, невелико — от 0.4% в песке до 3.4% в белых илах. Среднее содержание органического вещества в осадках Балхаша по 56 определениям составляет 1.4%. По обогащенности донных отложений органическим веществом Балхаш занимает среди других озер одно из последних мест (табл. 6).

В донных отложениях Балхаша органического вещества меньше, чем в донных осадках Байкала, более чем примерно на 1/3. В некоторых случаях большое количество органического вещества в Балхаше содержат белые или коричневатого оттенка илы. При органическом раскислении полуторных окислов происходит образование коллоидного гидрата железа, который и придает серым и белым илам коричневую и даже черную окраску.

Что касается четвертого фактора осадкообразования, заключающегося в химической садке солей в озере, то мы его можем охарактеризовать лишь в следующей главе после подробной химической характеристики вод Балхаша.

## 5. СКОРОСТЬ ЗАНОСА КОТЛОВИНЫ БАЛХАША ОСАДКАМИ, ПОДНЯТИЯ И ОПУСКАНИЯ БЕРЕГОВ

Согласно М.Н. Страхову (1954), интенсивность питания осадочным материалом континентальных водоемов зависит от величины активного водосбора и площади самого водоема, а также от климата, рельефа и петрографического состава отложений водосборной площади. Но главное значение при оценке интенсивности питания, по М.Н. Страхову (1954), имеет чисто геометрический фактор: отношение между дренируемой водоемом площадью —  $V$  и площадью самого водоема —  $L$ .

Масса вносимого в водоемы материала в первом приближении, по М.Н. Страхову (1954), пропорциональна площади сноса. Поэтому интенсивность питания бассейнов осадочным материалом с уменьшением размеров бассейнов имеет тенденцию к возрастанию (табл. 7).

Как видим, оз. Балхаш по скорости осадкообразования занимает одно из первых мест среди водоемов аридной зоны. В среднем ежегодно на 1 см<sup>2</sup> поверхности его дна отлагается 970 мг. твердых осадков, что в переводе на 1 м<sup>2</sup> составляет 9.7 кг. При этом следует иметь в виду, что в условиях засушливого климата на водосборную

Таблица 6

Среднее содержание органического вещества (в %) в осадках различных озер (по Д.Г. Сапожникову, 1951)

Водоемы	Содержание органического вещества	Примечание
Аральское море	0,34	Среднее из 15 анализов
Оз. Балхаш	1,4	" " 56 "
Оз. Иссык-Куль	2,0	" " 7 "
Оз. Байкал	2,3	" " 7 "
Ладожское озеро (открытая часть)	4,2	" " 5 "

Таблица 7

Средняя абсолютная скорость осадкообразования (в г/см<sup>2</sup>) за 1000 лет (по М.Н. Страхову, 1954)

Зона	Водоемы	$B/L$	Скорость осадкообразования	Примечание
Засушливая	Атлантический океан	0,30	1,47	По карте абс. масс
	Черное море	3,7	13,4 (?)	
	Каспийское море	4,3	39,0	По балансу годовичного стока взвешенных и растворенных веществ
	Аральское море	7,0	84,0	
Влажная	Оз. Балхаш	7,6	97,0	Около 4-5 14,3
	Оз. Байкал	14,1		
	Оз. Ильмень	31,5		

площадь атмосферных осадков выпадает немного. Масса же веществ, получаемых водоемом с определенной площади при прочих равных условиях пропорциональна количеству жидкого стока с этой площади. Иначе говоря, чем влажнее климат в пределах водосборной площади, тем интенсивнее осадконакопление в водоеме. Однако высокая мутность рек в аридной зоне, как мы видим на примере Балхаша, сводит к нулю это общее правило. В результате совокупного воздействия всех факторов осадкообразования озера аридной зоны не только не уступают озерам гумидной зоны, но в смысле осадконакопления даже опережают их на величину, гораздо большую той, какую при прочих равных условиях можно было бы ожидать от них исходя из величины коэффициента  $B/L$ . Аридизация климата, следовательно, является, при прочих равных условиях, фактором, более способствующим питанию бассейнов осадочным материалом и ускорению осадкообразования, чем гумидизация, при одном и том же коэффициенте  $B/L$  (Страхов, 1954). Скорость осадкообразования в Балхаше в 6 раз выше, чем в оз.Ильмень, почти в 20 раз выше, чем в оз.Байкал, и в 67 раз превышает среднюю скорость осадкообразования в Атлантическом океане.

Мощные толщи рыхлых четвертичных отложений наряду с явлением усыхания озера затрудняют геоморфологические наблюдения над современными движениями дна и берегов Балхаша. Поэтому имеющиеся суждения на этот счет почти целиком основываются на данных гравиметрии.

Как известно, отрицательная аномалия силы тяжести свидетельствует о поднятии рельефа, а там, где она положительная — об опускании рельефа. Для определения современных подвижек в Балхашской котловине Д.Г. Сапожниковым (1951) был сделан свод данных по аномалиям силы тяжести для Юго-Восточного Казахстана. Анализ их показал, что в пределах Прибалхашья и примыкающей к нему территории выделяются две области, гравитационное поле которых различно. Это, во-первых, области характеризующиеся относительно малой величиной аномалий силы тяжести — порядка от 50 до 80 миллигаль. К ним относится Балхашская впадина и прилегающая часть Центрального Казахстана. Во-вторых, это переходная область к горам и меж-

горным впадинам, где величина отрицательных аномалий силы тяжести быстро возрастает до 150–200 миллигаль. Подобное изменение Д.Г. Сапожников (1951) истолковывал как факт, свидетельствующий о том, что выходя за пределы Балхашской впадины к югу и востоку, мы попадаем в совершенно иную структурно-тектоническую зону. На рост отрицательной аномалии силы тяжести здесь влияет не только более высокое гипсометрическое положение, но и разная мощность рыхлых четвертичных осадков.

Известно, что Д.Н. Архангельский плотность масс верхних слоев земли считал одним из ведущих факторов, влияющих на аномалию силы тяжести. Сравнивая гравитационное поле Балхашской и Илийской впадин, Д.Г. Сапожников подметил, что отрицательные аномалии силы тяжести в пределах последней примерно вдвое больше, чем в первой. Этот факт он справедливо рассматривает как веское доказательство различной природы их глубинной структуры.

В пользу современного прогибания Балхашской впадины указывает нижеследующее.

1. Река Или в нижнем своем течении затопила большие пространства, сложенные бугристыми песками.

2. Река Или в нижнем течении в недавнем прошлом бросила старые русла (баканасы) и проложила новые прямо на северо-запад; поэтому надо думать, что длинная ось прогибания проходит параллельно Чу-Илийским горам и тянется полосой с юго-востока на северо-запад, захватывая южную часть Западного Балхаша и его западное побережье.

3. В западной части Восточного Балхаша на некоторых участках развиты берега аральского типа, образующиеся, как известно, путем затопления водами бугристых песков.

4. Сухие русла (баканасы) прослеживаются на некотором расстоянии по дну озера.

5. Береговая линия в районе островов Мын-Арал, представляющих хорошо сохранившиеся скалистые сопки, недавно превратившиеся в острова вследствие прогибания и затопления берега водой, чрезвычайно изрезана.

Кроме явления прогибания, на Балхаше установлены и современные поднятия берегов. Согласно Д.Г. Сапожникову (1951), область одного из них приходится на среднюю часть Западного Балхаша, где в районе п-ова Тасарал озеро резко суживается и имеет меньшие глубины, чем на участках, лежащих к северу и югу отсюда.

Все эти факты свидетельствуют, что в Балхашской котловине в недавнее время шли тектонические процессы, которые продолжают и в настоящее время. Но значение этих процессов в жизни Балхаша и пра-Балхаша нельзя переоценивать. Основные этапы в жизни пра-Балхаша, как мы уже указывали, были вызваны и климатическими изменениями, и процессом развития тектонической структуры Юго-Восточного Казахстана. Сами по себе тектонические процессы не объясняют колебание размеров пра-Балхаша в различные стадии его жизни.

## ГИДРОЛОГИЯ И ГИДРОХИМИЯ

## 1. ВОДНЫЕ МАССЫ ОЗЕРА

По подсчетам П.Ф. Домрачева (1940) Балхаш имеет 111 499 338 000 м<sup>3</sup> воды. При этом объем водных масс Восточного Балхаша составляет 58 351 594 000, а Западного - 52 147 744 000 м<sup>3</sup>. В связи с этим любопытно отметить, что в то время как площадь Западного Балхаша превышает площадь Восточного в 1.5 раза, объем водных масс Восточного Балхаша в 1.1 раза больше, чем объем водных масс Западного Балхаша, что объясняется большей глубиной восточной части озера.

Объем водных масс - чрезвычайно важный показатель природы каждого озера. Химический состав воды, температура и иные свойства вод любого озера определяются не только водами, питающими его, и интенсивностью водообмена с водосбором, но и взаимодействием его водных масс с непосредственно окружающей их средой, т.е. атмосферой, дном и берегами. Чем более интенсивно это взаимодействие, тем в большем соответствии находятся все изменения уровня, температуры и химического состава водных масс озера с изменениями в окружающей их среде (Верещагин, 1947). Но интенсивность этого взаимодействия определяется, в первую очередь, объемом водных масс озера и целым рядом соотношений между его пространственными измерениями. К последним относятся: а) средний объем воды, приходящийся на единицу поверхности озера; б) средний объем воды, приходящийся на единицу протяженности его береговой линии; в) отношение объема водных масс озера к объему воды, слагающемуся из объема воды, вносимой в течение года притоками, и величины атмосферных осадков, выпадающих на поверхность озера. Для определения положения, которое занимает в этом отношении Балхаш по сравнению с другими озерами, ниже приводятся сведения для некоторых крупных озер (табл. 8).

Таблица 8

Характеристика водных масс различных озер в индексах Г.Ю. Верещагина (1947)

	Байкал	Каспий	Телецкое озеро	Ладожское озеро	Балхаш
Число км <sup>3</sup> воды озера на 1 км <sup>2</sup> его площади	0.704	0.206	0.174	0.0049	0.0063
Число км <sup>3</sup> воды озера на 1 км длины береговой линии	11.0	-	0.22	0.79	0.046
Число км <sup>3</sup> воды озера на 1 км <sup>3</sup> поступающих в него вод	414	195	6.3	11.9	5.2

Из приведенных данных видно, что на каждый квадратный километр площади поверхности Балхаша, на каждый километр длины его береговой линии и на каждый кубический километр поступающих в него водных масс приходится значительно меньшее число кубических километров заключенных в него водных масс, чем у других озер. Следовательно, в Балхаше имеются условия, значительно более благоприятные

для воздействия на его водные массы со стороны окружающей среды озера – атмосферы, берегов и дна.

## 2. ВОДНЫЙ БАЛАНС ОЗЕРА

Водный баланс Балхаша, как всякого бессточного озера, складывается из следующих элементов: 1) суммарного речного стока; 2) осадков, выпадающих на зеркало озера; 3) весеннего стока с береговой полосы и 4) грунтового питания (подземный сток). Все эти четыре элемента составляют приходную часть водного баланса. Расходная же часть его складывается из двух элементов: 1) испарения с водной поверхности и ледяного покрова и 2) инфильтрации воды в ложе озера.

Речной сток за 1913–1917 и 1923–1939 гг. в среднем за год составил  $19\,997.5 \times 10^6$  м<sup>3</sup>, из которых на долю р. Или приходится  $16\,085 \times 10^6$  м<sup>3</sup>, Каратала –  $2570.9 \times 10^6$  м<sup>3</sup> и прочих рек (Лепса, Аксу, Аягуз и др.) –  $1202.1 \times 10^6$  м<sup>3</sup>. Принимая площадь озера для 1911–1918 гг. равной округленно  $22\,300$  км<sup>2</sup>, А.В. Шнитников (1936) путем целого ряда расчетов определил водный баланс Балхаша.

Поверхностный сток (речной сток + сток прибрежной полосы весной)	$21\,112.5 \times 10^6$ м <sup>3</sup> .
Подземный сток (грунтовое питание)	$1\,556.0 \times 10^6$ м <sup>3</sup> .
Атмосферные осадки на зеркало озера	$4\,014.0 \times 10^6$ м <sup>3</sup> .
Испарение с поверхности озера	$31\,220.0 \times 10^6$ м <sup>3</sup> .
Инфильтрация воды в ложе озера	$1\,556.0 \times 10^6$ м <sup>3</sup> .
Годовой приход	$3\,420.0 \times 10^6$ м <sup>3</sup> .

Как видим, расходная часть баланса превышает приходную на  $3420 \times 10^6$  м<sup>3</sup>, т.е. на 7.8% от речного стока. В пересчете на поверхность озера эта величина способна обеспечить ежегодное понижение уровня на 15 см. Полученная А.В. Шнитниковым (1936) величина хорошо согласуется с фактическими наблюдениями. Так, например, по данным Карачеганского водомерного поста, относящимся к периоду времени с июня 1913 по август 1917 г., установлено, что за 4 года уровень озера упал на 0.61 м. Следовательно, среднее годовое понижение уровня озера за указанный период составило 15.25 см. Согласно более поздним наблюдениям П.Ф. Домрачева (1940 б), годовое падение уровня в Балхаше составляет 22–23 см. Однако данные П.Ф. Домрачева относятся к 1928–1931 гг., т.е. не к тому периоду, который был взят А.В. Шнитниковым для расчета всех прочих элементов баланса водных масс озера при условном допущении о равенстве подземного притока воды в озеро и инфильтрации ее через дно Балхаша. Выбранный им путь оказался единственно возможным, поскольку нет ни одного озера, фильтрация воды через котловину которого была бы точно установлена.

## 3. СЕЗОННЫЕ КОЛЕБАНИЯ УРОВНЯ

Сезонные колебания уровня каждого озера тесно связаны с приходно-расходным балансом его водных масс в годовом разрезе. Для суждения о сезонных изменениях уровня Балхаша важно проследить колебания среднемесячных расходов рек, несущих свои воды в озеро, учесть влияние испарения с поверхности воды, а также влияние осадков, выпадающих непосредственно на озеро и размеры стока с берегов весной. Влияние внутреннего грунтового стока и инфильтрации вод через ложе озера, поскольку эти составляющие принято считать равными, во внимание может не приниматься. Поэтому общая амплитуда колебания уровня Балхаша за каждый данный отрезок времени может быть определена по формуле

$$h = \frac{S\bar{d} + O + S^r}{s} - \frac{is}{s},$$

где  $h$  – уровень воды;  $S\bar{d}$  – суммарный речной сток за данное время;  $O$  – количество осадков, выпадающих на площадь озера за то же время;  $S^r$  – весенний сток с береговой полосы;  $is$  – испарение с водной поверхности озера;  $s$  – площадь озера.

Если мы будем вместо *Sd*, *0*, *Sr* и *is* подставлять их значения (в м<sup>3</sup>) за какой-то известный промежуток времени, то получим искомые значения за данный промежуток времени.

Как уже говорилось, за период с 1913 по 1917 г. Балхаш понизил свой уровень на 61 см. Речной сток за тот же период в пересчете на всю площадь озера дал слой в 356.1 см. На зеркало озера выпало приблизительно 76 см осадков, а суммарный слой весеннего прибрежного стока А.В. Шнитников (1936) определил в 23 см при величине испарения - в 129 см. В годовом разрезе наибольшее значение для сезонных колебаний уровня озера имеют речной сток и испарение с поверхности озера. Остановимся на характеристике обоих факторов. Из всех притоков Балхаша в водном балансе летнего периода играют роль Или и Каратал, так как прочие летом или пересыхают, или дают настолько малый сток, что он практического значения для колебания уровня Балхаша не имеет. Обе реки питаются главным образом за счет снежников в горах. Как уже указывалось, р.Или, на долю которой приходится 3/4 речного стока, более 2/3 своих вод приносит в Балхаш в вегетационный период. Если для сравнения сток в наиболее многоводный для Или месяц (июль) принять за 100%, то сток в другие месяцы составит

Месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Сток в % к июльскому	34.1	33.6	34.1	38.3	55.5	81.3	100	84.6	51.2	34.2	32.3	33.6

Как видим, лаводок в Или начинается в мае и заканчивается в сентябре. Половодье падает на июнь, июль и август. Следовательно, наибольшего влияния лаводка р.Или на уровень Балхаша нужно ждать в эти месяцы.

Испарение с водной поверхности Балхаша за 1930-1931 гг., высчитанное по формуле Меера, показывает ту же закономерность.

Месяцы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Сумма за год
Испарение, мм	3.3	7.4	-	-	213.9	290.6	388.6	333.7	181.7	76.6	27.6	(7)	(1635.6)

Формула Меера, будучи применена к аридным областям, дает несколько преувеличенные результаты. Несмотря на это, можно все же утверждать, что при пике в июле период повышенной испаряемости воды начинается с мая и заканчивается в октябре. Грубый подсчет показывает, что за вегетационный период речной сток может повысить уровень Балхаша на 0.58 м, а испарение с его водной поверхности за это же время способно понизить уровень на 1.4 м. Следовательно, в летний период в Балхаше должно иметь место понижение уровня воды. Если условно отбросить влияние прочих элементов водного баланса озера, то взаимодействие этих двух противоположно направленных факторов должно понизить уровень озера летом на 0.82 м. В действительности же летнее падение уровня не достигает такой величины (табл. 9), так как сказывается влияние и других элементов водного баланса. Наибольшее зафиксированное в теплое время года падение уровня Балхаша составило 44 см.

Наибольший уровень в Балхаше приходится на март-июнь. Месяцы же с наибольшей величиной речного стока - июль и август - оказываются также месяцами со значительным понижением уровня, обусловленным годовым максимумом испарения воды с поверхности озера в это время. Снижение уровня происходит вплоть до ледостава, и минимальный наблюдается в период ледостава - в ноябре-декабре. С момента установления ледостава практически прекращается испарение воды. Поэтому, несмотря на минимальный речной сток, уровень воды в озере зимой неуклонно повышается. Однако зимние подьемы уровня обычно незначительны - чаще всего не превышают 29 и составляют не меньше 17 см. Но бывают и исключения. Например, в более полноводный 1943 г. зимнее повышение уровня достигало 44 см, а в менее полноводный 1946 г. - всего лишь 9 см. Те годы, которые характеризуются большим количеством осадков, имеют, как правило, и наибольший зимний подъем уровня воды. В годы с малым количеством осадков возможны даже такие случаи, когда в начале зимы уровень несколько поднимается, а во второй половине падает (1946 г.) или остается на прежнем уровне (1945 г.). Очевидно, напор пластовых вод,двигающихся



Таблица 9

Среднемесячные уровни оз.Балхаш в зал.Бертыс (отметка нуля графика - 344.2 м усл. выс.)

Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Средне за год
1943	239	243	248	231	233	252	240	231	217	217	210	204	230
1944	213	224	230	239	237	235	221	207	202	202	199	187	216
1945	190	190	193	194	192	192	192	191	191	180	168	154	186
1946	151	151	152	155	166	166	165	165	160	155	154	163	155
В среднем за 4 года	198	202	205	205	207	211	205	198	192	188	158	177	198

с юга бассейна по палеозойскому фундаменту из каменных пород в годы с малым количеством осадков, сравнительно быстро ослабевает, тогда как в годы с большим количеством осадков он действует с известной силой до конца зимы. Весна в такие годы с точки зрения поступления грунтовых вод должна быть наиболее бедной как для Балхаша, так и его притоков.

Поскольку известно, что высокогорные снежники истощаются уже в августе, то по характеру колебания уровня в озере можно предположить, что скопившиеся в горах и долинах рек за весну и лето аллювиальные воды доходят до озера во второй половине лета, мешая резкому падению уровня в конце сезона открытой воды и оставаясь главным источником питания озера зимой. Несомненно, что этот мощный поток аллювиальных вод и нейтрализует отрицательное действие влияния испарения на дальнейшее снижение уровня Балхаша во второй половине лета.

В марте в связи с таянием снега уровень воды в Балхаше в полноводные годы поднимается на 12-15 см, из которых 5 см приходится на долю стока с берегов Прибалхашской котловины. В годы же с низким уровнем даже общий весенний подъем воды иногда не превышает 5 см. В июне для уровня Балхаша наступает переломный момент: подъем уровня заканчивается и начинается его падение, продолжающееся вплоть до замерзания озера.

Таким образом, сезонные колебания уровня Балхаша определяются весьма сложным взаимодействием различных элементов, слагающих баланс его водных масс.

#### 4. ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ВОДЫ

Мы уже видели, что Балхаш отличается от других озер исключительно благоприятными условиями в смысле влияния на его водные массы атмосферы, притоков и берегов, так как благодаря незначительной глубине котловины и относительно большой площади водного зеркала, в нем нет той диспропорции, которая наблюдается, например, в Байкале и в других глубоких озерах. Это обстоятельство, а также аридность и континентальность климата уже заранее заставляют предполагать ряд таких особенностей в количестве тепла, приходящегося на единицу объема водных масс озера и распределения этого тепла в озере в течение года, которые свойственны только мелководным озерам (табл. 10).

Средний запас тепла в течение года весьма непостоянен и колеблется от  $13\,379,8 \times 10^6$  до  $2\,483\,082,7 \times 10^6$  бол.кал. Наименьший запас тепла воды озера имеют в феврале и наибольший - в июле. Такие месяцы, как январь, февраль и март, характеризуют зимний запас тепла, а май, июнь, июль, август и сентябрь - летний. Весенними переходными месяцами является март и апрель, а осенними - октябрь, ноябрь и декабрь. Весна является самым коротким периодом, что объясняется, как уже нами указывалось при характеристике климата, малоснежностью зимы. Отдача и аккумуляция тепла в Балхаше происходят весьма своеобразно (табл. 11).

Нагрев воды начинается в марте, а наибольшим оказывается в апреле (IV-V). Отдача тепла водою наблюдается уже в июле (VII-VIII). Максимальное охлаждение

Таблица 10

Изменение запасов тепла в Балхаше в течение года (в млн ккал.)

Месяц	Западный Балхаш	Восточный Балхаш	Балхаш в целом
Январь	8 343,5	11 730,3	20 073,8
Февраль	2 085,8	11 294,0	13 379,8
Март	14 171,3	51 498,1	65 669,4
Апрель	504 736,1	145 343,1	650 079,2
Май	977 379,2	657 196,1	1 634 575,3
Июнь	1 231 206,1	1 025 533,6	2 256 739,7
Июль	1 388 853,8	1 094 228,9	2 483 082,7
Август	1 248 080,3	1 037 649,2	2 285 729,5
Сентябрь	899 772,9	739 264,8	1 639 035,3
Октябрь	490 148,4	446 440,0	936 588,4
Ноябрь	138 301,8	79 121,3	217 423,1
Декабрь	9 919,6	14 640,1	24 559,7

Таблица 11

Среднемесячные разности в аккумуляции тепла водными массами озера (в млн ккал.)

Разность за период	Западный Балхаш	Восточный Балхаш	Балхаш в целом
Январь-февраль	-6257,7	-436,3	-6694,0
Февраль-март	+12185,5	+40204,1	+52389,6
Март-апрель	+490564,8	+93845,0	+587409,8
Апрель-май	+472643,1	+511853,0	+984496,1
Май-июнь	+253826,9	+368337,5	+622164,4
Июнь-июль	+157647,7	+68695,3	+226343,0
Июль-август	-140773,5	-56579,7	-197353,2
Август-сентябрь	-348307,3	-298386,9	-646694,2
Сентябрь-октябрь	-409583,1	-292864,8	-702447,9
Октябрь-ноябрь	-351846,6	-367318,7	-719165,3
Ноябрь-декабрь	-128382,2	-54581,2	-192963,4
Декабрь-январь	-1576,1	-2909,8	-4485,9

водных масс Балхаша приходится на октябрь, а минимальное — на декабрь в период образования льда. Эти особенности теплового баланса нельзя объяснить влиянием одной лишь температуры атмосферы на водные массы. Например, в марте, как это видно из данных табл. 12, средняя температура воздуха бывает еще ниже температуры воды, между тем, последняя уже нагревается.

С другой стороны, осенний переломный момент в средних месячных температурах воды и воздуха наблюдается в сентябре, в то время как остывание воды начинается уже в июле. Ноябрь, являясь месяцем наибольшей отдачи тепла водоему, имеет наименьшую разность между средними температурами воды и воздуха. И, наконец, декабрь имеет отнюдь не минимальный температурный градиент между водоемом и воздухом. Несомненно, в термическом режиме Балхаша проявляется весьма сложное влияние ландшафта. Нагрев воды в марте можно объяснить влиянием более теплых вод южных притоков, а потерю тепла водными массами в августе — влиянием испарения. Существенное значение при этом может также иметь ночная отдача тепла водоему. Наибольшая отдача тепла в ноябре легко объясняется осенней циркуляцией, охлаждением поверхностных слоев до  $+4^{\circ}\text{C}$  и опусканием их на дно. Наконец, слабое изменение запасов тепла в декабре находится в прямой связи с выделением водоемом скрытой теплоты льдообразования.

Во всех вышеприведенных данных обращает на себя внимание существование значительной разницы между тепловым балансом и термикой Западного и Восточного Балхаша. Западный Балхаш имеет больший запас тепла в течение всего лета и мень-

Таблица 12

Среднемесячные температуры воды и воздуха в  
Западном и Восточном Балхаше

Месяц	Западный Балхаш		Восточный Балхаш	
	воздуха	воды	воздуха	воды
Январь	-18,0	0,2	-25,6	0,2
Февраль	-16,7	0,04	-23,6	0,1
Март	-4,1	0,2	-5,9	0,6
Апрель	10,7	8,6	5,2	4,5
Май	16,2	16,7	14,9	13,5
Июнь	23,9	21,1	19,8	19,4
Июль	26,6	23,8	21,5	20,1
Август	24,6	21,4	20,9	19,8
Сентябрь	15,4	15,4	14,2	14,2
Октябрь	7,4	8,4	7,3	7,7
Ноябрь	-0,8	2,4	-1,7	1,7
Декабрь	-11,5	0,2	-15,4	0,4

ший в течение всей зимы, быстрее охлаждается осенью и скорее нагревается весной, чем Восточный Балхаш. Мобильность теплового баланса Западного Балхаша нельзя объяснить влиянием температуры воздуха. Восточный Балхаш имеет более низкие месячные температуры воздуха, между тем остывание зимою его идет значительно медленнее. Несомненно, что большая мобильность теплового баланса Западного Балхаша определяется особенностями его котловины (табл. 13)

Таблица 13

Характеристика Западного и Восточного Балхаша в индексах Г.Ю. Верещагина (1947)

	Число км <sup>3</sup> воды на 1 км <sup>2</sup> площади озе- ра	Число км <sup>3</sup> воды на 1 км береговой ли- нии	Число км <sup>3</sup> воды на 1 км <sup>3</sup> притока в озе- ро воды за год
Западный Балхаш	0,0048	0,041	3,2
Восточный Балхаш	0,0086	0,051	15,0
Балхаш в целом	0,0063	0,046	5,2

Итак, водные массы Западного Балхаша, имеющего среднюю глубину 4,79 м, находятся в более благоприятном положении для воздействия со стороны окружающей среды - атмосферы, дна и притоков, чем воды Восточного Балхаша, имеющего среднюю глубину 8,79 м.

Суточные изменения температуры в поверхностных горизонтах в 1937 г. изучались Балхашским отделением ВНИОРХ в зал. Бертыс (табл. 14 и 15). Как показывают результаты этих наблюдений, начало устойчивого дневного нагрева воды в 1937 г. было приурочено к первой декаде апреля. Во 2- и 3-й декадах апреля дневной нагрев воды достигает 1,1-1,2°C. Максимальный осредненный дневной нагрев, равный 4,4°, наблюдается в конце июля в начале августа.

Минимальные и максимальные значения температуры балхашской воды за длительный промежуток времени (с 1921 по 1937 гг.), приведенные в табл. 16, свидетельствуют о том, что прогрев воды начинается в апреле сразу же после вскрытия озера, которое обычно наступает в 1-й декаде апреля. Но сильные ветры и вызываемое ими перемешивание водных масс в апреле могут очень сильно охлаждать воду, о чем свидетельствуют низкие минимальные температуры воды этого месяца. В течение мая и июня вода в Балхаше нагревается еще выше, чем в апреле, а термический режим носит более устойчивый характер и не имеет резких депрессий. В дальнейшем с июня интенсивность нагрева воды начинает ослабевать. Кульминационный

Таблица 14

Годовой ход суточных изменений температуры воды (в °С)

Месяц	Декада	Время наблюдений			Среднесуточ- ная разность температур °С
		7 ч.	13 ч.	19 ч.	
Январь	1	0.0	0.2	0.1	0.2
	2	0.0	0.2	0.1	0.2
	3	0.1	0.2	0.1	0.1
Февраль	1	0.1	0.2	0.1	0.1
	2	0.0	0.2	0.1	0.2
	3	0.1	0.2	0.1	0.1
Март	1	0.2	0.2	0.2	0.0
	2	0.3	0.3	0.3	0.0
	3	0.4	0.5	0.4	0.1
Апрель	1	0.7	0.9	1.1	0.4
	2	2.4	3.5	3.6	1.2
	3	3.4	4.5	4.6	1.1
Май	1	9.2	10.9	11.5	2.3
	2	11.7	12.0	13.0	1.3
	3	12.1	14.1	15.3	3.2
Июнь	1	16.7	16.6	19.3	2.7
	2	19.4	20.7	21.2	1.8
	3	19.6	20.7	21.3	1.7
Июль	1	19.8	21.7	22.7	2.9
	2	22.1	23.5	24.3	2.2
	3	19.8	23.5	24.2	4.4
Август	1	19.4	23.2	23.5	4.4
	2	18.4	21.7	21.5	3.3
	3	16.9	19.1	17.9	2.2
Сентябрь	1	12.3	16.2	15.7	3.9
	2	15.3	18.3	17.3	3.0
	3	13.3	16.4	16.6	3.3
Октябрь	1	9.9	11.7	11.2	1.3
	2	9.3	11.4	11.0	2.1
	3	9.1	8.5	8.2	0.9
Ноябрь	1	4.7	5.4	4.8	0.7
	2	1.5	1.3	1.2	0.3
	3	0.2	0.2	0.1	0.1
Декабрь	1	0.1	0.1	0.1	0.0
	2	0.1	0.1	0.1	0.0
	3	0.1	0.1	0.1	0.0

Таблица 15

Годовой ход суточных изменений температуры поверхности воды в 1937 г. (в °С)

Декада	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
1	+0.05	+1.12	+5.20	+2.64	+0.50	+0.38	-2.87	-2.01	-4.79
2	+0.17	+1.94	+2.85	+2.70	+0.45	-1.10	-1.62	-1.06	-1.32
3	+0.50	+2.08	+2.01	+0.91	-0.68	-2.96	-1.41	-3.06	-0.78

момент обычно наблюдается во 2-й декаде июля, когда температура в поверхностных горизонтах воды достигает до 28,2°С. Начиная с августа охлаждение поверхностных горизонтов воды происходит также интенсивно, как и нагрев. Со второй декады августа обычно наблюдается постепенное охлаждение озера.

Таблица 16

Наибольшие и наименьшие средние температуры поверхности воды Балхаша (в °С)

Месяц	Температура		Месяц	Температура	
	максимальная	минимальная		максимальная	минимальная
Январь	0.56	0.1	Август	23.9	17.7
Февраль	0.54	0.0	Сентябрь	18.5	8.3
Март	1.27	0.0	Октябрь	17.1	3.2
Апрель	14.4	0.8	Ноябрь	2.7	0.0
Май	18.5	11.1	Декабрь	1.0	0.0
Июнь	24.3	16.0	Среднегодо- вая	12.5	6.3
Июль	28.2	18.6			

В отдельные годы наблюдаются значительные изменения среднедекадных и среднемесячных температур. В ноябре в Куйгане (Зап. Балхаш) средняя месячная температура поднимается до  $1.56^{\circ}$ , а в 1936 г. – даже до  $2.7^{\circ}$ . В октябре 1933 г. в Карачегане средняя месячная температура составила всего  $3.2^{\circ}$  против  $10.13^{\circ}$ , по средним многолетним данным.

В связи с большой мелководностью осеннее охлаждение в Западном Балхаше происходит быстрее, чем в Восточном. Отсюда существенная разница в датах замерзания и вскрытия между Западным и Восточным Балхашем. Толщина льда бывает не менее 30 и не более 100 см, но в дельте Или благодаря наледям она иногда достигает 150–160 см. На льду бывает много трещин. Некоторые из них имеют ширину 1–2 м и длину несколько десятков километров.

Как видно из приведенных в табл. 17 данных, очищение ото льда весной в Западном Балхаше в среднем наступает на 14 дней раньше, чем в Восточном, а начало замерзания – соответственно, на 10 дней позже. Вертикальная термическая слоистость в Балхаше выражена слабо. В апреле разность между поверхностными и придонными температурами воды обычно не превышает 1.1, в мае – до 1.8, в июне – до 3, в июле – до 2.4, в августе – 1.5, в сентябре – до 1.2 и в октябре –  $0.2^{\circ}\text{C}$ . Вертикальные термические зоны – эпи-, мета- и гипolimнион – в Балхаше отсутствуют. Причиной этого явления, равно как и незначительной разности между поверхностными и придонными температурами, является полное вертикальное перемешивание водных масс Балхаша на всех плёсах частыми ветрами. Весенний переход от обратной зимней стратификации к прямой летней наблюдается чаще всего во второй декаде мая. Осенняя гомотермия наблюдается в первой декаде октября. Таким образом, период зимней стагнации длится с первой декады октября по вторую декаду мая, т.е. около 7 месяцев.

Особенности термического режима заставляют отнести Балхаш к однородным тепловодным озерам умеренной зоны.

## 5. СОЛЕНОСТЬ

Главную роль в химизме озерных вод аридной зоны играют  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$  и  $\text{NaCl}$ . Поскольку основной особенностью пустынной зоны является преобладание испарения над осадками, каждое озеро пустынной области имеет отрицательный водный баланс, если его рассматривать за достаточно длительный геологический промежуток времени. Существование Большого, Среднего и Малого пра-Балхаша говорит за то, что и современный Балхаш имеет отрицательный с геологической точки зрения баланс влаги. Время прохождения озерами аридной зоны всего цикла жизни определяется целым рядом факторов, а именно: 1) размерами водоема: чем больше объем водных масс озера, тем длительнее будет его история и тем более мощную толщу хемогенных и терригенных осадков он оставляет после себя; 2) разность между приходом и расходом воды; 3) степенью концентрации растворенных веществ поступающих в озеро вод из притоков и от подземного стока; 4) степенью

филтрации воды через озерное ложе и уноса с ней части солей; 5) степенью заноса озера терригенными осадками.

Результаты многочисленных исследований отдельных частей озера в гидрохимическом отношении весьма разноречивы. Так, ученые, исследовавшие Западный Балхаш, считают озеро пресным или почти пресным, в то время как результаты исследования вод крайних плёсов Восточного Балхаша свидетельствуют о сравнительно высокой солености вод озера. Например, анализами проб воды, взятых вблизи сел. Бурлю-гюбе (Бирштейн и Беляев, 1946), установлено, что Балхаш имеет соленость до 7‰. По А.В. Шнитникову (1936) соленость Балхаша 0.5–1.5, по П.Ф. Домрачеву (1940) – до 3, по В.Д. Коншину (1945) – до 5.24‰. Столь значительные расхождения в выводах объясняются двумя причинами: во-первых, пробы воды брались в разных точках и, во-вторых, методы определения того или иного ингредиента были неодинаковыми. При определении солености вод в Балхаше на основании анализа проб, взятых на одной и той же станции, никогда не удавалось дважды получить один и тот же результат, как не удастся, допустим, дважды стоять в той же самой воде ручья. Многое зависит также и от применяемых методов исследований. Сотрудники П.Ф. Домрачева, например, сульфаты определяли, как правило, по Кульману и Гросфельду. Этот метод дает резко заниженные величины, а поэтому и все приводимые П.Ф. Домрачевым цифры содержания сульфатов и общей солености занижены. Более точные результаты при определении сульфатов дает бензидиновый метод в модификации Запрометова. Активную реакцию воды удобнее всего определять по шкале Кларка-Палича, хлор – по методу Мора, карбонаты и бикарбонаты – титрованием  $HCl$  в присутствии фенолфталеина и метилоранжа, содержание  $Ca$  и  $Mg$  – весовым методом.

Наиболее удачными в методическом отношении исследованиями солености балхашских вод являются исследования, проводимые в Институте Геологических наук Академии наук СССР под руководством В.Д. Коншина (1945). Как видно из данных табл. 18, при одновременном росте концентрации всех ионов концентрация  $Ca$  с запада на восток в Балхаше убывает. Результаты пересчета ионов на соли (табл. 19) свидетельствует о значительном постоянстве содержания в Балхашской воде  $CaCO_3$  (за исключением ст. 164).

Увеличение карбонатов в восточной части озера влечет за собой осаждение кальцита и появление в растворе  $MgCO_3$ , что в свою очередь в 4,5 раза увеличивает концентрацию

Таблица 17

Дата вскрытия и замерзания Балхаша

Место наблюдений	Вскрытие		Замерзание			
	начало	ледоход	очистение	начало	ледоход	окончание
Западный Балхаш (Кара-чеган)	16 III-25 IV 22 III	4 IV-23 IV 13 IV	8 IV-26 IV 7 IV	1 XI-24 XI 12 XI	12 X-7 XII 10 XI	16 XI-31 XII 9 XII
Восточный Балхаш (Бергыс)	5 IV-24 IV 14 IV	5 IV-29 IV 17 IV	14 IV-29 IV 21 IV	16 XI-29 XI 22 XI	13 XI-31 XII 6 XI	30 XI-31 XII -

Примечание. Числитель – крайние даты, знаменатель – средние.

Таблица 18

Ионный состав (в мг/л) воды оз. Балхаш (УII-УIII 1941 г., по В.Д. Коншину, 1945)

Район	Станция	$\text{CO}_3^{''}$	$\text{HCO}_3'$	$\text{SO}_4''$	$\text{Cl}'$	$\text{Ca}''$	$\text{Mg}'$	$\text{Na}'+\text{K}'$	S, ‰
I	112	20,5	280,5	354	228	57,4	74,0	267	1,261
	110	22,8	270,9	370	237	55,7	77,0	252	1,285
II	120	22,2	291,1	395	260	37,4	81,9	308	1,389
	128	25,2	334,3	486	317	42,2	99,0	363	1,667
III	164	48,9	443,8	893	574	25,7	164,0	694	2,843
1У	150	86,6	628,4	1410	954	17,0	240,0	1174	4,510
У	135	122,1	662,8	1685	1107	14,0	289,0	1363	5,243
	138	102,8	683,8	1628	1081	15,1	285,0	1315	5,110

Таблица 19

Гипотетический солевой состав воды (в мг/л) оз. Балхаш (по В.Д. Коншину, 1945)

Район	Станция	$\text{CaCO}_3$	$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	$\text{MgCO}_2$	$\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$	$\text{MgSO}_4$	$\text{Na}_2\text{SO}_4$	$\text{NaCl} + \text{KCl}$	pH
I	112	34,2	95,9	-	249,9	160,9	333,6	387,2	8,3
	110	38,0	163,8	-	177,0	235,6	269,2	402,9	8,2
II	120	37,0	91,4	-	267,8	185,1	365,7	442,6	8,4
	128	42,0	102,8	-	308,2	236,6	439,5	537,9	8,4
III	164	64,2	-	14,6	532,3	353,0	904,0	976,0	9,0
1У	150	42,5	-	85,9	753,7	445,0	1560,0	1625,7	9,15
У	138	37,7	-	112,7	820,1	575,2	1728,8	1836,6	9,2
	135	35,0	-	142,1	794,9	573,8	1814,7	1884,5	9,15

бикарбонатов магния. Как видно из солевого состава (табл. 19), в балхашской воде не содержится ни  $\text{CaCl}_2$ , ни  $\text{MgCl}_2$ , но имеется  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Поэтому В.Д. Коншин относит Балхаш, по классификации Н.С. Курнакова, к озерам сульфатного типа (Коншин, 1945).

Основной причиной повышенной осаждаемости  $\text{CaCO}_3$  и доломитов в Балхаше, по нашему мнению, является, помимо все возрастающего осолонения озера, еще и отсутствие  $\text{CO}_2$  в воде, что наблюдается в озерах сравнительно редко. Углекислый газ присутствует только в западной половине Балхаша, а в восточной половине озера его нет. Отсутствие  $\text{CO}_2$  приводит к тому, что выпавшие в осадок карбонаты не могут переходить в бикарбонаты и остаются на дне.

## 6. ПОЧЕМУ БАЛХАШ ИМЕЕТ НИЗКУЮ СОЛЕНОСТЬ ВОДЫ?

В 1936 г. А.В. Шнитников опубликовал чрезвычайно интересную работу: „Элементы водного и солевого баланса оз. Балхаш“. Принимая средний объем водных масс озера равным 111 499 388 000 м<sup>3</sup>, он подсчитал, что притоки ежегодно приносят в Балхаш 4,32 млн т солей. По его мнению, такое количество солей может обеспечить ежегодное повышение солёности на 0,04%, а уровня современной солёности озеро должно было бы достичь за 20–25 лет, даже если бы вода его была изначально дистиллированной. Между этой гипотетической датой и геологическим возрастом Балхаша существует огромный разрыв. В связи с этим встает вопрос, почему весь Балхаш не осолонился до солёности Алакольского залива? А.В. Шнитников видит причину в солеотдаче Балхаша путем инфильтрации воды через его ложе, но могут быть и другие объяснения.

По данным Л.С. Берга (1908), например, все солёные озера могут терять часть своих солей и опресняться в следующих случаях: 1) если озеро получает временный

исток: а) наземный, как, например, оз.Чад и Платтенское озеро; б) подземный, как, например, в областях карстового ландшафта, где большинство озер является пресными; в) в виде ключей, выходящих ниже уровня озера, как, например, у оз.Сонколь в Тянь-Шане; 2) если озеро высохнет совершенно, затем осадившиеся на дне соли будут занесены субаэральными отложениями и после чего озеро снова пополнится водой в результате увлажнения климата или из рек. Л.С. Берг предполагал, что таким путем шло опреснение у Лобнора и Балхаша.

Ни один из этих путей опреснения, и в частности последний, в Балхаше не имел места. Важнейшим опресняющим фактором для Балхаша является испарение воды в его заливах. Если бессточное озеро аридной зоны сохраняет долгое время связь с лагунами, то пока существует пролив, убыль воды в лагунах на испарение компенсируется за счет водных масс главного водоема. Под влиянием испарения прогрессируется осолонение лагун приводит в конце концов к образованию рапы и самоосаженных солей, как это имеет место в Алакольском заливе и в лагунах по южному берегу. Когда такое усыхающее озеро понизит свой уровень настолько, что связь с лагунами прекратится, последнее быстро превратится в солонец. В таких солонцах под слоем соли в 20–40 см лежит сапропелит, образованный отмиранием заносимых из озера водорослей в тот момент, когда лагуна еще была не отшнурована и имела связь с основным водоемом.

Характерной чертой сухих и обводненных лагун является разный состав рапы и самосадочных солей. Данное явление вовсе не является специфической особенностью только Балхаша, его можно наблюдать и в других крупных озерах. Обусловливается оно одним и тем же фактором – неодновременным выпадением солей в осадок при повышении концентрации рапы. Лагуны претерпевают такую же эволюцию, как любое самостоятельное озеро аридной зоны. Сначала в них осаждаются кальцит, затем доломит, сульфаты и, наконец, при солености в 240–250‰ осаждаются хлориды. Разница лишь в темпах: большие озера проходят через эти стадии на протяжении более длительного геологического отрезка времени, а средние и малые озера, как и лагуны, – более короткого. Важное значение при этом имеет интенсивность испарения с водной поверхности и занос водоемов терригенными осадками, так как то и другое сокращает геологическую жизнь озер в пустынях.

Насколько быстро идет процесс осолонения Балхаша, рассчитать невозможно, так как мы не знаем точно, какое количество воды озеро получает от внутреннего стока и какое отдает путем инфильтрации в окружающие пустыни. Данные А.В. Шнитникова по водному и солевому балансу, содержащие много весьма ценных для изучения Балхаша сведений, но на этот вопрос не дают ответа. По А.В. Шнитникову, Балхаш ежегодно теряет на инфильтрацию через ложе 10,4% водных масс. Отсюда следует, что если бы вода не поступала через поверхностный и внутренний сток, озеро даже при отсутствии испарения через 10 лет должно было бы совершенно исчезнуть, поскольку для полной смены воды, путем инфильтрации Балхашу требуется всего 10 лет. А это означало бы, что Балхаш относится к скрыто проточным озерам. Но в пользу такого вывода А.В. Шнитников не приводит никаких фактических данных. Отсюда выходит, что озеро должно испытывать опреснение, так как потеря водной массы и солей в нем происходит быстрее, чем принос солей водами притоков. Между тем на основании строгих расчетов А.В. Шнитников сам же установил, что озеро ежегодно может повышать свою соленость на 0,04%. Ошибка расчетов А.В. Шнитникова состоит в том, что он, увлекшись идеей существования отдачи озерами аридных зон своих вод в окружающие пустыни, несколько завьисил величину расхода вод Балхаша на инфильтрацию. Безусловно, многие озера отдают значительное количество воды через дно и берега в окружающие пустыни, но в какой мере это явление выражено в Балхаше, мы не знаем.

## 7. МЕТАМОРФИЗАЦИЯ ВОДЫ В оз.БАЛХАШ

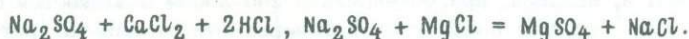
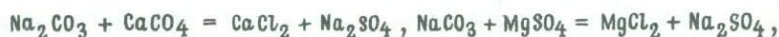
Помимо общего хода процесса осолонения, для сравнительной лимнологии большой интерес представляет качественное изменение химического состава озерных вод. Данный вопрос можно рассматривать в двух плоскостях: во-первых, важно выяснить, какие изменения в химическом составе воды происходят в отдельных плесах озера



при поступлении в них солей с водами поверхностного и внутреннего стока, а вторых, нас может интересовать взаимодействие разнородных по химизму водных масс плёсов и озера в целом. Воды любого озера не являются простой смесью тех вод, которые вносятся притоками и попадают в него путем подземного стока. Ранее установившееся путем всевозможных реакций химическое равновесие сразу же нарушается, как только эти воды попадают в водоем. То же самое происходит внутри неоднородного водоема, когда устанавливающееся химическое равновесие солей и ионов в отдельных его плёсах нарушается в результате перемешивания их водных масс под влиянием тех или иных причин.

Применительно к Балхашу в настоящее время изучен лишь процесс метаморфизации в результате взаимодействия поступающих туда водных масс. Балхаш получает до 80% воды в западном конце, отчего вода его по мере движения на восток приобретает все большую и большую соленость. Как видно из данных табл. 19, изменением концентрации солей дело не ограничивается. Вода в восточной части Балхаша по своему составу не тождественна воде его западной части. Под влиянием испарения и концентрирования происходит выпадение на дно одних солей и в результате этого относительное обогащение воды другими. Вопрос этот отчасти был уже затронут нами уже раньше. Здесь же мы остановимся на нем несколько подробнее.

Под влиянием каких факторов происходит метаморфизация воды в озерах? Несомненно, что ограничивать ее установлением лишь определенных химических равновесий нельзя. Надо думать, что протекает она под влиянием по крайней мере трех факторов. Прежде всего это реакции химического взаимодействия, устанавливающие определенные системы равновесия. К числу важных реакций подобного рода относятся следующие:



В.А. Сулиным установлено (1948), что если в воде миллиграмм-эквивалентной форме отношение  $\frac{\text{Na}}{\text{Cl}}$  равно 1, то хлор всецело соединяется с натрием. И, с другой стороны, если наблюдается избыток хлора по отношению к натрию, то происходит образование также хлоридов калия, магния и кальция.

Следующий фактор – это физико-химические обменные реакции, обусловленные присутствием в толще воды и донных отложений коллоидов и, частично, глинистых суспензий:



Все эти реакции подчиняются правилу валентностей: энергия поглощения больше у того катиона, у которого выше валентность<sup>1</sup>. В пределах же одной валентности, энергия поглощения больше у того катиона, у которого больше атомный вес.

При обменно-адсорбционном поглощении озерные воды прежде всего обедняются трехвалентными основаниями, а затем двухвалентными и в последнюю очередь –  $\text{K}^+$  и  $\text{Na}^+$ .

Третий фактор – биологические процессы, в частности синтез органического вещества организмами при их жизни, разложение и минерализация этого вещества после их отмирания. Важнейшими процессами для осолоняющихся озер является биологическая декарбонатация и декальцинация воды. В пресноводных водоемах процессы эти имеют более обратимый характер, так как при разложении организмов вода обогащается  $\text{CO}_2$  и кальцием. В щелочных же озерах аридной зоны этого не происходит. При pH воды, превышающем 8.4, свободная  $\text{CO}_2$  в воде отсутствует. Отмирающие моллюски и другие организмы в этих условиях не обогащают воду кальцием. И Балхаш являет собой наглядный тому пример: отмершие несколько десятилетий назад раковины моллюсков в огромной массе встречаются в прибрежной зоне, подвергаясь шлифовке и механическому стиранию, но никаких следов химического растворения в виде разведенных углекислотой раковин и отверстий, несмотря на уничтожение прибоем рогового слоя, на их створках нет.

<sup>1</sup> Исключение составляет водород.

Из всех веществ, входящих в состав озерных вод аридной зоны, наименьшее участие в химических, адсорбционных и биологических процессах принимает хлор. Поэтому так называемые хлорные коэффициенты во всех случаях, исключая те, когда разговор идет о сильно концентрированных солевых озерах, в которых происходит садка солей натрия, являются наиболее удобными сравнительными характеристиками степени метаморфизации воды в отношении каждого присутствующего в воде иона и солевой массы в целом (табл. 20).

Таблица 20

Хлорные коэффициенты воды оз. Балхаш (по В.Д. Коншину, 1945)

Районы	Станция	CO <sub>3</sub> <sup>''</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>'</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>''</sup>	Ca <sup>''</sup>	Mg <sup>''</sup>	Na <sup>'</sup> +K <sup>'</sup>	Σ
I	112	9.00	123.02	155.26	25.17	32.46	117.11	5.53
	110	9.62	114.30	156.12	23.50	32.49	106.33	5.42
II	120	8.54	112.35	151.92	14.38	31.50	115.38	5.34
	128	7.95	105.46	153.31	13.31	31.23	114.51	5.26
III	164	8.52	77.32	155.57	4.48	28.57	120.91	4.95
IУ	150	9.08	65.87	147.80	1.78	25.16	123.06	4.73
У	138	9.51	63.26	150.60	1.40	26.36	121.65	4.73
	135	11.03	59.87	152.21	1.26	26.11	123.13	4.74

Анализ данных табл. 20 показывает, что хлорный коэффициент для суммы солей уменьшается с запада на восток, т.е. в обратном направлении по отношению к направлению увеличения солености воды. Происходит это, несомненно, благодаря химической садке части солей, адсорбционному поглощению катионов и биологической декарбонатации и декальцинации. По подсчетам В.Д. Коншина, если бы осолонение Балхаша выражалось в простом увеличении концентрации всех ингредиентов, то концентрация солей на станции № 135 доходила бы до 6,122 вместо 5,243‰ (Коншин, 1945). Следовательно, воды Балхаша по мере движения на восток теряют около 879 мг/л солей, выпадающих из раствора под влиянием химических и биологических процессов. Величина подобных потерь в озерах является показателем скорости метаморфизации воды. На данном этапе своего развития Балхаш теряет 14,3% поступающих в него солей. Хлорные коэффициенты увеличиваются с запада на восток для щелочных металлов, в то время как для сульфатов и карбонатов они остаются почти без изменения. Некоторое понижение в восточной части озера обнаруживают хлорные коэффициенты для магния, значительное же уменьшение — для бикарбонатов (в 2 раза) особенно кальция (в 18 раз).

Все это легко объясняется декарбонатацией воды при фотосинтезе и декальцинацией ее при образовании известковых и известково-доломитовых отложений. Существенное увеличение содержания CaCO<sub>3</sub> в воде может вызвать фотосинтез, но этот процесс не может продолжаться долго, так как достигнув точки насыщения, избыток кальцита будет выпадать из раствора в осадок. В каждом конкретном случае возможны частные отклонения от этой общей схемы, вызванные влиянием притоков и выходом в озеро грунтовых вод. Размеры и качественная сторона этого влияния определяется, во-первых, качественными особенностями их вод, а, во-вторых, той ролью, которую они играют в солевом питании Балхаша.

Грунтовые воды в Балхаше иногда приносят Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Так, например, Д.М. Корф и Л.В. Еловская (1936) близ устья р.Каратал, около места соединения Балхаша с маленьким озерком того же наименования, установили в балхашской воде при ее солености в 3,06‰ присутствие соды в количестве 248 мг/л, а в зал.Караколь при солености в 4,75‰ — в количестве 129 мг/л. Присутствие соды в Балхаше ввиду наличия MgSO<sub>4</sub> может сохраниться только до первого ветра. При перемешивании водных масс озера и взаимодействия этих веществ должен образовываться карбонат магния и сульфат натрия:



Метаморфизационных процессов, возникающих под влиянием притоков, мы подробно касаться не будем, так как это заставило бы нас подробно разобрать данные

явления, протекающие в предустьевых участках каждого крупного притока озера. Здесь лишь отметим, что Или в наиболее многоводный период летом приносит в Балхаш гидрокарбонатно-кальциевые воды, в которых концентрация  $\text{HCO}_3'$  меньше концентрации кальция и магния, взятых вместе (миллиграмм-эквивалентной форме). То же самое наблюдается в наиболее многоводный период – весною, в Каратале. В иное время года концентрация  $\text{HCO}_3'$  в этих реках меньше концентрации ионов кальция и магния. Другие притоки приносят в озеро воду второго класса, что объясняется влиянием грунтового стока в их нижнем течении. Метаморфизация воды в Балхаше сводится к переходу приносимых притоками весной и летом вод первого класса в воды второго класса. Процесс этот идет под влиянием процессов декарбонизации, о чем мы будем подробно говорить во втором разделе гл. X. Некоторое обеднение кальцием воды в Балхаше с запада на восток происходит под влиянием присутствия глинистых частиц. Глинистые суспензии поглощают в водных массах Балхаша  $\text{Ca}''$ ,  $\text{Mg}''$ ,  $\text{Fe}''$  и  $\text{Al}'''$ , образуя с ними суспенгели. Суспенгели глин, насыщенные двух- и трехвалентными катионами, коллоидно-нерастворимы, т.е. не способны больше самопроизвольно диффундировать в воду. В осадках суспенгели глин сохраняют свою форму и вязкость. Поскольку макроанионы глин не способны к диффузии, то и адсорбированные катионы не способны к ней. Щелочные одновалентные катионы, наоборот, расплывают поглощающий комплекс глинистых суспензий, а поэтому не уходят на дно в осадок.

## 8. ГАЗОВЫЙ РЕЖИМ

Изменения в содержании кислорода в воде Балхаша происходит в той последовательности, какая наблюдается и у других озер. Благодаря мелководности, частому ветровому перемешиванию всей толщи воды и невысокой окисляемости кислородный режим озера в летний период устойчивый. Существенной разницы в содержании в воде кислорода между западной и восточной частями озера нет. Поскольку между Западным и Восточным Балхашем наблюдается значительное отличие в глубинах, важнейшим фактором однородности, по-видимому, следует считать окисляемость воды, которая, как это видно из нижеприводимых данных (табл. 21), во всех гидрологических районах изменяется в довольно ограниченных пределах.

Таблица 21

Изменение окисляемости воды в Балхаше по гидрологическим районам (в мг  $\text{O}_2/\text{л}$ )

	Гидрологические районы				
	1	II	III	IV	V
У поверхности	0,85–8,96	1,00–10,35	1,01–8,26	0,80–6,46	0,70–9,65
У дна	0,97–10,1	1,03–14,56	1,13–9,97	1,07–6,32	1,22–13,23

Определение окисляемости по методу Кубеля в водоемах, содержащих значительное количество хлора, дает завышенные результаты. Данные табл. 21, полученные по этому методу, свидетельствуют о малой окисляемости воды в Балхаше. И этот вывод был вполне подтвержден последующими определениями окисляемости в бухте Тарангалык по методу Шульца–Трансдорфа: в мае окисляемость 3,81–4,44, в июне – 3,60–4,08, в июле – 3,76 и в августе – 5,87–3,44 мг  $\text{O}_2/\text{л}$ .

Некоторое различие в кислородном режиме между Западным и Восточным Балхашем все же существует. В летний период более мелководный Западный Балхаш имеет несколько более насыщенную кислородом воду. В связи с частыми ветрами и развитием водорослей содержание  $\text{O}_2$  в поверхностных слоях летом как в западной, так и в восточной частях озера часто достигает свыше 100% нормального насыщения при данной температуре. Летний кислородный минимум в придонных слоях в августе не опускается ниже 3,11 мг/л  $\text{O}_2$  в I гидрологическом районе и 3,3 мг/л  $\text{O}_2$  в IV<sup>2</sup>. Но такой дефицит кислорода наблюдается очень редко и бывает приурочен к черным илам,

<sup>2</sup> Определение  $\text{O}_2$  во всех случаях производилось по методу Винклера. – В.А.

Таблица 22

Годовое распределение содержания в воде кислорода (в мг/л) в У гидрологическом районе

	Апрель	Май	Июнь	Август	Сентябрь	Октябрь
Поверх- ность	12,6-13,61	12,0-12,07	9,50-10,93	7,52-10,08	9,00-12,90	9,79-11,50
Дно	11,78-13,91	12,30-12,49	9,08-10,50	5,89-11,78	10,00-11,78	11,08-11,79

в которых более всего содержится органического вещества и происходят восстановительные процессы. Даже для наиболее глубоководного У гидрологического района более характерны пределы содержания в воде кислорода от 5,89 до 13,61 мг/л  $O_2$  (табл. 22).

Согласно наблюдениям В.С. Чучиной, проведенным в бухте Тарангалык, разница в содержании кислорода между поверхностным слоем и придонным в мае на станциях глубиной 12 м не превышает 1,0 мг/л  $O_2$ , а на станциях глубиной в 4 м - 0,22 мг/л  $O_2$ . В июне кислородная стратификация на этих глубинах составляет соответственно 1,27 и 0,50 мг/л  $O_2$  и в июле - 2,79 и 0,24 мг/л  $O_2$ . В июне эти различия достигают 0,89, в июле - 0,72 и в августе - 0,26 мг/л  $O_2$ . Величина максимального насыщения воды кислородом достигала 290,7%. Зимний кислородный режим Балхаша также очень устойчивый, без острого дефицита.

Другим важным элементом газового режима вод Балхаша является содержание в них двуокиси углерода. Определение  $CO_2$  в водах Балхаша, произведенное по методу Тильмана и Гейлейна, показало, что двуокись углерода присутствует лишь там, где рН воды не превышает 8,4. При рН от 8,2 до 8,4 обнаруживаются лишь следы  $CO_2$ , а при более низком значении рН в опресненных водах I гидрологического района  $CO_2$  присутствует в придонных горизонтах в количестве до 1,9 мг/л, а в поверхностных - до 0,2 мг/л. В водах II гидрологического района пределы содержания в воде  $CO_2$ , если она вообще присутствует, остаются теми же, но самое присутствие становится значительно более редким. Воды более восточных гидрологических районов имеют рН воды выше 8,4, а поэтому  $CO_2$  в них отсутствует.

## 9. ЦВЕТ И ПРОЗРАЧНОСТЬ ВОДЫ

Цвет воды в разных участках Балхаша неодинаков. Против устья р.Или в наиболее мелководном I гидрологическом районе в прямых лучах отражения вода имеет мутно-грязно-белый цвет, что объясняется приносом притоками дельты огромного количества глинистой суспензии, а также частым ветровым взмучиванием донных отложений, образованных наносным суглинком. В предустьевых участках рек, впадающих в более осолоненные восточные районы озера, цвет воды грязно-мутно-зеленый и грязно-мутно-синий. В наиболее осолоненных гидрологических районах цвет воды зелено-бирюзовый. Такой же цвет воды, но меньшей интенсивности, наблюдается после продолжительных штилей в средних гидрологических районах озера. В отраженном косом свете цвет воды различных районов изменяется от голубовато-зеленого в западной части озера до изумрудно-синего в восточной. Цветность воды по шкале Фореля-Уле - от VII до III-II. Несмотря на мутность воды, в западных плёсах с высоты самолета везде просматривается дно и цвет донных осадков.

Прозрачность воды в озере с запада на восток изменяется, по диску Секки, от 0,15 до 8,0 м (табл. 23).

Из приведенных в табл. 23 данных видно, что наиболее глубоководные гидрологические районы имеют и большую амплитуду колебаний прозрачности и большее абсолютное значение последней. Прозрачность в зависимости от глубины места наблюдений колеблется также в довольно значительных пределах (табл. 24).

Одновременный рост прозрачности и амплитуды ее колебаний объясняется тем, что взмучивание тончайших частиц донных отложений ветрами значительно чаще наблюдается на мелководных участках, чем на глубоководных. Для взмучивания донных

Таблица 23

Характеристика прозрачности воды в оз. Балхаш

Показатель	Районы				
	I	II	III	IV	V
Пределы колебания, см	15-200	15-250	30-400	30-600	100-800
Средняя прозрачность, см	58.1	56.1	103.4	174.8	285.0
Средняя глубина района, м	4.88	4.80	5.50	8.23	12.33

Таблица 24

Изменение прозрачности в зависимости от глубины места наблюдений (по П.Ф. Домрачеву, 1940)

Глубина, в м	Прозрачность, в см	Глубина, в м	Прозрачность, в см
2-3	15-220	10-11	40-450
3-4	20-230	11-12	50-450
4-5	20-250	12-13	100-550
5-6	25-280	13-14	200-550
6-7	30-300	14-15	200-600
7-8	30-400	15-16	300-600
8-9	30-450	18-20	300-700
9-10	30-450	22-24	300-800

осадков на мелководьях требуется значительно меньшая скорость ветра, чем на глубоководных участках. Последние приобретают мутность только при сильных штормовых ветрах. Поскольку сильные штормовые ветры наблюдаются реже, чем слабые, прозрачность воды на глубоких станциях всегда выше, чем на мелководных, где взмучивание возможно под влиянием почти любого ветра.

Кроме указанных причин, прозрачность воды в Балхаше в каждый данный момент зависит от предшествующей погоды и сезона года. В первом гидрологическом районе сезонные изменения прозрачности находятся в пределах от 25 до 175 см (табл. 25). Наименьшая прозрачность наблюдается в августе (табл. 26), а наибольшая - в зимние месяцы и апреле.

Таблица 25

Сезонные изменения прозрачности в первом гидрологическом районе Балхаша (по П.Ф. Домрачеву, 1940)

Прозрачность, см	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Минимальная	50	50	30	25	25	50	20	15	25	50	25	30
Максимальная	100	150	100	175	50	125	100	100	100	110	100	80
Количество проб	83	112	70	50	45	60	56	38	75	90	56	50

Большое влияние на мутность воды в Балхаше оказывают притоки. По подсчетам Г.Н. Шамова (1949), средняя годовая мутность воды р.Или составляет 668, мутность вод р.Каратала - 264, р.Лепсы - 910 г/м<sup>3</sup>. Река Или сильно понижает прозрачность воды Балхаша в I гидрологическом районе, а Лепса и Каратал - в IV. Наибольшая мутность в протоках зафиксирована в апреле, мае и июне. В мае в Или она достигает 1060, в Лепсе в июне - 1620 и в Каратале в мае - 275 г/м<sup>3</sup> (Шамов, 1949).

Таблица 26

Прозрачность воды в Балхаше в летний период в разрезе гидрологических районов (по П.Ф. Домрачеву, 1940)

Месяц	Гидрологические районы				
	I	II	III	IV	V
Июнь	50-125	30-100	60-400	100-600	200-700
Июль	20-100	30-160	100-150	130-400	-
Август	15-100	20-100	50-100	30-300	150-500
Сентябрь	25-100	30-100	30-150	30-300	-
Октябрь	50-110	25-105	70-275	30-300	150-500
Количество измерений	319	285	518	930	1010

Уменьшение прозрачности воды в Балхаше в период с апреля по июнь объясняется влиянием рек, а в период с июля по сентябрь - развитием фитопланктона.

И, наконец, последний источник мутности Балхаша - аккумуляция в нем эоловых осадков. По подсчетам Д.Г. Сапожникова (1954), ежегодно ветер приносит в Балхаш 1 млн т минеральных частиц с окружающих пустынь.

#### 10. ВОЛНЕНИЯ, ТЕЧЕНИЯ И ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ ИМИ ДОННЫХ ОСАДКОВ

Вопрос о величине волн и слагающих их элементов для распределения осадков в озерах имеет первостепенное значение. Если к волновому фактору добавляются течения в озере, то воздействуют уже оба этих фактора. Когда волнение доходит до дна, осадки, накапливающиеся на его поверхности, подвергаются воздействию движущихся масс воды, взмучиваются, вовлекаются течением и переотлагаются им. При этом увеличивается мутность, изменяется цвет воды, происходит дополнительное разделение и сортировка осадка по крупности зерен, а также разрушение слоистости и аэрация донных отложений. Если волнение не доходит до дна, то осадки сохраняют свою слоистость, гранулометрические и прочие особенности, а процессы переотложения и дополнительного разнеса материала происходят только в зоне придонных течений.

Отсюда понятно, насколько важно выяснить, доходит ли волна до дна Балхаша и влияет ли она на процесс осадкообразования. Этот вопрос обстоятельно изучался Д.Г. Сапожниковым (1951). Произведенный им расчет по формуле Стивенса показал, что высота волны в наиболее глубоком V гидрологическом районе при скоростях ветра около 17 м/сек. и длине разгона 25 км составит 1.83 м. Учитывая, что длина волны ( $L$ ) связана с высотой ( $h$ ) в формуле  $m = \frac{h}{L}$ , где  $m$  принимается согласно эмпирическим данным (полученным на Онежском озере и оз.Выг), равным 0.08-0.10, можно вычислить длину волны  $L$ . Последняя в нашем случае составит 18 м. Использование других методов расчета, а также непосредственные наблюдения дают величины  $L$ , близкие к вычисленным выше.

Для того чтобы выяснить, как глубоко распространяются волны, Г.Д. Сапожников должен был быть уверенным, что они не трансформируются в результате трения о дно. Принято считать, что если глубины бассейна превышают половину длины волны, то волны не трансформируются. Поэтому Д.Г. Сапожников (1951) справедливо предположил, что в пределах Бурлю-гюбинского плёса и отчасти Лепсинского ветровая волна не изменяется и трансформируется лишь при переходе на меньшие глубины. Принимая во внимание эти соображения, он в расчетах элементов волн в восточных плёсах Балхаша исходит из закона, согласно которому при обычной, нетрансформированной волне и возрастании глубины в арифметической прогрессии радиус круговых орбит, по которым происходит движение волны при волнении, возрастает в геометрической прогрессии. Иными словами, он использует ряд, полученный В.П. Зенковичем:

Глубина, в долях $L$	1/9	2/9	3/9	4/9	и т.д.
Диаметр орбит, в долях $L$	1/2	1/4	1/8	1/16	и т.д.

С помощью этого ряда Д.Г. Сапожниковым были подсчитаны величины амплитуды колебания уровня у дна в восточных плёсах Балхаша вплоть до глубин, равных  $L$ , т.е. при ветре силой 17 м/сек. - до глубины 18 м и при ветре силой 20 м/сек. - до максимальных глубин Балхаша.

Наибольшая высота волны в Балхаше достигает 3,3 м (11 футов) и более, вызывая серьезную качку у небольших судов. Подсчеты Д.Г. Сапожникова показали, что волна с  $h$ , равной 1,83 м, и  $L$ , равной 18 м, вызывает колебания на глубине 8 м с амплитудой несколько более 1 м. На глубине 12 м амплитуда составит около 2,8 см, а на глубине 18 м - всего около 3,6 мм. При скорости ветра в 20 м/сек. длина волны ( $L$ ) будет равна 30,4 м, а высота ( $h$ ) - 2,58 м. Такие волны вызывают круговое движение на глубине 17 м с амплитудой в 8 см, на глубине 20 м - в 4 см и на глубине 27 м - в 1 см и т.д.

Расчеты показывают, что в Западном Балхаше глубина, как правило, меньше половины длины волны, вследствие чего волны повсюду достигают дна. Во время сильных ветров движение воды доходит до дна даже в наиболее глубоких плёсах Восточного Балхаша. Разница лишь в том, что в Западном Балхаше волнение почти полностью взмучивает осадки, тогда как в Восточном это происходит только в сильные бури и проявляется относительно слабо. Д.Г. Сапожников (1951) этим объясняет постоянную и значительную мутность вод Балхаша. Как было сказано в разделе 9, вода в Балхаше прозрачна лишь в Лепсинском и еще более глубоком Бурлю-гюбинском плёсах.

Разрушающая сила волн очень сказывается на берегах Балхаша, но действие ее весьма своеобразно. Волны с особой силой обрушиваются на северный и западный берега, сложенные палеозойскими породами, около которых располагаются наибольшие глубины. Совершенно иначе ведут себя волны у мелководных южного и восточного берегов. Здесь они попадают в область мелководья, набегают гребнями на широкий пляж и постоянно намывают материал, приносимый из соседних частей бассейна. Д.Г. Сапожников (1951) установил постоянное наступление восточного и южного берегов Балхаша.

В Балхаше наблюдаются течения двух типов - постоянные и временные. Временные течения, в свою очередь, делятся на нагонные, сгонные и компенсационные, возникающие в разных частях озера под влиянием ветра. Постоянное течение в Балхаше было открыто П.Ф. Домрачевым в 1929 г. Оно направлено от устья р.Или к противоположному берегу, ударяясь о который, отклоняется на северо-восток, проходя вдоль берега и достигая на востоке пролива Узынарал, разделяющего Западный и Восточный Балхаш. С приближением к этому проливу общий поток пресных илийских вод, испытывая значительное затруднение в дальнейшем продвижении, связанное с мелководностью пролива, разбивается на множество завихряющихся ответвлений. В этом действии проявляется один из законов гидравлики - закон об изменении движения потока при сужении русла, согласно которому в горле сужения по обеим сторонам происходят завихрения. Возникшие при завихрении потоки от пролива движутся на юг, в открытое водное пространство, где образуют огромного размера водоворот, охватывающий пространство от п-ова Бертыс и пролива Узынарал до урочища Корс на южном берегу. Большое количество пресных илийских вод, захваченных этим круговым течением, на правом круге не способно пройти через пролив Узынарал до перемешивания их с водами Западного Балхаша. Они попадают в Восточный Балхаш на втором и третьем круге, будучи уже осолоненными. В 1929 г. наибольшая соленость воды в Бурлю-гюбинском плёсе составила 3-5‰, а в 1951 г. (Сапожников, 1951) - уже достигла 6‰.

Заход илийских вод в Восточный Балхаш через пролив Узынарал обуславливается разностью уровней между Восточным и Западным Балхашем, вызванной тем, что реки Лепса и Каратал не компенсируют полностью испарения с водной поверхности Восточного Балхаша. Г.Р. Юнусов (1950) зимой, работая вертушкой со льда, не обнаружил течения в южной части Западного Балхаша. Надо полагать, что в этот сезон при отсутствии испарения течение, установленное П.Ф. Домрачевым, сильно замедля-

ется и почти полностью прекращается круговое течение в Западном Балхаше. Летом же воды кругового течения на участке своего следования от урочища Корс и до пос. Семиз-куль, по П.Ф. Домрачеву, под влиянием напора вод р. Или и ее протоков частью вновь вовлекаются в общий круговорот и заново продельваются тот же путь, а частью завихряются. В результате огромные массы воды, растворенных солей и тонкого обломочного материала, вносимые р. Или, распределяются по всему Западному Балхашу и через пролив Узкое место временными течениями выносятся в Восточный Балхаш.

Вопрос о водообмене различных плёсов Балхаша детально был изучен Г.Р. Юновым (1950). Первоначально им был подсчитан водный баланс отдельно для Западного Балхаша по формуле  $Z \pm \Delta H = y + x$  и Восточного - по формуле  $Z' \pm \Delta H' = y' + x'$ , где  $z$  - испарение с поверхности озера,  $\Delta H$  - убыль или прибыль воды,  $y$  - приток речных вод и  $x$  - осадки на поверхность озера.

Подставив вместо букв значения составляющих, выраженных в мм слоя, Г.Р. Юнов получил баланс для Западного Балхаша ( $S = 10430 \text{ км}^2$ ) -  $947.6 + 366.1 = 1228.1 + 91.6$  и для Восточного ( $S = 8730 \text{ км}^2$ ) -  $947.6 - 579.1 = 277.0 + 91.6$ .

Приток воды в Восточный Балхаш равен 23% притока в Западный Балхаш. Средний избыток воды в Западном Балхаше -  $119 \text{ м}^3/\text{сек.}$ , а недостаток в Восточном -  $124 \text{ м}^3/\text{сек.}$  Отсутствие равновесия влечет за собой поступление вод из Западного Балхаша в Восточный. Подсчитанное количество воды, поступающей через пролив, отделяющий Лепсинский плёс от Бурлю-тюбинского, также оказалось весьма значительным. Ежегодно, главным образом в летние месяцы, через него проходит около  $1.6 \text{ км}^3$  воды, что вдвое превышает сток Лепсы. Д.Г. Сапожников (1951) полагает, что через пролив у о. Алгазы в Лепсинский и Бурлю-тюбинский плёсы вместе взятые поступает ежегодно воды в 2-2.5 раза меньше ( $3.2-4 \text{ км}^3$ ), чем через пролив Узынарал. Через последний из Западного Балхаша в Восточный ежегодно поступает до  $5-6 \text{ км}^3$  воды.

В весенние, летние и осенние месяцы, когда водоем свободен ото льда, там наблюдаются сгонные, нагонные и компенсационные течения. Наибольшей интенсивности они достигают в периоды действия сильных ветров - весной и осенью. Ветровое поднятие уровня у берегов достигает 1 м. В периоды штилей и в зимние месяцы эти течения практически отсутствуют. Все виды временных течений в Балхаше совершенно не изучены. Наблюдения же убеждают в их существовании. Во время ветров, длительно дующих в одном направлении, вода заметно прибывает на наветренной части побережья и спадает на подветренной. После ветра в штилевую погоду бывают часто случаи, когда лодка, вытасненная на берег в Западном Балхаше, за период вашего отсутствия может оказаться в воде или, наоборот, далеко от уреза воды.

Все виды течений, как постоянных, так и временных, оказывают существенное влияние на донные осадки. Потоки воды, в местах их прохождения, вовлекают в движение взмученные ветрами частицы и сами смыывают глинистые частицы, отложенные на дне. Взамен их волны отлагают песчаный материал, принесенный из прибрежной части. В средней части озера и в проливах среди тонких илов Д.Г. Сапожников (1951) находил песчаные осадки, тонкими фракциями которых так богат Балхаш. Области распространения осадков с наименьшим средним диаметром, согласно исследованиям Д.Г. Сапожникова (1951), почти точно совпадают с областями наибольших глубин. С уменьшением глубин наблюдается постепенный рост среднего диаметра зерен терригенного материала, входящего в состав донных отложений. Этому явлению Д.Г. Сапожников (1951) дает самое простое и естественное объяснение. Обломочный материал, взмученный волнами и переносимый течением, скорость, а следовательно, и живая сила которого весьма невелики, остается во взвешенном состоянии в своей главной части только до тех пор, пока продолжается волнение. Как только начинает ослабевать ветер и уменьшаться интенсивность колебательных движений, обусловленных волнением, тотчас же начинают падать на дно наиболее крупные частицы. По мере утихания волнения в воде отлагаются все более и более мелкозернистые фракции и, наконец, при полном штиле - главная часть глинистой фракции, находящейся во взвешенном состоянии. В слое воды при этом долгое время будут находиться только наиболее тонкие коллоидные частицы. Таким образом, при ослаблении волнения осуществляется последний, третий, элемент процесса разноса - осажение. Новые ветры и волнения вызывают повторность процесса, и осевшие было частицы вновь подхватываются волной и попадают в слой воды, который вновь переносит





Таблица 27

Разность между величинами недостатка упругости пара над берегами водоема (в мб) и поверхностью окружающих пространств (по П.И. Колоскову, 1947)

Водоем	Месяцы												Средняя за год	Амплитуда
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
Арал	0	0	0	2	3	6	9	7	5	2	0	0	2.8	9.0
Балхаш	0	0	0	2	2	5	6	5	4	2	0	0	2.2	6.6

лящей атмосферы. Летом дождей над Балхашем почти не бывает или бывают они очень редко.

Значительно большее влияние оказывает Балхаш на температуру атмосферы Прибалхашья. Как и всякое другое озеро, Балхаш на температуру воздуха оказывает влияние массой воды, как теплоемкого тела, и испаряющей поверхностью воды. Действие первой бывает тем больше, чем больше глубина, а действие второй, наоборот, — чем меньше глубина и больше площадь.

Влияние водоемов на температуру воздуха П.И. Колосков (1947) рекомендует изучать следующим образом: 1) определить разность температур на берегу водоема и на границе ареала его влияния и 2) определить расстояние от водоема до границы ареала влияния (табл. 28).

Таблица 28

Величина и ареал температурного влияния некоторых озер на атмосферу (по П.И. Колоскову, 1947)

Месяц	Величина температурного эффекта					Ширина температурного эффекта				
	Каспий		Арал, на N и W	Балхаш	оз.Челкар	Каспий		Арал, на N и W	Балхаш	оз.Челкар
	на E	на W				на E	на W			
Январь	5.0°	4.0°	2.0°	2.8°	0.3°	275	500	75	-	-
Февраль	3.0	2.0	0	2.8	(0)	250	500	-	-	-
Март	6.0	-2.0	-2.0	-1.0	-1.0	250	125	150	-	-
Апрель	-4.0	-2.0	-1.5	-1.5	-1.5	300	150	100	-	-
Май	-3.0	-2.0	-1.5	-1.2	-1.8	300	200	50	-	-
Июнь	-3.5	-2.0	-2.0	-0.8	-1.0	300	200	100	-	-
Июль	-4.0	-2.5	-2.0	-1.3	-1.0	300	250	75	До 50	До 10
Август	-2.5	-2.5	-1.5	-1.0	-0.5	300	250	50	-	-
Сентябрь	-1.5	-1.5	0	1.8	0	200	200	-	-	-
Октябрь	0	0	0	2.5	0	-	-	-	-	-
Ноябрь	3.0	0	1.0	3.0	0.5	300	-	75	-	-
Декабрь	3.5	2.0	1.5	3.0	0.5	300	500	75	-	-
Средняя за год	0.8	-0.5	-0.5	0.8	-0.5	-	-	-	-	-
Амплитуда	11.5	6.5	4.0	4.5	2.3	-	-	-	-	-

Как видим в соответствии с размерами водоема наибольший и положительный, и отрицательный эффект оказывает Каспийское море. Влияние его распространяется на восток на расстояние до 300 км и на севере — до 500 км, достигая +5° в январе и до -6° в марте. Влияние же Балхаша на температуру Прибалхашья сказывается в радиусе до 50 км и составляет в ноябре и декабре +3°, а в апреле и мае — соответственно -1.5 и -1.8°. Озеро Челкар, будучи небольшим водоемом, оказывает меньшее влияние.

Заметное влияние на степень пространственного воздействия озер на атмосферу оказывают ветры. Именно влиянием господствующих ветров следует объяснить то, что на север температурное влияние Каспийского моря менее значительно - до  $4.0^{\circ}$  в январе и до  $-2.5^{\circ}$  в июле-августе. Следующее место по эффективности положительного температурного влияния занимает Балхаш, увеличивающий температуру окружающей местности в ноябре-декабре на  $3.0^{\circ}$  и в апреле - на  $1.5^{\circ}$ , а по эффективности отрицательного влияния - Аральское море, понижающее в январе температуру окружающей местности на 2.0 и в июне-июле - на  $2.0^{\circ}$ . Маленькое оз.Челкар занимает самое скромное место, имея коэффициент температурного эффекта в ноябре-декабре  $0.5^{\circ}$  и в мае -  $1.8^{\circ}$ . Средние годовые величины температурного эффекта на север от Каспийского моря, Аральского моря и оз.Челкар - 0,5, на восток от Каспия -  $0.8^{\circ}$ , а для оз.Балхаш получена довольно значительная положительная величина -  $0.8^{\circ}$ . Весьма характерными величинами оказываются годовые амплитуды. Балхаш и Аральское море по этим характеристикам занимает среднее положение ( $4.5$  и  $4.0^{\circ}$ ).

Максимум отепляющего влияния для Каспия и Арала приходится на январь. Балхаш и Челкар в силу своего раннего замерзания это отепляющее влияние проявляют раньше - в ноябре-декабре. С января кривая резко падает и в марте для Каспия наблюдается абсолютный и относительный максимум охлаждающего влияния. Наибольшее отрицательное влияние Балхаша запаздывает на месяц и наступает в апреле, иногда в мае, а оз.Челкар - всегда в мае. Другой максимум отрицательного влияния обнаруживается в июле. Первый максимум охлаждающего влияния обусловлен отчасти наличием ледяного покрова и плавающих льдин и бывает при переходе отрицательных температур в положительные и резком их подъеме, а отчасти и наличием на поверхности водоемов холодной воды. В августе и октябре Балхаш аккумулирует радиационного тепла на  $1/5$  раза больше, чем окружающая суша (Снегур, 1967).

П.И. Колосков (1947) степень теплого влияния водоемов также оценивает условными величинами, представляющими произведение величины температурного эффекта (в град.) у берегов водоема на ширину зоны этого эффекта (табл. 29). Температурное влияние Каспийского моря в сторону севера по величине такое же, как и в сторону востока, но в сторону севера оно положительное, а в сторону востока - отрицательное. Аральское море в годовом разрезе охлаждает пространство к западу и северу. Такое же влияние на атмосферу оказывает и оз.Челкар. Что касается Балхаша, то он в конечном счете оказывает отепляющее влияние на окружающую атмосферу (Колосков, 1947).

Таблица 29

Величина теплового эффекта водоемов (по П.И. Колоскову, 1947)

Месяц	Каспийское море		Арал, на N и W	Балхаш	оз.Челкар
	на E	на N			
Январь	1375	2000	150	140	$3^{\circ}$
Февраль	750	1000	0	140	0
Март	-1500	-250	-300	-50	-10
Апрель	-1200	-300	-150	-75	-15
Май	-900	-400	-75	-60	-18
Июнь	-1050	-400	-200	-40	-10
Июль	-1200	-625	-100	-65	-10
Август	-750	-625	-75	-50	-5
Сентябрь	-300	-360	0	90	0
Октябрь	0	0	0	125	0
Ноябрь	900	0	75	150	5
Декабрь	1050	1000	115	150	5
Средний за год	-235	133	-51	38	-5

По нашим подсчетам (см. табл. 10) между характерами влияния Западного и Восточного Балхаша имеется существенная разница. Западный Балхаш отепляет атмосферу на  $18.6 \cdot 10^8$  ккал., а Восточный - охлаждает на  $98.6 \cdot 10^8$  ккал. С марта по



## РАСТИТЕЛЬНЫЙ МИР БАЛХАША

## 1. ВОДОРΟΣЛИ

Растительный мир Балхаша давно привлекал внимание альгологов. В процессе его исследования были получены самые разносторонние сведения о фитобентосе и фитопланктоне озера. Так, в работе С.М. Вислоуха (Wislouch, 1923) приводятся данные по диатомовым водорослям; список видов фитопланктона Алакольского залива дает Б.В. Скворцов (1928); на основании обработки проб обрастаний эстуария р.Аягуз Б.С. Закржевским (1934) определен состав водорослей; наконец, обстоятельная сводка по водорослям Балхаша составлена И.А. Киселевым (1951).

Какова же полнота этих исследований? Прежде всего следует отметить, что харовые водоросли (Charales) совсем не исследованы. В списке, приведенном С.М. Вислоухом, из 74 таксонов диатомовых - донных и планктонных - галофилов и галобионтов только 7 видов, что составляет около 10% от общего числа. Этот список свидетельствует также о преимущественно пресноводном составе флоры диатомовых. Б.В. Скворцов приводит список синезеленых, представленный 7 видами. Б.С. Закржевский - список из 3 видов синезеленых, 2 зеленых, и 83 диатомовых водорослей, среди которых галофилов и галобионтов 18 видов, или около 20%. В составе диатомовых обнаружено 7 новых видов.

Работа И.А. Киселева (1951) написана по материалам обработки сборов планктона Балхашской научно-промысловой экспедиции 1929 и 1930 гг. Сборы были осуществлены П.Ф. Домрачевым сетью из газа № 25 (77). При их обработке А.И. Киселев ставил своей целью выяснение видового состава и распределения водорослей в озере по мере повышения солености с запада на восток. В этих сборах И.А. Киселев (1951) определил 308 форм водорослей, среди которых Eugleninae - 4, Heterocontae - 2, Dinoflagellatae - 8, Diatomaceae - 211, Chlorophyceae, включая конъюгат, - 42, Cyanophyceae - 41. Все представители первых трех групп, за исключением *Ceratium hirundinella*, и все представители последних двух групп, за исключением *Nodularia spumigena*, обнаружены в Балхаше и описаны впервые. К водорослям, обитание которых в Балхаше было уже ранее фактом установленным, И.А. Киселев добавил значительное количество форм, определив в общей сложности 241 форму. Большинство из них относится к типу донных, встречающихся единолично и не играющим значительной роли в планктоне открытой части озера.

По отношению к солености воды найденные водоросли распределяются на следующие экологические группы: солоноватоводные - 53 (около 17%), солоноватоводно-пресноводные - 140 (около 45%) и пресноводные - 115 (около 38%). Значительный процент солоноватоводных форм, многие из которых преобладают в Восточном Балхаше, привел А.И. Киселева (1951) к выводу об ошибочности мнения С.М. Вислоуха (Wislouch, 1923) относительно Балхаша, как озера, в котором главная масса донных и планктонных водорослей состоит из представителей пресноводной флоры.

В целом в видовом отношении флора водорослей Балхаша бедна. В Псковско-Чудском озере она, например, состоит из 634 таксонов, т.е. в два раза богаче, чем в Балхаше (Лаунгасте, 1966). Ниже приводится состав водорослей, найденных в Балхаше А.И. Киселевым (1951) и другими исследователями.

## Eugleninae

- Euglena oxyuris* Schmarda.
- Eu. polymorpha* Dang.
- Eu. proxima* Dang.
- Phacus pyrum* (Ehr.) Stein

## Heterocontae

- Tribonema depauperata* Boloch.

## Dinoflagellata

- Glenodinium Elpatiewskyi* (Ostf.) Schiller
- G. gymnodium* Penard
- G. penardiforme* (Lind.) Schiller
- G. Borgei* (Lemm.) Schiller
- Peridinium inconspicuum* Lemm.
- P. latum* Pauls.
- P. umbonatum* Stein
- Ceratium hirundinella* (O.F.M.) Bergh

## Diatomeae

- Melosira granulata* (Erh.) Ralfs
- M. granulata* var. *angustissima* Müller
- M. granulata* var. *muzzanensis* (Meister) Bethge
- M. varians* Ag.
- Cyclotella bodanica* Eulenstein
- C. comta* (Ehr.) Ktz.
- C. comta* var. *oligactis* (Ehr.) Grun.
- C. Kützingiana* var. *radiosa* Fricke
- C. Meneghiniana* Ktz.
- C. ocellata* Pant.
- Stephanodiscus astraea* var. *minutula* (Ktz.) Grun.
- Coscinodiscus lacustris* Grun.
- Chaetoceros gracilis* Schütt
- C. Mülleri* Lemm.
- C. simplex* Ostf.
- C. Wagharii* Btw.
- Tabellaria fenestrata* (Lyngb.) Ktz.
- Diatoma vulgare* Bory
- D. vulgare* var. *producta* Grun.
- Opephora Martyi* Heribaud
- Fragillaria construens* (Ehr.) Grun.
- F. construens* var. *subsalina* Hust.
- F. construens* var. *triundiyata* Reichelt
- F. construens* var. *venter* (Ehr.) Grun.
- F. crotonensis* Kitton

- F. intermedia* Grun.
- F. pinnata* Ehr.
- Asterionella formosa* Hass.
- A. gracillima* (Hantzsch) Heib.
- Synedra acus* Ktz.
- S. acus* var. *angustissima* Grun.
- S. capitata* Ehr.
- S. pulchella* (Ralfs) Ktz.
- S. tabulata* (Ag.) Ktz.
- S. Ulna* (Nitzsch) Ehr.
- S. Ulna* var. *biceps* (Ktz.)
- S. Ulna* var. *spathulifera* Grun.
- S. Vaucheriae* Ktz.
- Cocconeis disculus* (Schum.) Cl.
- C. pediculus* Ehr.
- C. placentula* Ehr.
- C. placentula* var. *euglypta* (Ehr.) Cl.
- C. scutellum* Ehr.
- C. scutellum* var. *minutissima* Grun.
- Achnanthes brevipes* Ag.
- A. brevipes* var. *parvula* (Ktz.) Cl.
- A. Clevei* Grun.
- A. Clevei* var. *rostrata* Hust.
- A. delicatula* (Ktz.) Grun.
- A. Hauckiana* Grun.
- A. Hauckiana* var. *elliptica* Schulz
- A. lanceolata* (Breb.) Grun.
- A. lanceolata* var. *elliptica* Cl.
- A. lanceolata* var. *rostrata* (Oestrup) Hust.
- Mastogloia Braunii* Grun.
- M. elliptica* var. *dansei* (Thw.) Cl.
- M. Grevillei* W.Sm.
- M. Smithii* Thw.
- Mastogloia Smithii* var. *amphicephata* Grun.
- M. lacustris* Grun.
- Diploneis elliptica* (Ktz.) Cl.
- D. ovalis* (Hise) Cl.
- Anomoeoneis exilis* (Ktz.) Cl.
- A. seriens* var. *brachysira* (Breb.) Hust.
- A. sphaerophora* (Ktz.) Pfitz.
- A. sphaerophora* var. *polygramma* (Ehr.) O. Müll.
- Strauroneis ancens* Ehr.
- S. phoenicenteron* Ehr.
- Navicula anglica* Ralfs
- N. bacillum* Ehr.
- N. cryptocephala* Ktz.
- N. cryptocephala* var. *intermedia* Grun.
- N. cryptocephala* var. *veneta* (Ktz.) Grun.

- N. crucicula* var. *obtusata* Grun.  
*N. cuspidata* Ktz.  
*N. digitoradiata* (Greg.) A.S.  
*N. gastrum* Ehr.  
*N. gracilis* Ehr.  
*N. galophila* (Grun.) Cl.  
*N. hungarica* Grun.  
*N. hungarica* var. *linearis* Oestr.  
*N. lacustris* Greg.  
*N. mutica* var. *Cohnii* (Hilse) Grun.  
*N. oblonga* Ktz.  
*N. placentula* (Ehr.) Grun.  
*N. placentula* f. *latiuscula* (Crun.) Meist.  
*N. platystoma* Ehr.  
*N. pupula* Ktz.  
*N. pupula* var. *capitata* Hust.  
*N. radiosa* Ktz.  
*N. radiosa* var. *tenella* (Breb.) Grun.  
*N. Reinhardtii* Grun.  
*N. rhynchocephala* Ktz.  
*N. torheensis* Cl.  
*Navicula tuscula* (Ehr.) Grun.  
*N. tuscula* f. *intermedia* Kiss.  
*N. tuscula* f. *fostrata* Hust.  
*N. tuscula* f. *minor* Hust.  
*Pinnularia fasciata* (Lagerst.) Hust.  
*P. leptosoma* (Grun.) Cl.  
*P. major* (Ktz.) Cl.  
*P. microstauron* (Ehr.) Cl.  
*P. microstauron* var. *Brebissonii* (Ktz.) Hust.  
*P. subcapitata* Greg.  
*Caloneis amphisbaena* (Bory) Cl.  
*C. bacillum* (Grun.) Mer.  
*C. formosa* (Greg.) Cl.  
*C. permagna* (Bail.) Cl.  
*C. Schumanniana* var. *biconstricta* Grun.  
*C. silicula* (Ehr.) Cl.  
*C. silicula* var. *truncatula* Grun.  
*C. silicula* var. *tumida* Hust.  
*C. silicula* var. *Kjellmaniana* Cl.  
*Gyrosigma acumihatum* (Ktz.) Rbh.  
*G. atteniatum* (Ktz.) Rbh.  
*G. balticum* (Ehr.) Rbh.  
*G. Kützingii* (Grun.) Ktz.  
*G. Spenceri* (W.Sm.) Cl.  
*G. strigile* (W.Sm.) Cl.  
*Pleurosigma elongatum* W.Sm.  
*Tropidoneis lepidoptera* (Greg.) Cl.  
*Amphiprora alata* Ktz.
- A. paludosa* W.Sm.  
*A. poludosa* var. *issykkulensis* Kiss.  
*Amphora coffeaeformis* Ag.  
*A. commutata* Grun.  
*A. ovalis* Ktz.  
*A. ovalis* var. *pediculus* Ktz.  
*Amphora perpusilla* Grun.  
*A. robusta* Greg.  
*A. veneta* Ktz.  
*Cymbella aequalis* Smith.  
*C. affinis* Ktz.  
*C. amphicephala* Naeg.  
*C. amphicephota* var. *hercinica* A.S.  
*C. aspera* (Ehr.) Cl.  
*C. austriaca* Grun.  
*C. cistula* (Hemp.) Grun.  
*C. cuspidata* Ktz.  
*C. cymbiformis* (Ag.) V.H.  
*C. Ehrenbergii* Ktz.  
*C. helvetica* Ktz.  
*C. lacustris* (Ag.) Cl.  
*C. lanceolata* (Ehr.) V.H.  
*C. lata* Grun.  
*C. leptoceros* (Ehr.) Grun.  
*C. microcephala* Grun.  
*C. naviculiformis* Aursw.  
*C. obtusiuscula* (Ktz.) Grun.  
*C. parva* (W.Sm.) Cl.  
*C. pusilla* Grun.  
*C. tumida* (Greg.) Cl.  
*C. turgida* (Greg.) Cl.  
*C. ventricosa* Ktz.  
*Gomphonema angustatum* (Ktz.) Rbh.  
*G. intricatum* Ktz.  
*G. lanceolatum* Ehr.  
*G. lanceolatum* var. *insignis* (Greg.) Cl.  
*G. parvulum* Ktz.  
*Epithemia argus* Ktz.  
*E. Hyndmanni* M.Sm.  
*E. intermedia* Fricke.  
*E. sores* Ktz.  
*E. turgida* (Ehr.) Ktz.  
*E. turgida* var. *granulata* (Ehr.) Grun.  
*E. zebra* (Ehr.) Ktz.  
*E. zebra* var. *saxonica* (Ktz.) Grun.  
*Rhopalodia gibba* (Ehr.) O. Müll.  
*R. gibba* var. *ventricosa* (Ehr.) Grun.  
*R. gibberula* (Ehr.) Müll.  
*Hantzschia amphioxys* (Ehr.) Grun.  
*H. virgata* var. *capitellata* Hust.  
*Bacillaria paradoxa* Gmel.  
*Nitzschia amphibia* Grun.

*Nitzchia angustata* (W.Sm.) Grun.  
*N. apiculata* (Greg.) Grun.  
*N. denticula* Grun.  
*N. frustulum* Ktz.  
*N. gracilis* Hantzsch.  
*N. hungarica* Grun.  
*N. kützingiana* Hilse  
*N. obtusa* W.Sm.  
*N. polea* (Ktz.) W.Sm.  
*N. punctata* (W.Sm.) Grun.  
*N. sigma* (Ktz.) W.Sm.  
*N. sigmoidea* (Ehr.) W.Sm.  
*N. spectabilis* (Ehr.) Ralfs.  
*N. thermalis* var. *minor* Hilse  
*N. tryblionella* Hantzsch  
*N. tryblionella* var. *debilis* (Arn.) A. Mayer  
*N. tryblionella* var. *levidensis* (W.Sm.) Grun.  
*Cymatopleura elliptica* (Breb.) W.Sm.  
*C. solea* (Breb.) W.Sm.  
*C. solea* var. *regula* (Ehr.) Grun.  
*Surirella biseriata* Breb.  
*S. biseriata* var. *bifrons* (Ehr.) Hust.  
*S. Capronii* Breb.  
*S. ovalis* Breb.  
*S. ovata* Ktz.  
*S. peisonis* Pant.  
*S. robusta* var. *splendida* (Ehr.) V.H.  
*S. striatula* Turp.  
*S. tenera* var. *nervosa* A.S.  
*S. turgida* W.Sm.  
*S. turgida* var. *lanceolata* Wisl. et Kolbe  
*Campylodiscus clypeus* Ehr.  
*C. clypeus* var. *bicostata* W.Sm.  
*C. echeneis* Ehr.  
*C. noricus* Ehr.  
*C. noricus* var. *hibernicus* (Ehr.) Grun.

### Chlorophyceae

*Pediastrum Boryanum* (Turp.) Menegh.  
*P. duplex* Meyen  
*Oocystis elliptica* W. West.  
*O. gigas* Archer  
*O. gūgas* var. *Borgei* Lemm.  
*O. lacustris* Chod.  
*O. Marssonii* Lemm.  
*O. pelagica* Lemm.  
*O. socialis* Ostf.  
*O. solitaria* Wittr.  
*O. sp.*

*Tetraedron minimum* (A.Br.) Hansg.  
*Scenedesmus acuminatus* (Langerst.) Chod.  
*S. curvatus* Bohlin.  
*S. obliquus* (Turp.) Ktz.  
*S. quadricauda* (Turp.) Breb.  
*S. quadricauda* var. *dispar* Breb.  
*Crucigenia tetrapedia* (Kirchn.) W. a. G.S. West  
*Hofmania Lauterbornei* (Schmille) Wille  
*Botryococcus Braunii* Ktz.  
*Dictyosphaerium Ehrenbergianum* Naeg.  
*Dictyosphaerium pulchellum* Wood  
*Ankistrodesmus falcatus* (Corda) Ralfs  
*A. facatus* var. *mirabile* W. a. G.S. West

### Conjugatae

*Closterium acerosum* Ehr.  
*C. aciculare* T. West  
*C. Kützingii* Breb.  
*C. lanceolatum* Ktz.  
*C. lunula* Nitzsch.  
*Closterium pritchardianum* Arch.  
*C. sp.*  
*Cosmarium bireme* Nordst.  
*C. dentiferum* Corda  
*C. granatum* Breb.  
*C. laeve* Kbh.  
*C. pseudobiremum* Boldt  
*Straurastrum cuspidatum* var. *divergens* Nordst.  
*S. cuspidatum* var. *maximum* West  
*S. gracile* Ralfs  
*S. paradoxum* Meyen  
*S. tetracerum* Ralfs  
*Mougeotia sp.*

### Cyanophyceae

*Microcystis aeruginosa* (Ktz.) Elenk.  
*M. aeruginosa* f. *flos-aquae* (Wittr.) Elenk.  
*M. Grevillei* (Hass.) Elenk.  
*M. pulverea* f. *holsatica* (Lemm) Elenk.  
*M. pulverea* f. *incerta* Elenk.  
*Gloeocapsa limnetica* (Lemm.) Hollerb.  
*G. minor* (Ktz.) Hollerb.  
*G. minor* f. *dispersa* (Kessl.) Hollerb.



Gloeocapsa minuta (Ktz.)  
 Hollerb.  
 Gomphosphaeria aponina Ktz.  
 G. aponina var. cordiformis  
 Wolle  
 G. aponona var. multiplex Ny-  
 gaard  
 G. lacustris Chod.  
 Coelosphaerium dubium Grun.  
 C. Kützingianum Naeg.  
 C. natans Lemm.  
 Merismopedia glauca (Ehr.)  
 M. glauca f. mediterranea  
 Collins  
 M. punctata Meyer  
 M. tennissima Lemm.  
 M. sp.  
 Dactylococcus fascicularis  
 Lemm.

Dactylococcus sp.  
 Nodularia Harveyana (Thwait.)  
 Thur.  
 N. spumigena Mertens  
 N. sp.  
 Anabaena Bergi Ostf.  
 A. flos-aquae (Lyngb.) Breb.  
 A. spiroides Kleb.  
 A. sp.  
 Aphanizomenon flos-aquae (L.)  
 Ralfs  
 A. gracilis Lemm.  
 Oscillatoria Agardhii Gom.  
 O. formosa Bory.  
 O. Okenii (Ag.) Gom.  
 O. planctonica Wolosz.  
 O. sp.  
 Lyngbia contorta Lemm.  
 L. limnetica Lemm.  
 L. sp.

В Алакольском заливе Западного Балхаша помимо *Cladophora* и диатомей Б.В. Скворцов (1928) определил

*Chroococcus turgidus* (Kütz.) Naeg., *Ch. decolorans* Migaba., *Gomphosphaeria aponina* Kütz., *Lyngbya aerungineo-coerulea* (Kütz.), *Isocystis messanensis* Borzi., *Oocystis solitaria* Wittr., *Botryococcus Brauni* Kütz., *Cladophora* sp.

Водоросль *Botryococcus*, развивающаяся на самой поверхности воды, выбрасывается ветром на берега залива. Темно-зеленая масса у берегов состоит из *B. Braunii* Kütz. с небольшой примесью *Gomphosphaeria aponina* Kütz. Отмирание ее ведет к образованию сапропеля, а затем сапропелитов (Скворцов, 1928).

Основной руководящий комплекс водорослей открытого озера, по И.А. Киселеву (1951), составляют следующие формы: *Glenodinium Borgei*, *Ceratium hirundinella*, *Pediastrum latum*, *Melosira granulata*, *Coscinodiscus lacustris*, *Amphiprora paludosa* var. *issykkulensis*, *Cymatopleura elliptica*, *Campylodiscus clypeus* var. *bicostata*, *Pediastrum duolex*, *P. Boryanum*, *Microcystis flos-aquae*, *Gomphosphaeria lacustris*, *Nodularia spumigena*, *Lyngbya contorta* и *L. limnetica*, а для открытой части IV и V гидрологических районов характерны солоноватоводные виды *Chaetoceros*. В связи с сильной опресненностью Западного Балхаша неравномерное распределение имеют типичные галофиты: виды *Chaetoceros*, *Anabaena Bergii* и отчасти *Amphiprora* и *Glenodinium Bergii*, встречаемые почти исключительно в Восточном Балхаше.

В августе, по И.А. Киселеву (1951) в каждом гидрологическом районе развивается свой характерный комплекс водорослей.

I район. Господствует *Melosira granulata*, *Microcystis flos-aquae*, оба вида *Lyngbya*, в значительных количествах представлены *Ceratium hirundinella*, *Coscinodiscus lacustris* и *Aphanizomenon flos-aquae*.

II район. В средней части района по-прежнему господствует *Melosira* при значительном развитии *Ceratium*, *Coscinodiscus*, *Microcystis*, *Gomphosphaeria lacustris* и *Nodularia spumigena*. Значительно снижается количество *Lyngbya*. В южной части района заметно преобладает *Melosira* и мало *Ceratium*. В северо-восточной части обилие *Melosira* снижается, а *Ceratium* сильно возрастает.

III район. *Melosira* почти исчезает. Наблюдается довольно большое количество галофильных видов - *Peridinium latum*, *Gomphosphaeria lacustris*, *Nodularia spumigena*, *Coscinodiscus lacustris*, обилие *Microcystis*, редким ста-

новится *Ceratium hirundinella*, появляются в планктоне солоноватоводные водоросли - *Amphiprora paludosa* var. *issykkulensis* и *Surirella striatula*, Местами солоноватоводный вид *Campylodiscus clypeus* усиливается настолько, что становится преобладающим. В бухте Коржун так много *Chara* sp., что цвет воды в результате гумификации ее органики достигает XXI по шкале Фореля-Уле.

IV Район. Массовое развитие получают солоноватоводная *Nodularia*, *Glenodinium Borgei* и *Campylodiscus clypeus*, довольно много *Gloeocapsa limnetica* f. *minor*, *Gomphosphaeria lacustris* и видов *Chaetoceros*. Почти сходят со сцены *Ceratium* и прочие перидинии, за исключением *Peridinium latum*, встречающейся единично. Еще больше возрастает количество донных диатомовых солоноватоводной природы: *Anomoeoneis polygramma*, *Gyrosigma strigile*, *Pleurosigma elongatum*, *Tropidoneis lepidoptera*, *Amphora communata* и *A. robusta*, *Nitzschia sigma*, *N. spectabilis* и др.

У район. И.А. Киселев (1951) нашел в нем довольно однообразный состав водорослей, Преобладали галобионты, представленные видами *Chaetoceros*, которые местами присутствовали в массе. Появляются донные галобионты и среди примеси донных диатомовых - *Achnanthes Haukiana*, различные виды *Mastogloia*, *Navicula digitoradiata*, *Amphora coffeaformis* и *A. veneta*, *Gyrosigma Spenceri*, *Nitzschia hungatica*, *N. obtusa* и др. Здесь же продолжает встречаться *Glenodinium Borgei*, *Peridinium latum*, *Anabaena Bergii* и *Gomphosphaeria aponina* (Киселев, 1954).

В количественном отношении фитопланктон повсеместно уступает место зоопланктону. В Западном Балхаше доминирующей формой является *Melosira granulata*. Однако до цветения массового развития она в конце лета достигает лишь в южном участке, против дельты Или. В Восточном Балхаше *Melosira* сменяется представителями синезеленых водорослей, которые также не имеют количественного превосходства по биомассе над зоопланктоном. Отсюда следует важный для продукционной биологии вывод: бедность кормовой базы Балхаша проявляется уже на первом трофическом уровне.

## 2. ВЫСШИЕ РАСТЕНИЯ

Высшая водная растительность изучена гораздо хуже водорослей. Сборы ее осуществлялись только в зал. Мал. Сары-чеган и были обработаны научными сотрудниками Ботанического сада г. Балхаша. Указания на обитание отдельных видов имеются в работах зоологов: Б.К. Штегмана (1947), А.А. Слудского (1948), А.И. Горюновой (1959) и др. Наиболее полный список видов дан в работе К.В. Доброхотовой (1947).

Непосредственные наблюдения и сведения, почерпнутые из литературных источников, свидетельствуют о бедности озера воздушно-водной и подводной растительностью. Растений с плавающими листьями в Балхаше вообще нет. Причин бедности несколько: 1) осолонение озера; 2) мутность воды; 3) мощное воздействие волн на берега; 4) географическая изоляция от других бассейнов.

Осолонение озера не на все виды действует одинаково. Неприспособленными к осолонению воды являются кувшинка чисто-белая (*Nymphaea candida*), стрелолист (*Sagittaria sagittifolia*) и ряска (*Lemna minor*, *L. trisulca*). Слабое осолонение могут переносить рдесты (*Potamogeton perfoliatus* и *P. lucens*). Более приспособлены к росту минерализации тростник (*Phragmites communis*), рдест гребенчатый (*Potamogeton pectinatus*) и уруть (*Myriophyllum spicatum*). Они выдерживают соленость 28‰. В отделившемся от западной оконечности озера Алакольском заливе с соленостью воды 15-50‰ высшей водной растительности вовсе нет. В соленых озерах, приуроченных к солончакам у берега Балхаша, встречается только кое-где тростник.

Мутность воды препятствует развитию в Балхаше харовых водорослей. Последние встречаются только в некоторых участках Восточного Балхаша, где прозрачность высокая. Если создание Калчагайского водохранилища уменьшит мутность воды р. Или, то мягкая водная растительность усилит в Балхаше свое развитие. Сейчас же мут-

ность воды ее заметно угнетает. Уруть (*Myriophyllum* sp.), например, в Западном Балхаше растет только в виде нитевидных стеблей длиной до 2 м с междоузлиями, окаймленными перистыми листьями только у поверхности воды, куда проникает свет. Встречается она на обширных площадях в виде единичных растений, не образующих заросли. В Западном Балхаше, в Ко-куль, прозрачность воды высокая. Зона зарослей клубнекамыша морского (*Bulboschoenus maritimus*) и камыша озерного (*Scirpus lacustris*) шириной в 2-2,5 км окаймляет берег Балхаша полосой, за которой идет полоса погруженных растений шириной до 2 км, представленная единичными экземплярами *Myriophyllum* sp.

В связи с обмелением и осолонением Балхаша сокращаются заросли воздушно-водной растительности. В прошлом полоса камыша в Западном Балхаше имела ширину от 10 до 20 км и протягивалась на 250 км от Узынарала до зал.Алаколь (Фишер, 1883). Сейчас ширина этих зарослей сократилась более чем в 10 раз. Обилие высшей водной растительности наблюдается только в заводях Семиз-куль, Ко-куль и др., а также в дельтах рек.

Велико влияние волн на высшие растения. По северному побережью прибойная зона в литорали Балхаша покрыта галькой, щебнем и гравием, образовавшимся в результате разрушения скал мелкосопочника. Грубые обломочные грунты и мощное воздействие волн мешают укоренению растительности в прибойной зоне. Воздушно-водная растительность, состоящая в Балхаше обычно из трех видов (*Scirpus lacustris*, *Bulboschoenus maritimus* и *Phragmites communis*) везде на открытых плёсах в литорали появляется на некотором расстоянии от берега, обычно на глубинах 1,5-2,0 м, где разрушительная сила волн ослаблена. В защищенных от ветра губах и заливах на песчано-каменной литорали можно встретить клубнекамыш (*Bulboschoenus maritimus*) и айрник венгерский (*Acorellus pannonicus*), на стебли которых фитофильные рыбы откладывают икру во время нереста.

Очень пышно воздушно-водная растительность представлена в придельтовых оазисах Прибалхашья. Берега водоемов дельты покрыты сплошными зарослями *Phragmites communis*, высотой до 3,5-4,5 м. К тростнику в разных количествах примешиваются рогоз Лаксмана (*Typha Laxmannii*), рогоз узколистный (*T. angustifolia*), рогоз малый (*T. minima*), разные виды камыша (*Scirpus lacustris*, *S. triqueter*, *S. Tabernaemontani*) и клубнекамыш (*Bulboschoenus maritimus*) и др. Клубнекамыш в Прибалхашье можно рассматривать как озерное и солончаковое растение.

В глубоководной зоне дельтовых водоемов летом разрастаются рдесты, уруть, роголистник, гречиха земноводная, кувшинка чистобелая и хары. Между протоками дельты Или имеются тысячи озер, часть которых и по сей день соединяется между собой узкими протоками, или „узьяками“ (Штегман, 1947; Слудский, 1948). Там встречается кувшинка, которая есть и в старицах Или и Лепсы. Осолонение пойменных водоемов и самого Балхаша приводит к исчезновению многих видов. При солёности до 1‰ обеднение флоры почти незаметно, а при повышении солёности до 3‰ количество видов резко падает (табл. 30). Длина береговой линии придельтовых районов с пышной воздушно-водной растительностью составляет 350 км, или 1,5%, от длины всей береговой линии Балхаша. Из этой цифры на долю Западного Балхаша приходится 250 км, что составляет около 20% от всей береговой линии.

Кроме видов, приведенных в списке Доброхотовой, (1947), в дельте Или, по свидетельству других исследователей, присутствуют *Inula caspica*, *Lycopus europaeus*, *Stachys palustris*, *Lotus frondosus* и некоторые другие виды (Слудский, 1948). Из водорослей встречаются *Chara nutida* и *Nostoc*.

Переход ассоциаций водных растений к наземным довольно плавный. Тростниково-рогозовая ассоциация характерна для пойменных участков побережья, затопляемых нагонными ветрами, находится на первой болотистой террасе, сложенной современным аллювием дельты. По мере повышения берега и обсыхания прибрежной полосы тростниково-рогозовые заросли в дельтах постепенно становятся сухопутными: редуют, уменьшают высоту и перестраиваются в видовом составе по линии выпадения рогозов, озерного камыша и обогащения представителями южной луговой флоры. Появляется чий и заросли *Salix* sp. высотой до 3 м. Там, где грунтовые воды не достигают поверхности, можно видеть кусты гребенщика (*Tamarix ramosissima*).

Таблица 30

Список макрофитов дельты р.Или (по К.В. Доброхотовой, 1947)<sup>1</sup>

Вид растения	Озера с соленостью		
	до 1‰	до 3‰	свыше 3‰
<i>Salvinia natans</i> (L.) All.	+	-	-
<i>Typha angustifolia</i> L.	+	-	-
<i>T. latifolia</i> L.	+	+	-
<i>T. Laxmannii</i> Lepech.	+	+	-
<i>Sparganium polyedrum</i> Aschers. et Craebn.	+	-	-
<i>Alisma Loeselii</i> Gorski	+	+	-
<i>Sagittaria sagittifolia</i> L.	+	-	-
<i>Potamogeton lucens</i> L.	+	-	-
<i>P. pusillus</i> L.	+	-	-
<i>P. crispus</i> L.	+	-	-
<i>P. pectinatus</i> L.	+	+	+
<i>P. trichoides</i> Cham. et Schlecht.	+	-	-
<i>P. perfoliatus</i> L.	+	+	-
<i>Zannichellia palustris</i> L.	+	-	+
<i>Ruppia maritima</i> L.	+	+	+
<i>Najas marina</i> L.	+	+	-
<i>N. minor</i> All.	+	+	-
<i>Butomus umbellatus</i> L.	+	-	-
<i>Scirpus kasachstanicus</i> Dobroch.	+	+	+
<i>S. Tabernaemontani</i> S.G. Gmel.	+	+	-
<i>S. litoralis</i> Schrad.	+	+	-
<i>Heleocharis eupalustris</i> Lindb.	+	+	-
<i>Phragmites communis</i> Trin.	+	+	+
<i>Lemna trisulca</i> L.	+	-	-
<i>L. minor</i> L.	+	-	-
<i>Polygonum amphibium</i> L.	+	-	-
<i>Nymphaea candida</i> Presl.	+	-	-
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	+	-	-
<i>Aldrovanda vesiculosa</i> L.	+	-	-
<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	+	+	+
<i>M. verticillatum</i> L.	+	+	-
<i>Utricularia minor</i> L.	+	-	-
<i>U. vulgaris</i> L.	+	-	-
<i>Nymphoides peltatum</i> (S.G. Gmel.) O. Ktze.	+	-	-
<i>Nitella hyalina</i> (DC) Ag.	+	+	-
<i>Tolypellopsis stelligera</i> (Mig.) Bauer.	+	+	-
<i>Chara ceratophylla</i> Wallr	-	+	+
<i>Ch. contraria</i> A.Br.	+	+	-
<i>Ch. foetida</i> A.Br.	+	-	-
<i>Ch. fragilis</i> Desv.	+	+	-
<i>Ch. intermedia</i> A.Br.	+	+	-
<i>Ch. kirghisorum</i> Lessiny	+	+	-
Высшие растения	34	17	6
Харовые водоросли	7	7	1
Всего макрофитов	43	24	7

<sup>1</sup> Использованы данные и по другим солоноватоводным озерам Казахстана - В.А.

Вне дельт, за галечно-щебнистой прибойной полосой, среди солончаков и такырообразных образований, располагающихся за береговыми валами Балхаша, в растительном покрове преобладают различные виды солянок. Между воздушно-водными и наземными растениями здесь наблюдается территориальный разрыв.

Список гербария водных растений Казахстана составляет 102 вида (Доброхотова, 1947). В Балхаше и придельтовых его тугаях флора макрофитов насчитывает 51 вид. Обедненность ее по сравнению с другими водоемами Казахстана можно объяснить только географической изоляцией бассейна Балхаша.

## Глава VII

### ЗООПЛАНКТОН

#### 1. ВИДОВОЙ СОСТАВ

Зоопланктон Балхаша привлекал гораздо большее внимание гидробиологов, чем фитопланктон. Начиная с 1929 г. он исследовался неоднократно. Собранные планктонной сеткой из газа № 25 в период научно-промысловой экспедиции 1929-1930 гг. 93 пробы были обработаны В.М. Рыловым (1933). В 1935 и 1939 гг. было собрано 138 проб зоопланктона, которые были обработаны Е.И. Преображенской (1936) и Н.И. Пивоваровым (1940). Сборы малой количественной сетью Джеди производила в 1940 г. Е.Ф. Мануйлова (1944). А.М. Самонов (1940б) при участии Н.И. Пивоварова изучал зоопланктон остаточных Алакольских озер.

Всеми перечисленными выше исследователями в совокупности найдено в Балхаше 57 форм, в Алакольских озерах - 46 (табл. 31). Некоторые формы, указанные в табл. 42, относятся к бентическим организмам и попадают в открытую часть озера лишь благодаря волнению.

Основной комплекс зоопланктона Балхаша, по В.М. Рылову (1933), состоит из 20 форм: *Codonella cratera*, *Synchaeta* sp.sp., *Filinia longiseta*, *F. longiseta* var. *limnetica*, *Polyarthra platyptera*, *Pompholyx sulcata*, *Keratella quadrata*, *K. quadrata* var. *valga*, *K. cochlearis*, *K. cochlearis* var. *tecta*, *Anapus testudo*, *Hekarthra oxyure*, *Arctodiaptomus salinus*, *Mesocyclops crassus*, *M. leuckarti*, *Daphnia cristata*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Chydorus sphaericus* и *Leptodora kindtii*. Л.С. Берг (1904) считал, что зоопланктон Балхаша носит прудовый характер. Этот вывод не подтвердился. Согласно В.М. Рылову (1933), зоопланктон носит типично озерный характер. Компоненты прудового зоопланктона (*Brachionus*, *Anureopsis* и др.) в открытую часть озера заносятся случайно. В конце зал. Кара-чеган встречаются в самом озере *Brachionus urceolaris*, *B. mülleri*, *B. angularis*, *B. bakeri*, *Asplanchna priodonta*. В середине зал. Бурдю-тюбе найдены *Polyphemus pediculus*. Прудовые черты зоопланктона больше всего приурочены к участкам Балхаша, находящимся под влиянием рек, дающих биосток из озер-старич. Частые ветры, мелководность озера и взмучивание придонного ила обуславливают заметную примесь форм микробентоса, бентоса и факультативно планктических форм (Рылов, 1933).

Среди зоопланктона Балхаша коловраткам принадлежит ведущая роль. Из них в планктоне открытого озера преобладают *Keratella cochlearis*, *K. quadrata*, *Filinia longiseta*, *Polyarthra platyptera* и *Asplanchna herricki*. Согласно Е.Ф. Мануйловой (1944), *Keratella quadrata* является в июне преобладающим видом среди коловраток. Прочие коловратки встречаются редко и в большинстве случаев в незначительных количествах, причем *Asplanchna priodonta* и *Brachionus* находятся главным образом в заливах. Е.М. Рылов (1933) в качестве характерной черты фауны коловраток указывает на отсутствие *Kellicottia longispina*, но Е.Ф. Мануйловой (1944) удалось найти этот вид на одной из станций в зал. Мал. Сары-чеган.

Все представители *Copepoda* входят в состав планктона открытой части озера и играют значительную роль в планктоне прибрежных участков. Руководящей формой является *Arctodiaptomus salinus*, являющийся индикатором солонатоводных

Таблица 31

Видовой состав зоопланктона Балхаша и Алакольских озер

Группа и вид	Бал- хаш	Ала- коль	Сас- сык- коль	Каш- кар- ка	Уялы	Озера дельты Или
<u>Protozoa</u>						
<i>Diffugia limnetica</i> Lev.	+		+			
<i>Pamphascus cornutus</i> Leyd.	+					
<i>Cyphoderia ampulla</i> Ehr.	+					
<i>Codonella cratera</i> (Leidy)	+					
<i>Tintinnidium</i> sp. (fluviatilis)	+		+			
<u>Rotatoria</u>						
<i>Floscularia</i> sp.	+					
<i>Asplachna herricki</i> Guern.	+		+	+	+	
<i>A. priodonta</i> Gosse	+					
<i>Filinia longiseta</i> Schrenk	+	+	+	+	+	+
<i>F. longiseta</i> var. <i>limnetica</i> Zach.	+					
<i>Trichocerca longiseta</i> Schr.	+		+			
<i>T. pusilla</i> Lenn.	+		+	+		
<i>Lecane luna</i> (O.F.M.)	+		+			
<i>L. lunaris</i> Ehr.	+		+			
<i>Pompholyx suleata</i> Gosse	+					
<i>Brachionus angularis</i> Gosse	+		+	+	+	+
<i>B. quadridentatus</i> var. <i>brevispinus</i> (Ehr.)	+					
<i>B. quadridentatus</i> var. <i>cluniorbicularis</i> (Skor.)	+					
<i>B. quadridentatus</i> var. <i>hyphalmyros</i> Tschna	+					
<i>B. bakeri</i> O.F.M.	+					
<i>B. urceolaris</i> O.F.M.	+	+		+	+	
<i>B. militaris</i> Ehr.						+
<i>Keratella quadrata</i> Ehr.	+	+				+
<i>K. quadrata</i> var. <i>divergens</i> Voigt.	+					
<i>K. quadrata</i> var. <i>valga</i> Ehr.	+					
<i>K. cochlearis</i> Gosse	+	+	+	+	+	+
<i>K. cochlearis</i> var. <i>tecta</i> Gosse	+	+	+	+	+	+
<i>Anuraeaopsis fissa</i> Gosse			+			
<i>A. hypelasma</i> Gosse	+					
<i>Notholca acuminata</i> Ehr.	+	+				
<i>Kellicottia longispina</i> Kellic.	+					
<i>Anapus testudo</i> Laut	+					
<i>Hexarthra fennica</i> Lev.	+					
<i>H. fennica</i> var. <i>oxyuris</i> Zernov	+					
<i>H. sp.</i>		+				
<i>Polyarthra platyptera</i> Ehr.	+	+	+			+
<i>P. euryptera</i> Wierz	+					
<i>Synchaeta</i> sp.	+	+				
<i>Diurella stylata</i> Eyferth.			+			
<i>Gastropus stylifer</i> Imhof.			+			
<i>Conochilus</i> sp.			+			
<i>Trichotria</i> sp.			+			+
<i>Pompholyx sulcata</i> Gosse			+			

Таблица 31 (продолжение)

Группа и вид	Бал- хаш	Ала- коль	Сак- сык- коль	Каш- кар- ка	Уялы	Озера дельты Или
<u>Copepoda</u>						
<i>Arctodiaptomus salinus</i> Dad.	+	+	+	+	+	+
<i>Eudiaptomus graciloides</i> Lill.	+		+			+
<i>Cyclops vicinus</i> Uljanin	+					
<i>C. strenuus</i> Fisch.	+		+			+
<i>Acanthocyclops viridus</i> Tur.	+	+	+	+		+
<i>Paracyclops fimbriatus</i> (Fisch.)	+		+			
<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fisch.)				+		
<i>Macrocyclops albidus</i> (Fisch.)			+			
<i>Mesocyclops oithonoides</i> Sars.						+
<i>M. leuckarti</i> Claus	+	+	+	+	+	+
<i>M. (Thermocyclops) crasuss</i> Fischer	+					
<u>Cladocera</u>						
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Liev.)	+					
<i>Sida crystallina</i> O.F.M.	+					+
<i>Daphnia magna</i> Straus		+	+	+		+
<i>D. pulex</i> (de Geer)						+
<i>D. cucullata</i> Sars	+		+			+
<i>D. cristata</i> Sars			+	+	+	+
<i>D. longispina</i> Müll.						+
<i>D. balchaschensis</i> Man.	+					
<i>Ceriodophnia pulchella</i> Sars		+	+			+
<i>C. sp.</i>	+					
<i>C. affinis</i> Lilljeb.		+	+			+
<i>Bosmina longirostris</i> Müll.	+		+			
<i>B. coregoni</i> Baird					+	+
<i>B. coregoni obtusirostris</i> Sars						+
<i>Macrothrix rosea</i> (Jurine)						+
<i>M. sp.</i>						+
<i>Acroperus harpae</i> (Baird)						+
<i>Graptoleberis testudinaria</i> (Fisch.)						+
<i>Alona rectangula</i> Sars	+					
<i>A. affinis</i> (Leyd.)	+					
<i>Rhynchotalona rostrata</i> (Koch.)	+					
<i>Rh. fascata</i> (Sars)	+					
<i>Chydorus sphaericus</i> Müll.	+	+	+	+	+	+
<i>Simocephalus vetulus</i> O.F.M.		+	+			
<i>Polyphemus pediculus</i> (L.)	+					+
<i>Leptodora kindtii</i> (Focke)	+		+		+	+



водоемов. Кроме Балхаша, он обычен в оз. Чаны, Иссык-Куле и Аральском море. Особенно многочислен он в наиболее осолоненном Восточном Балхаше. Как форма, характерная для пресноводных водоемов, *Eudiaptomus graciloides* играет подчиненную роль. В южной части Западного Балхаша этот вид встречается довольно часто, но в незначительном количестве. Зато *Mesocyclops crassus* всюду достигает такого количественного развития, что во многих случаях является преобладающим видом в зоопланктоне. *Mesocyclops leuckarti* распространен широко, но развивается всюду лишь в небольшом количестве. Большой роли он в биопродукции не играет, хотя значение его большее, чем остальных видов циклопов. В частности, *Cyclops vicinus*, несмотря на некоторую эвригалинность, встречается в небольших количествах главным образом в Западном Балхаше. Более эвригалинный вид — *Acanthocyclops viridus* — также в Балхаше большого развития не достигает и встречается во всех гидрологических районах озера лишь спорадически. *Cyclops strenuus* обнаружен единично в IY и У гидрологических районах. *Paracyclops fimbriatus* впервые найден Н.И. Пивоваровым в 1939 г. в районе Бертусы и Алгазы. В сборах Е.Ф. Мануйловой (1944) в 1943 г. он обнаружен в предустьевом участке Или, в заливе Мал.Сары-чеган и на одной станции в юго-западной части озера. Е.Ф. Мануйлова считает, что эти формы свойственны главным образом прибрежным участкам озера.

Из ветвистоусых рачков только три вида являются характерными представителями зоопланктона открытого озера: *Diaphanosoma brachyurum*, *Daphnia cucullata* и *Leptodora kindtii*. Первые два вида, по мнению Е.Ф. Мануйловой (1944), играют значительную роль в планктоне всех гидрологических районов озера, а *Leptodora kindtii* сравнительно редко достигает значительного количественного развития из-за выедания рыбами. В списке форм, приведенных В.М. Рыловым (1933), среди кладоцер названа *Cephaloxus cristatus* (= *Daphnia cristata*) и отсутствует *Hyalodaphnia cucullata* (= *Daphnia cucullata*). Однако Е.Ф. Мануйловой (1944) в 1939 г. и Н.И. Пивоваровым в 1939 г. всюду обнаружена *D. cucullata* с различной степенью развития шлема и не встречена *D. cristata*. Е.Ф. Мануйловой (1948) в качестве эндемика и нового вида описана *Daphnia balchaschensis* Man.

Характерные для прибрежных участков и заливов *Alona*, *Chydorus sphaericus*, *Bosmina longirostris*, *Rhynchotalona* в открытом озере являются случайными элементами. *Ceriodaphnia* также обнаружена главным образом в районе пос. Сарытумсук, где количество ее превышает таковое *Diaphanosoma* и *Daphnia cucullata*. *Polyphemus pediculus* найден всего лишь на одной станции в бухте Агалон в Восточном Балхаше, а *Sida crystallina* — лишь в зал. Мал.Сары-чеган (Мануйлова, 1944).

## 2. ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Согласно данным Е.Ф. Мануйловой (1944), в Балхаше наблюдается ярко выраженная дифференциация зоопланктона по гидрологическим районам, характеризующимся разным химическим составом воды.

I район. Характерно нахождение *Eudiaptomus graciloides* во всех участках, присутствие в южном участке *Bosmina longirostris*, значительное развитие *Leptodora kindtii* на всех станциях, очень сильное количественное развитие *Mesocyclops crassus* и преобладание его над всеми другими видами. Главная масса кладоцер концентрируется в южной части района, а копепоид — в северной. *Ceriodaphnia pulchella* распределена только в районе пос.Сары-тумсук. Коловратки *Keratella cochlearis*, *K. quadrata*, *Asplanchna*, *Filinia*, *Polyarthra* и *Brachionus* распределяются по всему району, но неравномерно.

II район. Доминирует *Mesocyclops crassus*, количество *Arctodiaptomus salinus* по сравнению с первым районом увеличивается, *Eudiaptomus graciloides* на некоторых станциях не обнаружен (Чубар-тубе и Бертус). Большая масса кладоцер сосредоточена в южной части района. Из них на станции в районе Чубар-тубе не обнаружена *Leptodora kindtii*. Среди коловраток сильное развитие получают *Anuraea aculeata* и *Filinia longiseta*.

Таблица 32

Численность (в экз./м<sup>3</sup>) руководящих форм зоопланктона (по Е.Ф. Минуйловой, 1944)

Массовая форма	Гидрологические районы				
	I	II	III	IV	V
<i>Arctodiaptomus salinus</i>	142	228	490	1350	1522
<i>Eudiaptomus graciloides</i>	68	17	75	73	23
<i>Diaptomus juv.</i>	983	1501	1182	2315	8300
<i>Nauplii</i>	7651	5249	3869	1969	2889
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	4502	629	2471	1412	1398
<i>Daphnia cucullata</i>	2637	252	676	538	637

В бухте Мал.Сарычеган встречаются *Sida crystallina*, *Kellicottia longispina* и *Synchaeta* sp.

III район. Характерно дальнейшее увеличение численности *Arctodiaptomus salinus*, присутствует *E. graciloides*, а также *Leptodora*.

Среди коловраток заметное участие в планктоне принимает *Keratella cochlearis* и в районе п-ова Узынарал - *Filinia longiseta*. В районе Коржуна отмечено значительное преобладание *Mesocyclops crassus*, а в районе Узынарала количество его меньше.

IV район. В западной части преобладает *Mesocyclops crassus*, а в восточной - *Arctodiaptomus salinus*. *Eudiaptomus graciloides* встречается не на всех станциях, *Leptodora kindtii* найдена лишь в одном пункте. Характерно появление среди коловраток *Hexarthra oxyure* и *Synchaeta* sp. лишь в восточной части района. Появляется *Cyclops strenuus*, а из кладоцер - *Ceriodaphnia reticulata*. В протоке Копер-куль очень много коловраток и отсутствует *Diaphanosoma*, но зато есть *Ceriodaphnia pulchella* и *Asplanchna herrecki*.

V район. Преобладает *Arctodiaptomus salinus*. Кладоцеры количественно развиты очень слабо и почти совсем отсутствуют в юго-восточном углу района. В значительном количестве развиваются *Synchaeta* sp. и *Hexarthra oxyure* и появляется *H. fennica* в восточной части района. В бухтах развивается *Ceriodaphnia reticulata*, *Chydorus sphaericus* и *Alona*. Среднее количество ракообразных по районам приведено в табл. 32.

В Западном Балхаше *Arctodiaptomus salinus* не достигает большого количественного развития, что объясняется сильным опреснением I и II районов р.Или. С продвижением же на восток и увеличением солености воды количество особей *Arctodiaptomus salinus* резко увеличивается. Представители рода *Cyclops*, наоборот, наиболее многочисленны в опресненном Западном Балхаше. Известное влияние на распределение планктона по акватории озера оказывают и другие притоки, несущие во всех случаях пресную воду. В западной половине озера благодаря влиянию Или и проток, соединяющих Балхаш с пойменными озерами, развивается рачек *Bosmina longirostris*, встречающийся только в южной части I гидрологического района, всецело находящегося под влиянием р.Или. Около Семиз-куля очень сильно развивается *Ceriodaphnia pulchella*, чрезвычайно сильно изменяющая количественное соотношение форм в открытой зоне района. Против впадения Капер-кульской протоки (IV район) исключительно сильное развитие получают коловратки *Keratella cochlearis*, *Filinia*, *Polyarthra platyptera*, *Tricocerca* и др.

Закономерности вертикального распределения зоопланктона в толще воды (табл. 33) изучались Е.Ф. Мануйловой (1944) лишь в Восточном Балхаше. Химические и термические факторы на вертикальное распределение зоопланктона большого влияния не оказывают. Частые ветры и мелководность озера создают своеобразные условия почти полной гомотермии и равномерного распределения химических ингредиентов по всей толще воды в течение всего сезона открытой воды. Разница между поверхност-

Таблица 33

Вертикальное распределение зоопланктона (в экз./м<sup>3</sup> и г/м<sup>3</sup>) в Балхаше (по

Вид	Гидрологические					
	I			II		
	ст. 37, 12 X, 13 ч. 30 м.			ст. 35, 6 X, 20 ч.		
	0-5 м	5-10 м	10-13 м	0-5 м	5-10 м	10-14 м
<i>Cyclops</i>	6120	11 000	38 300	32 000	6780	13 330
<i>Diaptomus</i>	2920	9960	19 700	12 720	7880	6530
Nauplii	1420	2600	16 160	3300	1240	1620
<i>Diaphanosoma</i>	420	720	1830	1600	260	220
<i>Hyalodaphnia</i>	900	3560	5030	3100	620	640
<i>Anurea aculeata</i>	1760	2640	10 830	4360	1160	750
<i>A. Cochlearis</i>	-	20	-	-	-	-
<i>Triarthra</i>	300	840	3930	580	340	1110
<i>Polyarthra</i>	-	-	-	-	-	-
Copepoda	10 460	23 560	74 160	18 020	15 900	21 480
Cladocera	1320	3280	6860	4700	880	860
Rotatoria	2060	3500	1760	4940	1500	1860
Итого экз./м <sup>3</sup>	13 840	30 340	95 780	57 660	18 280	24 200
Copepoda	0.800	0.754	1.691	4.023	1.177	0.554
Cladocera	0.061	0.196	0.317	0.219	0.040	0.039
Rotatoria	0.007	0.009	0.006	0.001	0.006	0.003
Итого г/м <sup>3</sup>	0.868	0.959	2.014	4.243	1.223	0.596

<sup>1</sup> Расчеты биомассы (в г/м<sup>3</sup>) выполнены Г.Д. Максимовой

ной и придонной температурами как в Западном, так и в Восточном Балхаше составляет не более 1-2°. Лишь в редко наблюдаемые периоды затишья она достигает 5°. В этих условиях химическая стратификация также не может быть значительной.

Ведущим фактором в вертикальном распределении планктона в Балхаше является световой режим на разных горизонтах, тесно связанный с ветровым взмучиванием дна со дна, прозрачностью воды и влиянием на последнюю мутных вод протоков. Под влиянием р.Или юго-западная часть озера отличается очень малой прозрачностью, которая обычно колеблется в пределах 0.3-0.5 м. К тому же эта часть наиболее мелководна, и находится под постоянным влиянием ветрового взмучивания. В Восточном Балхаше прозрачность даже на мелководных участках против устьев рек не бывает менее 1.5 м. Обычно же она колеблется от 3 до 5 м, а после долгого затишья иногда достигает 7.5 м.

По данным Н.И. Пивоварова (1940), основная масса зоопланктона в I гидрологическом районе концентрируется в поверхностном слое воды - от 0 до 2 м. Иная картина наблюдается в других районах: наибольшее количество зоопланктона находится в придонных горизонтах. По данным Е.И. Преображенской (1936), Н.И. Пивоварова (1940) и Е.Ф. Мануйловой (1944), к концу дня в летнее время вертикальное распределение зоопланктона довольно равномерное. В условиях же дневного освещения основная масса зоопланктона сосредоточивается в придонных слоях, а в вечернее и ночное зоопланктон перемещается в поверхностные горизонты. Такие же суточные миграции совершает и фитопланктон, с той лишь разницей, что днем он не концентрируется у дна, а распределяется по всему трофогенному слою. Дневное опускание зоопланктона связано с потреблением им *Scenedesmus quadricauda*, *S. acuminatus*, *S. curvatus*, *S. obliquus* и других водорослей, а также бактериопланктона и детрита.

Е.Ф. Мануйловой, 1944)<sup>1</sup>

районы									
III			IV		V		VI		
ст. 36, 11 X, 13 ч. 30 м.			ст. 13, 18 VII, 16 ч.		ст. 27, 14 VIII, 17 ч. 30 м.		ст. 11, 10 VII, 14 ч.		
0-5 м	5-10 м	10-13.5 м	0-5 м	5-8 м	0-5 м	5-8 м	0-4 м	4-9 м	9-14 м
920	2920	7080	460	2960	420	400	625	740	1260
2500	7780	10 979	1680	3340	5820	7500	425	7980	47 560
460	680	800	1720	340	3320	5000	725	620	5200
20	260	1460	260	1960	1460	600	-	100	1660
2180	2260	2250	1080	600	520	530	-	160	780
300	820	770	4740	700	3480	1560	350	1140	2280
-	-	-	-	-	-	30	25	-	-
20	300	650	20	20	30	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	20	-
3880	11 380	13 850	3860	6640	10 560	12 900	1775	9340	54 020
2200	2520	3710	1380	2560	2040	1170	-	260	2440
320	1120	1420	4760	720	3770	1720	375	1160	2280
6400	15 020	23 980	10 000	9920	15 370	15 790	2150	10 760	58 740
0.253	0.791	1.412	1.126	0.510	0.487	0.487	0.649	0.585	3.084
0.099	0.114	0.184	0.061	0.125	0.096	0.053	-	0.012	0.118
0.010	0.009	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.003	0.001
0.353	0.905	1.597	1.188	0.636	0.584	0.541	0.650	0.600	3.203

Зимой количество зоопланктона в Балхаше резко сокращается. Так, например, 20 II 1943 г в III гидрологическом районе не были обнаружены ветвистоусые, а Copepoda и коловратки присутствовали в количестве соответственно 40 и 1240 экз./м<sup>3</sup>. 26 III 1943 г в этом же районе плотность была следующей: Cladocera - 10, Copepoda - 295 и Rotatoria - 290 экз./м<sup>3</sup> (Мануйлова, 1944). Как видим, планктон зимой количественно очень беден. Против устья Каратала в III гидрологическом районе Е.Ф. Мануйлова (1944) зимой встречала *Ceriodaphnia pulchella* и *Diaptomus graciloides*. Для открытой части плеса в районе Аши-су характерно относительно развитие *Asplanchna herricki*, незначительное развитие *Cyclops juv.* и *nauplii* и отсутствие ветвистоусых.

В апреле и начале мая в развитии зоопланктона заметных изменений по сравнению с зимним периодом не происходит, но среди кладоцер появляются *Bosmina*, *Alona* и *Chydorus*. В середине мая в V гидрологическом районе происходит резкое увеличение развития *Mesocyclops crassus*, *Paracyclops fimbriatus*, *Acanthocyclops viridis*, *Cyclops vicinus*. Коловратки занимают второе место, причем ведущая роль среди них сохраняется за *Asplanchna*. Большое развитие получают Cladocera и среди них *Bosmina longirostris*, появляется *Leptodora kindtii*, *Hyalodaphnia cucullata* и *Diaphanosoma brachyurum*.

В конце весны в развитии зоопланктона по сравнению с зимним периодом намечаются резкие изменения. Так веслоногие рачки, как *Mesocyclops crassus*, *Cyclops juv.* и *nauplii* выступают на первое место; коловратки же занимают второе. Роль ветвистоусых остается незначительной, но среди них появляются *Diaphanosoma*, *Hyalodaphnia* и *Leptodora*. Совершенно иная картина наблюдается в летний период (табл. 34). В V районе веслоногие остаются количественно преобладающими благодаря высокой численности *Diaptomus salinus* (8-9 тыс. экз./м<sup>3</sup>). В I районе в июне очень большого развития достигает *Cyclops juv.* и *Mesocyclops crassus*. Представители ветвистоусых повсеместно занимают второе место. Роль коловраток относительно меньшая, но все же заметная.

Таблица 34

Среднее количество организмов зоопланктона (в экз./м<sup>3</sup>) летом в крайних плесах Западного и Восточного Балхаша (по Е.Ф. Мануйловой, 1944)

Вид	I гидрологический район			У гидрологический район	
	июнь	июль	август	июль	август
<i>Cyclops juv.</i>	18080	32050	21763	2518	367
<i>Mesocyclops crassus</i>	2260	11505	18703	508	243
<i>M. leuckarti</i>	190	152	140	209	17
<i>Cyclops vicinus</i>	22	3	1	-	-
<i>Acanthocyclops virens</i>	2	12	11	34	8
<i>Diaptomus juv.</i>	770	2166	524	8730	8345
<i>D. salinus</i>	130	166	162	1515	1530
<i>D. graciloides</i>	22	34	105	33	15
Nauplii	6340	4212	12025	2410	3695
<i>Hyalodaphnia cancellata</i>	2230	680	2360	1037	237
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	5960	4963	7033	1809	988
<i>Leptodora kindtii</i>	166	281	187	2	4
<i>Bosmina longirostris</i>	106	-	-	-	-
<i>Alona</i>	-	-	-	-	8
<i>Chydorus</i>	-	-	-	303	8
<i>Ceriodaphnia</i>	-	-	-	22	8
Copepoda	27816	50300	51434	15961	14220
Cladocera	8462	5928	9580	3215	1253
Rotatoria	4195	95	408	13583	2646
Всего	40473	56323	61422	32759	18019

Летний состав зоопланктона по всему озеру характеризуется преобладанием рачков. Осенний период характеризуется в Восточном Балхаше количественным снижением всех форм, выпадением *Leptodora* и изменением количественных соотношений между видами. По количеству осенью на первое место выходит молодь циклопов при резком сокращении по сравнению с летом молоди диаптомусов.

### 3. БИОМАССА ЗООПЛАНКТОНА

На основании всех исследований зоопланктона можно составить представление о сезонной динамике главнейших его групп (табл. 35). Летняя плотность зоопланктона является максимальной, осенне-зимняя - минимальной, а весенняя занимает промежуточное положение. Очень неравномерна плотность распределения зоопланктона по гидрологическим районам (табл. 36). Наибольшая численность зоопланктона наблюдается в более опресненном Западном Балхаше. Расхождения в итоговых данных объясняются различием в методике сбора: в 1939 г. Н.И. Пивоваровым применялась сеть из газа № 25, а в 1943 г. Е.Ф. Мануйловой - из газа № 12. Сырой объем планктона в Балхаше составляет 16,6 см<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>. По нашей просьбе Г.Д. Максимова сделала расчет биомассы зоопланктона. Согласно ее данным (табл. 33), средняя биомасса его в гидрологических районах оказалась следующей (в г/м<sup>3</sup>): I район - 3,841, II район - 6,062, IY район - 2,855, Y район - 4,452, в среднем для Балхаша - 3,34 г/м<sup>3</sup>, или 21,07 кг/га. Чем больше глубина, тем выше биомасса зоопланктона. В наиболее мелководном, I гидрологическом районе озера она равна 16,6 кг/га, а в наиболее глубоководном, Y - 54,9 кг/га.

Таблица 35

Динамика основных групп зоопланктона (в экз./м<sup>3</sup>) в Балхаше (по Е.Ф. Мануйловой, 1944)

Группа	Зима (февраль-март)	Весна (апрель-май)	Лето (июнь-июль-август)	Осень (октябрь)
Copepoda	149	6102	23190	1786
Cladocera	5	716	4216	325
Rotatoria	765	4863	10167	466
Всего	919	11681	37573	2577

Таблица 36

Распределение среднего летнего количества зоопланктона (в экз./м<sup>3</sup>) по гидрологическим районам Балхаша в 1943 (по Е.Ф. Мануйловой, 1944) и 1939 гг. (по Н.И. Пивоварову, 1940)

Группа	Гидрологические районы					Среднее для озера
	I	II	III	IV	V	
Copepoda	43186	31126	13912	9241	15090	30967
Cladocera	7990	3003	3232	4254	2234	5474
Rotatoria	1366	2875	437	3078	8114	4702
Всего в 1939 г.	35713	35541	20797	22300	18166	32732
Всего в 1943 г.	52542	37004	17581	17573	25438	41143

## ФАУНА ДНА И ЗАРОСЛЕЙ

## 1. ВИДОВОЙ СОСТАВ

Отмечая бедность фауны Балхаша Л.С. Берг (1903, 1907) писал, что в озере он не нашел ни моллюсков, ни червей, ни высших ракообразных. Вывод Л.С. Берга о бедности фауны Балхаша остается в силе, хотя и некоторые из указанных группы были позже найдены экспедицией 1928-1931 гг., руководимой П.Ф. Домрачевым. Прежде других групп были найдены моллюски. Руководящей формой среди них оказалась *Valvata piscinalis*. Этот моллюск в массовом количестве был найден в 45 пробах из 98 просмотренных (Микулин, 1933). В меньшем количестве были найдены *Planorbis* и *Pisidium*. Из 730 проб бентоса, собранных в 1935 г. Н.П. Навозовым-Лавровым (1939), живые моллюски были найдены в 24 пробах, взятых в Западном Балхаше с глубин до 1 м, в 5 - с глубин от 3 до 6 м и в 2 - с глубин от 3 до 6 м. В Восточном Балхаше живые моллюски были найдены только в одной пробе.

Создается впечатление, что гибель моллюсков в Балхаше произошла совсем недавно. Ни в одной из 62 проб бентоса, взятых в открытой части озера в 1943 г., живых моллюсков не оказалось (Бурмакин, 1956), хотя пробы, приносимые дночерпателем, местами наполовину слагались раковинным материалом. Малочисленность живых моллюсков в открытых участках Западного Балхаша подтверждается материалами А.Д. Ежовой (1944б) по исследованию питания рыб: в их желудках моллюсков не оказалось. В 1953 г. моллюски (*Limnaea*) были встречены Е.В. Бурмакиным (1956а) в Восточном Балхаше, но только в опресненном участке среди тростниковых зарослей вблизи устья р.Каратала. В настоящий момент неизвестно ни одного случая нахождения моллюсков в Восточном Балхаше за пределами влияния речных вод, тогда как в 1935 г. моллюски были обнаружены там в 16 пробах из 325 (Навозов-Лавров, 1939).

Исчезновение моллюсков из неопресненных районов Восточного Балхаша Е.В. Бурмакин (1956а) объясняет изменением химизма воды и, возможно, грунтов. По его мнению, в Восточном Балхаше солевой состав воды достигает местами летальных для моллюсков пределов, что послужило причиной их исчезновения. В Западном Балхаше моллюски водятся в зал. Мал. Сары-чеган и против устья Или. Е.В. Бурмакин (1956) считает, что в Западном Балхаше живые моллюски распространены повсеместно, а по Б.Ф. Жадину (1949), - исключительно в участках, где сильно сказывается опреснение. А.М. Самонов (1944) в бухте Ассамбай-куль под камнями и на камнях, обросших водорослями, находил *Limnaea*, *Valvata* и *Gammaridae*. Здесь они недоступны для рыб. Кроме того, эти виды моллюсков живут на каменистой сублиторали в зал. Байгабыл. Нами 25 IX 1948 г. в урочище Мын-Арал под плитняком в литорали были найдены живые *Limnaea*, *Planorbis* и *Bithynia*, а также две пиявки. Редкость моллюсков в Балхаше А.М. Самонов (1944) объясняет выеданием их рыбами. Однако выеданием трудно объяснить большое скопление на дне пустых раковин моллюсков. Вымирание моллюсков, начавшееся в Балхаше в прошлом, очень интенсивно продолжается и в настоящее время.

В Балхаше, согласно последней сводке В.И. Жадина (1952), обитает 5 видов моллюсков: *Bithynia caeruleans*, *Valvata piscinalis*, *Planorbis ehrenbergi*, *Limnaea auricularia* и *Pisidium henslovatum*. Один из них - *Bithynia caeruleans* West - является здесь эндемиком. По А.И. Янковской (1933), видов больше *Bithynia caeruleans* West., *Limnaea palustris* Lam., *L. ovata* Drab.,

*L. stagnalis* L., *L. auricularia* L., *V. piscinalis* (Mül.), *V. cristata* (Mül.), *Planorbis albus* Mül., *P. planorbis* Mül., *Pisidium henslowianum* (Shepp.). Однако она отмечает, что анализируемый ею материал, за исключением *Pisidium*, содержал преимущественно мертвые раковины.

По А.М. Самонову (1942), в водоемах дельты Или обитают *Limnaea truncatula*, *L. peregra*, *Planorbis ehrenbergi* и *Amphipeplea glutinosa*.

Список ныне живущих в предустьевых участках рек моллюсков может быть расширен за счет обитающих в пресноводных дельтах, где, судя по Или, сохранилось не менее 8 видов: *Limnaea ovata*, *L. truncatula*, *L. auricularia*, *L. stagnalis*, *L. peregra*, *Planorbis ehrenbergi*, *Amphipeplea* sp. и *Pisidium* sp. Посаженная в Балхаше монодакна заселила Западный Балхаш. Произошла акклиматизация случайно завезенной беззубки (*Anadonta*).

Черви представлены группами свободно живущих круглых червей (*Nematodes*), малощетинковых червей (*Oligochaeta*) и пиявок (*Hirundinea*). Пиявки представлены тремя видами: *Piscicola geometra* L.; *Protocleipsis meyeri* Stchegolew; *Glossiphonia complanata* L. Эти же три вида встречены А.М. Самоновым и А.Д. Ежовой в озерах дельты Или. Нематоды встречаются в очень незначительном количестве и редко. Никакого значения в биомассе бентоса они не имеют и в систематическом отношении не изучены.

Олигохеты из сборов 1943 г. были обработаны Ц.И. Иоффе, определившей среди них 8 видов: *Lydodrilus hammonionsis* (Mich.), *J. bavaricus* Oeshmann, *Limnodrilus helveticus* Pignet, *L. hoffmeisteri* Clap., *Tubifex tubifex* (Stole), *Paranais uncinata* Osted., *Nais pardalis* Pignet., *Stylaria lacustris* L. Олигохеты обычно присутствуют в составе бентоса озера, но биомасса их невелика. Из полихет акклиматизировано два вида в западной части озера.

Водяные клещи (*Hydracarina*) не определялись. Н.П. Навозовым-Лавровым (1939) в Балхаше обнаружен лишь один род *Atax*. Среди бентоса они встречаются редко (Домрачев, 1930). Несколько гидрокаринов были обнаружены Е.В. Бурмаковым (1956) в кишечнике леща из устья р.Или.

Ракушковые рачки (*Ostracoda*) в пробах бентоса встречаются часто (Домрачев, 1930а). В сборах А.М. Самонова 1943 г. Н.А. Акатовой определено 6 видов из трех семейств: *Cypridae* - *Hyocypris* sp. (близкая к *S. brady* Sars), *Candona neglica* Sars, *Candona* sp.; *Darvinnalidae* - *Darvinula stewartsoni* (Br. et Rob.); *Cytheridae* - *Cyprideis littoralis* (Brady); *Limnocythere dubiosa* Daday.

Остракодовый ил слагают створки следующих видов: *Limnocythere dubiosus* Daday, *Candona neglica* Sars и *Cyprideis littoralis* Daday (Сапожников, 1954).

В дельтах протоков и придельтовых районах личинки насекомых, согласно исследований С.С. Смирнова (Домрачев, 1930а), Н.П. Навозова-Лаврова (1939), Е.Ф. Мануйловой (1944), А.М. Самонова (1944), А.Д. Ежовой (1944) и других, представлены отрядами стрекоз (*Odonata*), поденок (*Ephemeroptera*), веснянок (*Plecoptera*), клопов (*Hemiptera*), жуков (*Coleoptera*), ручейников (*Trichoptera*) и двукрылых (*Diptera*). Личинки насекомых, за исключением *Heleidae* и *Chironomidae*, почти не определялись. А.М. Самоновым (1942) в водоемах дельты р.Или были найдены *Dytiscus latissimus*, *Cybister laterimarginalis*, *Nebria cyllenhalt* и, кроме того, вертячка (*Gyrinus natator*), а из листоедов - *Galerucella nymphaea*. Стрекозы здесь представлены родами *Gomphus*, *Aeschna*, *Agrion*, *Cocnagrion*, *Lestes*, *Platynemis* и *Symplocna*. В Ближнем Семиз-куле есть *Hydra* и *Spongia*. В самом Балхаше из клопов (*Hemiptera*) встречены *Micronecta minutissima* и *Corixa* sp.

В У гидрологическом районе Балхаша в зал.Бурлю-тубе А.М. Самонов наблюдал вылет *Ephemeroptera*, взрослые особи которых сплошь покрывали снасти судов. Отсутствие поденок в массовом количестве в других районах А.М. Самонов объясняет выеданием их рыбами. Но этому явлению, возможно, есть и другое объяснение.

Бокоплавцы (*Amphipoda*) в Балхаше, по Навозову-Лаврову (1939), и в озерах дельты Или, по А.М. Самонову (1944), представлены *Rivologammarus*, к сожалению, до вида не определенного. В Балхаш вселено 4 вида мизид.

Среди организмов донной области первое место занимают личинки хирономид, а второе — олигохеты. Другие группы бентоса встречаются редко. Пиявки в количественных пробах бентоса найдены всего три раза: дважды — в открытой части озера и один раз — в предустьевом участке р. Или. Личинки ручейников, веснянок и жуков найдены были только в весенних пробах из предустьевых участков рек. Для самого Балхаша эти группы не характерны. Плотность малошешетинковых червей редко достигает более 100 экз./м, а вес их обычно не превышает 0,2 г/м<sup>2</sup>. Плотность личинок комаров-звонцов иногда достигает более 1,5 тыс., а биомасса — до 4 г/м<sup>2</sup>.

Значительно богаче фауна зарослей и дна в пойменных водоемах среди дельт притоков Балхаша. Здесь встречаются организмы почти всех систематических групп (Покровский и др., 1942). Такого разнообразия и количественного обилия донной и литоральной фауны в самом Балхаше нет. Из Heleidae лишь представители рода *Culicoides* изредка в небольшом количестве встречаются в бентосных пробах около дельт.

По определению А.Ю. Микулина (1933), в Балхаше встречается 19 форм Chironomidae. Н.П. Навозов-Лавров (1939) насчитывает 21 форму, а А.А. Заболоцкий определил 20. Запутанность синонимии хирономид не исключает возможности повторений (Бурмакин, 1956а). Первый список Chironomidae был получен А.Ю. Микулиным (1933) на основе обработки 68 проб, собранных драгой Дорогостайского в 1928–1931 гг. в разных участках Балхаша. А.Ю. Микулин (1933) пришел к выводу, что *Chironomus salinarius* в Балхаше, как и в других солоноватоводных водоемах, замещается *Chironomus plumosus* пресноводных водоемов, а *Protethes* в этих же случаях замещается *Tanypus*. Н.П. Навозов-Лавров обработал сборы 1935 г., а А.А. Заболоцкий — сборы 1939 г. Список форм, полученный А.А. Заболоцким, приводится ниже в общем списке видов Chironomidae и Heleidae, в который вошли *Chironomus salinarius*, *Ch. plumosus*, *Glyptotendipes gripekoveni*, *Parachironomus*, *Prochironomus*, *Endochironomus nymphoides*, *Stictochironomus*, *Polypedilum*, *Cryptochironomus*, *Harnischia* sp. N 1, *H. sp. N 2*, *Tahytarsus „Attersee“*, *Orthocladus*, *Cricotopus*, *Psectorocladus psilopterus*, *Corynoneura*, *Tanypus* sp. N 1, *T. sp. N 2*, *Protethes*, *Ablabesmia mobilis*, *Culicoides*. Данный список несколько отличается от списка, опубликованного А.Ю. Микулиным (1933). В частности, А.Ю. Микулиным не были найдены *Chironomus plumosus*, *Glyptotendipes*, *Parachironomus* и *Ablabesmia*. С другой стороны, А.А. Заболоцким не были найдены формы, отмеченные А.Ю. Микулиным, а именно: *Phytochironomus*, *Paratanytarsus* и *Eutanytarsus*. Е.Ф. Мануйлова (1944) считает, что в Балхаше в общей сложности обитает 24 формы. В озерах-старицах в дельте Или, помимо „комаров-звонцов“, есть *Chaoborus*, *Culicoides* и *Anopheles*. Если судно в тихую погоду подходит вечером к устью Или или других рек, то воздух наполняется звоном комаров, и полчища их облепляют снасти судна и палубу, долго затем путешествуя с судном по Балхашу.

## 2. ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

У Балхаша очень плохо морфологически выражена подводная терраса, которая в других больших озерах позволяет их котловину делить на литораль (поверхность подводной террасы), sublитораль (свал или бровка террасы) и профундаль (котловина ниже бровки). Причина слабой выработанности подводной террасы кроется в усыхании озера. Морфологически слабовыраженное деление котловины озера на литораль, sublитораль и профундаль затрудняет изучение донной фауны в аспекте названных зон. Границы между зонами по профилю озерной котловины в Балхаше во многих пунктах установить невозможно. Поэтому при изучении распределения донной фауны большинство гидробиологов увязывало его с распределением грунтов основных гидрологических районов. Связь с зонами озера при этом подходе проявляется косвенно и неярко, через характер грунта. Главные же закономерности выявляются в разрезе гидрологических районов озера.

По данным А.Ю. Микулина (1933), руководящей формой среди Chironomidae является *Chironomus salinarius*, *Protethes*, *Cryptochironomus* и *Har-*



Таблица 37

Общее количество и частота встречаемости отдельных форм Chironomidae в 1939 г. (по Е.Ф. Мануйловой, 1944)

Chironomidae	Встречаемость, % от количества взятых проб					Количество, шт./м <sup>2</sup>				
	Гидрологические районы									
	1	II	III	IУ	У	1	II	III	IУ	У
Cryptochironomus	22.2	34.4	52.9	61.9	52.7	11	13	9	40	35
Protenthes	37.0	43.7	47.0	33.3	66.6	37	335	88	144	348
Tanypus	51.5	62.5	35.3	23.8	61.9	85	228	77	51	46
Harnischia	59.3	62.5	17.6	38.9	47.6	142	99	24	87	61
Chironomus salinarius	22.2	34.4	23.5	33.3	76.2	6	12	27	27	111

nischia. Роль их в разных гидрологических районах неодинакова. Так, в I гидрологическом районе, наиболее опресненном, доминируют Chironomus salinarius и отчасти Cryptochironomus, во II - Ch. salinarius и Protenthes, в III, IУ и У - Ch. salinarius и Protenthes, в У районе, в отличие от третьего и четвертого, ведущая роль принадлежит Protenthes и несколько в меньшей степени - Tanypus.

Эти выводы резко расходятся с результатами исследований Е.Ф. Мануйловой (1944) (табл. 37). В частности, по сборам 1939 г. выяснилось, что Cryptochironomus ни в одном из гидрологических районов не имеет значительного количественного развития, хотя по частоте встречаемости в III и IУ районах занимает первое место. Повсеместно в группу руководящих форм нужно включить Tanypus. Что же касается Chironomus salinarius, являющегося формой преимущественно солонатоводных водоемов, то он нигде не входит в число доминирующих форм, кроме наиболее соленого У гидрологического района. Количество и встречаемость его возрастают от I района к II.

Другую картину в сборах Е.Ф. Мануйловой дала Harnischia. Самое большое значение она приобретает в I районе. Таким образом, она явно предпочитает опресненные районы озера. Tanytarsus сильнее развивается также в более опресненных районах. Что касается Protenthes, то, как отмечают А.Ю. Микулин (1933) и Е.Ф. Мануйлова (1944), эта форма в Балхаше является несколько уклоняющейся от типичной, что видно в ее хорошей приспособленности к обитанию в районах с повышенной соленостью. Количество этой формы наименьшее в первом районе.

Большинство форм обитающих в Балхаше хирономид приспособлено к обитанию в солонатоводных условиях. Адаптация к этим условиям выражается в изменении средней плотности Chironomidae в разных районах (табл. 38).

Таблица 38

Распределение средней биомассы и плотности Chironomidae по гидрологическим районам Балхаша (по Е.Ф. Мануйловой, 1944)

	Гидрологические районы				
	1	II	III	IУ	У
Плотность, экз./м <sup>2</sup>	470	480	1000	458	201
Средняя биомасса, кг/га	4.1	7.0	6.0	11.76	5.76

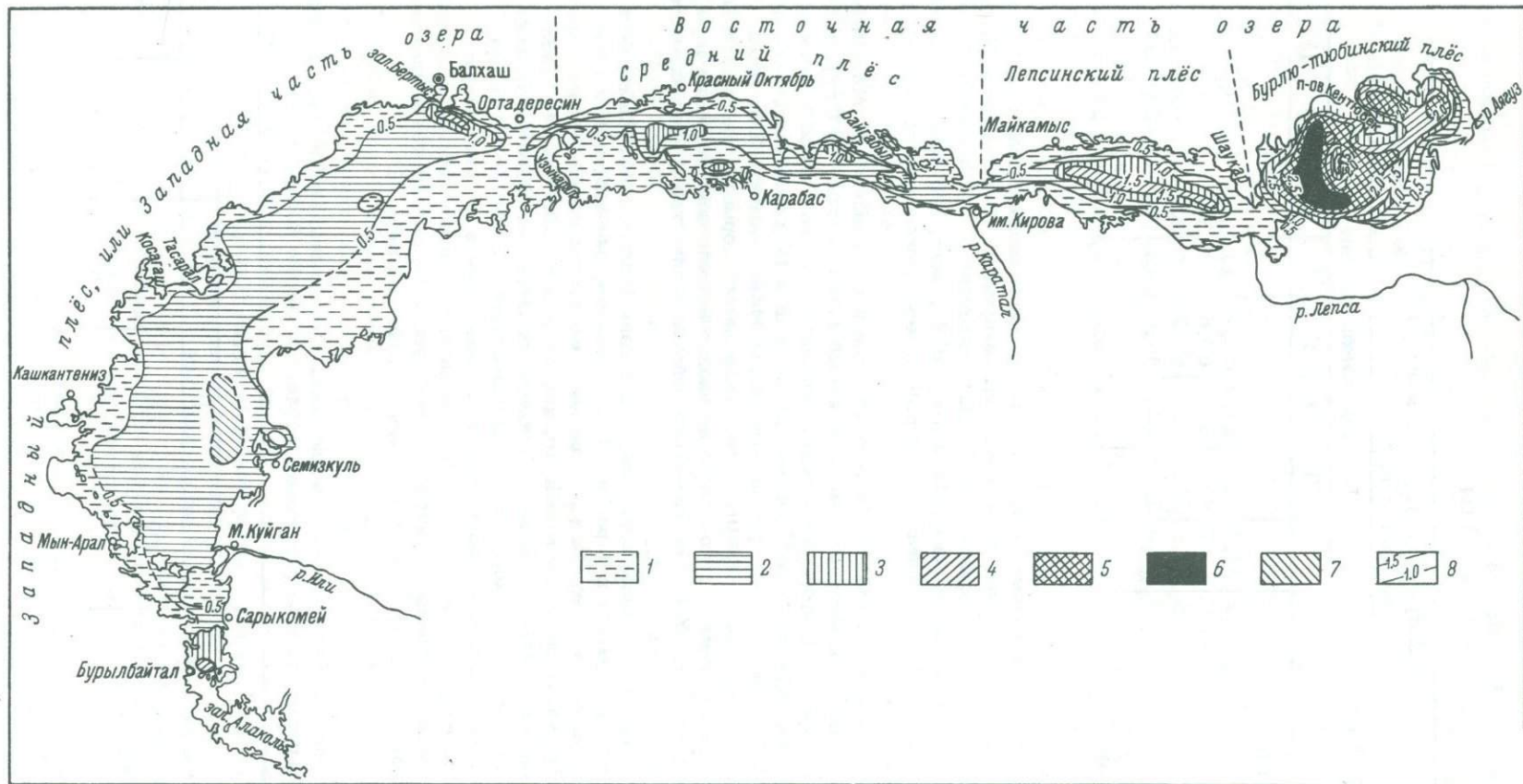


Рис. 9. Распределение органического углерода в осадках оз.Балхаш (по Д.Г. Сапожникову, 1951).

Содержание органического углерода в процентах от веса сухого осадка: 1 -  $< 0.5$ , 2 - 0.5-1.0, 3 - 1.0-1.5, 4 - 1.5-2.0, 5 - 2.0-2.5, 6 -  $> 2.5$ ; 7 - песчаная отмель, намывная в районе сел.Сары-тумсука; 8 - линии равных содержаний.

Таблица 39

Средняя плотность доминирующих групп Chironomidae (в экз./м<sup>2</sup>) в летний период на разных глубинах Балхаша (по Е.Ф. Мануйловой, 1944)

Chironomidae	Глубины			
	до 5 м	5-10 м	10-15 м	свыше 15 м
Cryptochironomus	2,3	2,0	4,4	1,2
Protenthes	5,7	25,7	34,1	9,5
Tanipus	4,2	12,4	17,4	3,6
Harnischia	6,0	6,9	10,1	5,3
Chironomus salinarius	3,4	1,6	7,1	6,8
Итого	23,6	48,6	74,1	26,4
Количество станций	27	9	10	5

Если принять во внимание, что исследования У района проводились в июле 1943 г. — в период массового вылета основных его форм, то вполне можно согласиться с выводом А.Ю. Микулина (1933), что количественное распределение Chironomidae непосредственно следует за повышением солености и глубины. Однако связь здесь не прямая, а косвенная. Количество органического вещества по мере увеличения глубины от 1 до У района в Балхаше неуклонно повышается (рис. 9).

По мнению Е.Ф. Мануйловой (1944), распределение Chironomidae по глубинам в каждом районе определяется сезонными миграциями каждого вида, которые находятся в тесной связи с его экологией и биоциклом. По мере развития более взрослые личинки мигрируют в более глубокие зоны. По этой причине закономерности распределения хирономид по глубинам в течение года носят сезонный характер, неоднократно меняющийся в течение года. В связи с тем, что гидробиологические исследования приурочивались к периоду открытой воды, сейчас представляется возможным охарактеризовать зональность обитания Chironomidae в Балхаше не для всех сезонов, а лишь для летнего периода по результатам обработки материалов, собранных в 1939 г. (табл. 39).

Несмотря на ограниченное количество проб, данные Е.Ф. Мануйловой (1944) подтверждают вывод А.Ю. Микулина (1933) о том, что основная масса доминирующих форм сосредоточивается в сублиторали Балхаша на глубинах 10-15 м. Однако количественное развитие Protenthes и Tanipus значительно также и на глубине 5-10 м, т.е. в нижней части литорали. Chironomus salinarius почти в том же количестве, что и в сублиторали, встречается в профундали и на глубине более 15 м. Относительно высокая плотность Ch. salinarius подтверждает вывод А.Ю. Микулина (1933) о том, что эта форма наряду с Protenthes может рассматриваться как руководящая. Мелководные участки литорали, до 5-метровой изобаты, подверженные прибою, отличаются наименьшей плотностью и биомассой Chironomidae, чем более глубокие и менее подверженные воздействию волн.

Исследованиями 1943 г. установлена следующая картина количественного распределения хирономид по глубинам (табл. 40). Наибольшая масса сосредоточена на глубинах от 10 до 15 м, а наибольшая плотность чаще всего наблюдается между изобатами 5 и 10 м. Исследования области глубин свыше 15 м производились опять-таки

Таблица 40

Средняя плотность и биомасса Chironomidae по глубинам в оз. Балхаш

	Глубина			
	до 5 м	5-10 м	10-15 м	свыше 15 м
Среднее количество, экз./м <sup>2</sup>	143	692	372	600
Биомасса, кг/га	1,8	7,5	9,68	7,0
Количество станций	27	13	10	2

в июле, когда происходил вылет основной массы личинок и наблюдались перемещения взрослых особей в более мелководную зону. По данным А.Ю. Микулина (1933), вылет *Protenthes* приходится на конец июня-начало июля, *Ch. salinarius* - конец июня-начало августа, *Cryptochironomus* - на август. Данных о времени вылета *Harnischia* и *Tanypus* в условиях Балхаша нет.

Распределение *Chironomidae* по глубинам находится в зависимости от распределения грунтов. Наиболее тонкие илы в Балхаше представлены гиттией, имеющей светло-серый цвет. Более грубые илы имеют более темную окраску и располагаются ближе к берегу. Как правило, мелководьям свойственны, кроме щебня и песка, разнообразные темные илы, более грубые по своему механическому составу, а в профундальной зоне - более тонкие и светлые. Очевидно, осаждающиеся на дно кальцит и доломит из прибойной зоны отмываются и откладываются в профундали, делая ее илы светлее. Все литоральные участки дна, лежащие выше глубинного воздействия волн, подвержены волновой эрозии, а поэтому грунты на них представлены перемытыми песками и щебнем. Волны, воздействуя на литораль, отмучивают мелкие частицы и относят их в глубь озера. Благодаря частым ветрам в Балхаше зона щебня и песка наиболее бедна детритом, являющимся основной пищей бентоса. Наиболее богатыми детритом оказываются свал и профундаль, покрытые темно-серыми, серыми и белыми илами. По данным Е.Ф. Мануйловой (1944), наиболее продуктивны по плотности населения *Chironomidae* светло-серые илы. К такому же выводу приходит А.М. Самонов (1944) в отношении общей биомассы бентоса (табл. 41).

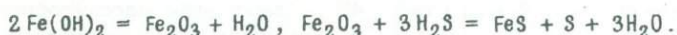
Таблица 41

Биомасса бентоса (в кг/га) на различных грунтах в оз. Балхаш (по А.М. Самонову, 1944).

Грунт	Гидрологические районы				
	I	II	III	IV	V
Белый ил	5,6	-	-	-	-
Светло-серый ил	6,47	7,42	10,37	6,54	22,07
Темный ил	-	6,9	1,2	22,96	-
Песок	3,1	2,4	3,5	5,3	1,7

Биомасса наиболее важной группы бентоса в целом для Балхаша, по Е.Ф. Мануйловой (1944), распределяется по грунтам следующим образом (в кг/га): песок и заиленный песок - 1,09, ил с незначительным количеством песка - 3,55, темно-серый ил - 4,95, светло-серый ил - 9,67 и белый ил - 14,4.

Большое влияние на продуктивность илов оказывает присутствие в них  $H_2S$ . По данным Е.Ф. Мануйловой (1944), на темно-сером иле с запахом  $H_2S$  средняя плотность личинок хирономид достигает 90 экз./м<sup>2</sup> и биомасса - 2,8 кг/га, а без  $H_2S$  - соответственно 350 экз./м<sup>2</sup> и 4,9 кг/га. Относительно большая биомасса хирономид на белых илах объясняется отсутствием в них  $H_2S$ . В присутствии сероводорода в илах возникают восстановительные процессы, при которых образуется сернистое железо. Реакция, по Л.С. Бергу (1908), идет по следующей схеме:



Сернистое железо и придает грунтам черный оттенок. Наличие восстановительных процессов и  $H_2S$  объясняют, почему уменьшается биомасса по мере усиления темно-го цвета грунта. *Cryptochironomus* оказывает предпочтение песчаному грунту, остальные доминирующие формы в наибольшем количестве развиваются на илах. Запах  $H_2S$  не оказывает, по-видимому, отрицательного действия на развитие *Protenthes*, *Chironomus salinarius* и *Cryptochironomus*. Верхняя пленка илов, на которых, по Е.Ф. Мануйловой (1944), обитают эти формы в Балхаше, имеет достаточное содержание кислорода даже при наличии запаха  $H_2S$  в более глубоких горизонтах ила. Влияние  $H_2S$  на обилие *Tanypus* и *Harnischia* четко видно из ее наблюдений.

Таблица 42

Распределение средней биомассы бентоса (в кг/га) в Западном Балхаше по месяцам (по Е.Ф. Мануйловой, 1944)

Группа бентоса	Месяцы							
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Chironomidae	2,08	36,00	4,66	5,74	5,16	7,72	3,33	4,00
Oligochaeta	-	-	0,33	0,62	0,46	0,4	0,46	-
Прочие	-	21,2	1,0	0,02	0,02	-	0,04	-
Итого, кг/га	2,00	57,2	5,99	16,38	5,64	8,12	9,83	9,00
Количество станций	2	1	3	17	23	15	3	4

Питание Chironomidae в Балхаше происходит исключительно за счет детрита, образованного планктоном. Поскольку происходит полная минерализация, образования органических илов из неразложившегося старого детрита не наблюдается. Макрофиты также не играют никакой роли в питании хирономид. Грунты, содержащие остатки тростника, оказываются очень мало населенными. На таких грунтах Е.Ф. Мануйловой (1944) встречались только Cryptochironomus и Harnischia, являющиеся хищниками.

Сезонные колебания биомассы бентоса почти не изучены. Круглогодичные наблюдения проводились только в зал. Мал.Сары-чеган, входящем во II гидрологический район (табл. 42). В сезонном аспекте наибольшая биомасса в зал. Мал.Сары-чеган падает на апрель (табл. 43). Наименьшая биомасса наблюдается в мае, в период интенсивного вылета всех групп насекомых. Биомасса олигохет, наоборот, была наибольшей в мае, а наименьшей - в зимний период. Общее увеличение биомассы после летнего периода происходит с августа. Первое место в биомассе во все сезоны принадлежит личинкам хирономид. Роль прочих групп бентоса, за исключением весеннего периода, слабая. Весной в I гидрологическом районе благодаря влиянию Или и в IV - Лепсы и Каратала наблюдается значительное развитие веснянок, поденок, стрекоз и жуков (табл. 44). В распределении биомассы бентоса по гидрологическим районам есть свои особенности (Самонов, 1944).

Таблица 43

Распределение биомассы бентоса (в кг/га) в оз. Балхаш по сезонам года (по Е.Ф. Мануйловой, 1944)

Группа бентоса	Весна	Лето	Осень
Chironomidae	14,22	6,20	9,16
Oligochaeta	0,11	0,73	0,23
Прочие	7,40	0,01	0,02
Всего	21,73	6,94	9,41

I район. Относительно высокая для Балхаша биомасса бентоса, исчисляемая 10-20 кг/га, концентрируется в открытой части озера, посредине района, и в южной части, а также ближе к северо-западному побережью в центральной части района. Участки с этой биомассой тянутся неширокой полосой от Кара-тюбе, на расстояние 15 км на восток от него, и до п-ова Токс-тюбе. Большая часть I гидрологического района имеет биомассу от 5 до 9 кг/га. Такая биомасса бентоса свойственна северной половине района, большей части зал. Мал.Сары-чеган, району восточнее и севернее о.Басарал. Затем наблюдается значительное уменьшение биомассы на юг до протока Сары-кумей. Склоны Досайской косы характеризуются биомассой 6,4 кг/га. В заливе Бол.Сары-чеган биомасса колеблется от 1 до 20 кг/га. Участки озера, рас-

Таблица 44

Распределение средней численности биомассы бентоса в Балхаше по гидрологическим районам в 1939 г. (по данным А.М. Самонова, 1944)

Группа бентоса	Гидрологические районы				
	1.	II	III	IV	V
Chironomidae	486	567	672	608	699
Oligochaeta	310	325	364	396	13
Итого, экз./м <sup>2</sup>	796	892	1036	1004	712
Средняя биомасса, кг/га	5,6	4,8	7,8	10,7	19,7
Число станций	33	39	39	28	27

положенные ближе к берегу, характеризуются меньшей биомассой. Этим участкам свойственны глубины до 3 м, а из грунтов – серые и темно-серые глинистые илы, часто с примесью песка и растительных фрагментов. Залив Кашкантиз отличается очень незначительной биомассой: в середине – 2 кг/га, а в бухтах – 0,8 кг/га. Грунт залива очень богат растительными остатками. Район южнее Досайской косы, включая предустьевое пространство Или, имеет, согласно А.М. Самонову (1944), биомассу, равную 2,5–3 кг/га. Очень малая биомасса, до 1,75 кг/га, отмечалась в районе побережья Сартумсука, Ира, Долгого Семиз-куля, в бухте Изенды и южнее о.Аякарал. В этих участках озера были станции даже с полным отсутствием бентоса, причем во всех случаях найдены мертвые моллюски, вероятно, выносимые течением из проток Или в озеро. Грунты богаче остатками макрофитов. Биомасса бентоса около с.Бурылбайтала и Сарыкамея – 3,6 кг/га (Самонов, 1944).

II район. Самая высокая биомасса бентоса сосредоточена в северо-западной части района – в открытом плесе озера в виде сравнительно небольшого участка со светло-серыми и темно-серыми илами и глубинами 6,0–7,5 м. Около Чубар-тюбе биомасса бентоса составила 36 кг/га, юго-восточнее Бертыса – 17 кг/га, против зал.Сары-булака – 22 кг/га. Вся северо-западная часть района имеет биомассу 6,5–8 кг/га. В заливе Мал.Сары-чеган средняя биомасса составила 5,6 кг/га, в зал.Сокур-койль – 9,6 кг/га и в бухте Тарталык – 13 кг/га. Для этих заливов характерны серые и темно-синие илы и глубины до 5,2 м. Остальные части района имеют чрезвычайно низкую биомассу. Вдоль юго-восточного побережья, начиная от границы I гидрологического района и до Узынарала, тянется довольно широкая полоса, с биомассой до 1,1 кг/га. В районе южного берега и Ак-тюбе были станции с полным отсутствием бентоса. Для этих мест характерны грунты с большим количеством растительных остатков. Юго-западная часть района до Мал.Таргыла также отличается незначительной биомассой, что связано с наличием песчаного грунта, иногда с растительными остатками. Здесь также есть места, где бентос при помощи приборов для его количественного учета вообще не найден (Самонов, 1944).

III район. Наибольшая биомасса бентоса сосредоточена в центральной части, на северо-восток от о-ва Ультарахты и о-ва Коржун, включая зал.Красный Октябрь. Средняя биомасса бентоса на светло-серых илах зал. Красный Октябрь составляет 27,3 кг/га, илы светлосерые, при этом в южной части этого участка она поднимается до 30 кг/га, а в северной части – снижается до 21–22 кг/га; преобладающие глубины – 10–14 м. Участки открытого озера северо-восточнее о.Узынарал, между островами Ультарахты и Коржун, и от юго-восточной оконечности о.Коржун до о.Алгазы (не включая зал.Асамбай-куль) характеризуются биомассой от 8 кг/га в западной части до 5,1 кг/га в восточной, ближе к о.Алгазы. Глубины здесь 7–12 м, грунт часто илисто-песчаный, а между островами Коржун и Ультарахты – мелкопесчаный. Юго-западная часть района за островами Ультарахты, район о.Узынарал по юго-западному побережью отличается очень незначительной биомассой – от 0,2 до 2,0 кг/га, а в протоке Узынарал дночерпатель приносил лишь пустые раковины моллюсков. Зал. Коржун имеет биомассу 12 кг/га, зал. Булай-тюбе – 2 кг/га и зал. Асамбай-куль – 2,5 кг/га. В Асамбай-куле грунт песчаный, а в Коржуне и Булай-тюбе – темно-серый и серый илы и глубины, по данным 1939 г., – от 2,8 до 5,0 м (Самонов, 1944).

1У район. Наибольшая биомасса бентоса отмечена в 1939 г. в северо-восточной части района, от урочища Майкамыс до п-ова Шаукар и южнее последнего, а также в западной части на юго-запад от п-ова Булай. Для двух первых участков характерны белый и светло-серый илы и глубины 12-15 м., а для района Булая - светло-серые илы и глубины 8.6-13.5 м. Биомасса бентоса, равная 30-34 кг/га, обнаружена посредине озера в промежутке от мыса Агалон до п-ова Шаукар. В зал. Тюлеп-Челкар биомасса составляет 18.5, в бухте Агалюн - 24, к юго-западу от нее - 21.1, к юго-востоку от урочища Майкамыс - 12-14 кг/га. Южнее п-ова Шаукар, напротив устья Лепсы, на глубинах 7 м зарегистрирована биомасса в 27.1 кг/га. В районе Булая биомасса в октябре составила 20, юго-восточнее о.Алгазы - 11.1 кг/га. Байгобыльский залив и участок озера от устья р.Каратал до урочища Сары-гаюг имеет биомассу от 5.1 до 8.4 кг/га, а на середине озера, несколько к северо-западу от урочища Сары-гаюг - 5.3 кг/га. Глубины здесь - 6-13 м, грунт светло-серый и серые илы. Остальная часть района, в частности между урочищами Сары-гаюг и Майкамыс, южная часть до зал. Кара-чеган, включая устье Аксу и Лепсы, зал. Кум-арал и небольшой участок против него, имеют низкую биомассу бентоса - порядка до 2 кг/га. Грунты на этих участках с глубинами от самых незначительных до 13 м разнообразны: против Майкамыса - твердые, каменистые, по южному побережью - темно-серый ил и песок, напротив Кум-арала - белый и т.д. (Самонов, 1944).

У район. Наибольшая часть района имеет очень незначительную, а в некоторых участках - наибольшую для Балхаша глубину. В западной части района с глубинами до 15 м на белых и светло-серых илах у п-ова Шаукар биомасса составила 26.5 кг/га. Вокруг о.Кашкан-тюбе биомасса на северо-западе - до 20, на северо-востоке - 31.0, на юге и юго-западе - 35-38 кг/га. Для этого участка характерны белые илы и наибольшие для озера глубины. В бухте Кен-тюбе на белых илах на глубине 12.5-15 м наблюдалась относительно высокая биомасса - 35-40 кг/га. По данным 1939 г., в зал. Бурлю-тюбе на илистом грунте биомасса бентоса достигала также весьма значительной для Балхаша величины - 32 кг/га. Открытая часть района, восточнее п-ова Кен-тюбе, на светло-серых илах и глубинах 8 м имела биомассу 8 кг/га, а в бухте Кен-тюбе на светло-серых илах - 9 кг/га. Юго-восточнее бухты Ак-тас на глубинах от 2 до 8 м, каменистых, песчаных грунтах и темно-серых илах встречены участки с очень низкой биомассой, - не превышающей 2 кг/га. В бухте Ак-тас на темно-сером иле с запахом  $H_2S$  бентос вообще не был обнаружен (Самонов, 1944).

В последние годы происходят изменения в распределении бентоса по озеру в связи с успешной акклиматизацией мизид. С 15 мая по 30 июля 1958 г. в Западный Балхаш из низовьев Дона было завезено 300 тыс. мизид (Тютеньков, 1963), и для более быстрого их расселения они доставлялись в различные участки водоема. Основную массу составляли *Mesomysis intermedia* Czern, *Mesomysis kowalevskyi* Czern, в небольшом количестве - *Paramysis baeri* Czern. По свидетельству Ф.Д. Мордухай-Болтовского, в оз.Балхаш был завезен и *Paramysis ullskyi* G.O. Sarg. (Воробьева и Самонов, 1966а).

Проверка расселения мизид Н.Б. Воробьевой и А.М. Самоновым (1966б), осуществленная в октябре 1959 г., показала, что *M. intermedia* и *M. kowalevskyi* заселили всю акваторию Западного Балхаша и на восток распространились до о.Коржун и бухты 8-е марта. К августу 1963 г. мизиды стали появляться в Восточном Балхаше вплоть до зал. Копер-куль. По данным Н.Б. Воробьевой и А.М. Самонова (1966б), средняя биомасса мизид в гидрологических районах Балхаша достигла следующих величин (в  $г/м^2$ ): в I - 3.14, II - 3.12, III - 1.42, IV - 0.38 при средней для всего водоема в  $2.2 г/м^2$  и плотности в 411 экз./ $м^2$ . Выяснилось, что мизиды хорошо переносят присутствие в грунтах  $H_2S$ . В районе о.Сокур-койль, например на сером иле с резким запахом сероводорода, Н.Б. Воробьева и А.М. Самонов (1966б) определили скопление мизид с плотностью 702 экз./ $м^2$  и биомассой  $2.9 г/м^2$ . Как показали наблюдения (Воробьева и Самонов, 1966б), мизиды предпочитают илистые пески, серые илы, но встречаются и на чистом песке, не избегая зоны обитания рдестов и хары (табл. 45). С глубиной количество мизид уменьшается. Максимальные глубины, на которых они были обнаружены, - 15-17 м.

Таблица 45

Средние данные о распределении мизид по грунтам (по Н.Б. Воробьевой и А.М. Самонову, 1966)

Грунт	Средняя биомасса, г/м <sup>2</sup>	Плотность мизид, экз./м <sup>2</sup>
Серый ил	3.15	782
Песок	2.27	641
Илистый песок	2.62	875
Темный ил	1.21	301

### 3. БИОМАССА БЕНТОСА

В результате исследований, проведенных в разные годы, получено несколько значений средней биомассы бентоса. Н.П. Навозов-Лавров (1939), например, обработав 76 проб, собранных в 1936 г., среднюю биомассу бентоса для летнего периода в Балхаше определил равной 9.7 кг/га, а А.М. Самонов (1944), на основе обработки проб, взятых со 152 станций в 1939 г., — равной 9.75 кг/га (средняя для всего озера). Согласно гидробиологическим исследованиям 1943 г. (68 станций), проведенным Е.Ф. Мануйловой (1944), биомасса бентоса в Балхаше составляет 7.14 кг/га, т.е. данные 1943 г. показали некоторое снижение биомассы бентоса по сравнению с 1935 и 1939 гг. Причина, возможно, кроется в запущенности рыболовного промысла в военное время и связанном с ней сазаньем „утомлении озера“, вызванном подрывом сазаном своей кормовой базы.

Если сравнить данные по биомассе бентоса Балхаша с таковыми других озер, то можно увидеть, что кормность Балхаша весьма незначительная. Так, например, по данным В.Я. Никитинского (1933) и Г.В. Никольского (1940), Аральское море, обладающая соленостью порядка 10‰ против 0.3–5‰ в Балхаше, имеет среднюю биомассу бентоса 160–180 кг/га. Приведенное сравнение свидетельствует в пользу малопродуктивности Балхаша по бентосу. Но если мы будем рассматривать бентос со стороны его кормовых достоинств, то увидим, что он состоит целиком из хорошо усваиваемых организмов — *Chironomidae* и *Oligochaeta*.

Соотношение между уловом бентофагов и биомассой бентоса — *F/B* — коэффициент — для Балхаша равен 1.25, что говорит об очень интенсивном использовании бентоса рыбами. Поскольку балхашские бентофаги — сазан, моринка и губач — отличаются своей жирностью (внутренности их покрыты жиром), можно предполагать, что, помимо бентоса, существуют еще какие-то другие источники питания этих рыб. Таким общим источником для них может быть свежий детрит, а для сазана и еще мягкая водная растительность.



## ПОЗВОНОЧНЫЕ ЖИВОТНЫЕ

Первые сведения о позвоночных Балхаша появились в отчетах путешественников на основании описания и обработки их сборов. К.Ф. Кесслер (1878), например, обработал сборы экспедиций И.С. Полякова, А.И. Шренка и Н.М. Пржевальского, благодаря чему открыл 14 новых для науки видов рыб. С.М. Герценштейн (1889) из коллекции Н.М. Пржевальского описал новый вид маринки, который сейчас называют илийской маринкой; Л.С. Берг (1949) из собственных сборов описал семиреченского гольяна. Несмотря на обнаружение новых видов, ихтиофауна Балхаша в целом оказалась все же необыкновенно бедной (табл. 46).

Если исключить виды рыб, вселенные человеком, то в качестве аборигенов можно назвать всего 5 видов: *perca schrenki* Kessl., *Schizothorax argentatus* Kessl., *S. pseudoksaensis* Herz., *Nemachilus strauchi* (Kessl.), *N. labiatus* (Kessl.). Из них, по крайней мере, три — окунь Шренка (*Perca schrenki*), балхашская маринка (*Schizothorax argentatus*) и одноцветный губач (*Nemachilus labiatus*) — могут считаться эндемиками. Паразитофауна балхашских рыб исследовалась О.Х. Ахмеровым (1941). Эндемиков она не имеет (Догель и Гвоздев, 1945).

Исследование класса земноводных животных ограничивается приблизительными списками видов. Н.А. Северцов (1873), например, для Семиречья указывает на присутствие *Tritonus sibiricus*, *Rana temporaria* Linne, *R. platyrhyna* Sen, Hr., *R. esculenta* и *Bufo viridis* Lacer. Правда, А.М. Никольский (1887) указание на встречаемость съедобной лягушки (*Rana esculenta*) считал ошибочным. Вообще земноводные на берегах пустынного типа либо редки, либо отсутствуют. Другое дело тугай дельты Или и иных рек с пресной водой и летним паводком. В них земноводные встречаются в большом количестве. Одну крупную лягушку с зеленым хребтом корейцы употребляют в пищу. Водные рептилии встречаются реже лягушек и зеленых жаб. По свидетельству Е. Елпатьевского (1907), Л.С. Берг в урочище Мын-арал в Западном Балхаше обнаружил два вида ужей: обыкновенного (*Natrix natrix* L.) и водяного (*Natrix tessellata* Laur).

Гораздо богаче фауна птиц. Характеристику ее видового состава и данные по распределению можно найти в книге В.Н. Шнитникова (1949) и работе И.А. Долгушина (1947). Особенно много птиц в дельтах притоков Балхаша, поскольку сам Балхаш имеет малопродуктивную и отмытую волнами от органического ила литораль, где благородная дичь не держится из-за отсутствия корма. Песчаные берега и острова дельты пригодны для гнездования чаек, крачек и куликов. Размножению рыбоядных птиц, гнездящихся на деревьях, препятствует отсутствие таковых. Но в дельтах рек бакланы, принадлежащие к рыбоядным устраивают иногда гнезда на заломах тростника. Не исключено, что они гнездуются и на земле среди колоний чаек или образуя самостоятельные колонии, как на скалистых островах в Алаколе. Водоплавающим птицам, гнездящимся на земле в устье Или, вероятно, наносят вред нагонные ветры, вызывающие затопление тугаев. Летние паводки вреда не приносят, поскольку птенцы к этому времени бывают уже выведены. Вселение в Балхаш судака и сома ухудшило кормовую базу нырковых уток и других мелких рыбоядных птиц, ранее питавшихся в основном губачом Штрауха и мелким балхашским окунем в самом Балхаше.

Из млекопитающих в тугаях Или многочисленны кабаны (*Sus scrofa nigripes* Klanl.) и ондатра (*Ondatra zibethica* L.). Сведения об ондатре имеются

Таблица 46

Список рыб бассейна Балхаша (по Кесслеру, 1878; Никольскому, 1885; Домрачеву, 1938; Бергу, 1949; Турдакову, 1952 и Бурмакину, 1956, с добавлениями)

Названия рыб	Балхаш	Система притоков
Шип* - <i>Acipenser nudiventris</i> Lov.	+	+
Сибирский елец* - <i>Leuciscus leuciscus natio Kirgisorum</i> (Dub.)		+
Балхашский голян - <i>Phoxinus poljakowi</i> Kessl.	(+)	+
Семиреченский голян - <i>Phoxinus brachiurus</i> Berg	-	+
Голян - <i>Phoxinus laevis</i> var. <i>balchaschana</i> Kessl.	-	+
Линь - <i>Tinca tinca</i> (L.)	-	+
Аральский усач* - <i>Barbus brachicephalus</i> Kessl.	+	+
Илийская маринка - <i>Schizothorax pseudoksaiensis</i> Herz.	+	+
Балхашская маринка - <i>Schizothorax argentatus</i> Kessl.	+	+
Чешуйчатый осман - <i>Diptychus maculatus</i> Kessl.	-	+
Гольй осман - <i>Diptychus dybowskii</i> Kessl.	-	+
Восточный лещ* - <i>Abramis brama orientalis</i> Berg	+	+
Сазан* - <i>Cyprinus carpio</i> L.	+	+
Серебряный карась - <i>Carassius auratus gibelio</i> Bloch	+	-
Губач Штрауха - <i>Nemachilus strauchi</i> (Kessl.)	+	+
Серый губач - <i>Nemachilus dorsatus</i> (Kessl.)	-	+
Одноцветный губач - <i>Nemachilus labiatus</i> (Kessl.)	+	+
Тибетский голец - <i>Nemachilus stoleczkai</i> (Stein.)	-	+
Гонец Северцова - <i>Nemachilus sewerzowi</i> (G. Nik.)	?	+
Гамбузия* - <i>Gambusia affinis holbrooki</i> Kessl.	-	+
Балхашский окунь - <i>Perca schrenki</i> Kessl.	+	+
Судак* - <i>Lucioperca lucioperca</i> L.	+	-
Сом* - <i>Siluris glanis</i> L.	+	-

Примечание. \* - акклиматизирован, + - встречается, (+) - указывается, но наличие требует подтверждения; ? - по-видимому, встречается, "минус" - отсутствует.

в работах Б.К. Штегмана (1947а, 1947б) и А.А. Слудского (1948). Здесь же в начале XX столетия водились тигры (*Felis tigris virgata* L.); еще в 1903 г. Л.С. Берг (Берг, Иванова-Берг, 1951) видел следы тигров и заключил, что их было довольно много.

Сосредоточим свое внимание на рыбах озера, поскольку из всех позвоночных они имеют наибольшее значение.

## 1. САЗАН

Вселение сазана в Балхаш было рекомендовано еще А.М. Никольским (1885в, 1887), а позже произошло стихийно (Городецкий, 1916, Иогансен, 1937). В 1903 г. сазана в Балхаше еще не было (Берг, 1904), а в 1905 г. у мельника Ф. Богданова паводком прорвало плотину в пруду, в котором он на р.Карасуке (приток Бол.Алма-атинки) выращивал сазанов, завезенных из р.Чу.<sup>2</sup> Вся рыба ушла в р.Или, где сазан стал размножаться и быстро распространился до г. Джаркента (Панфилова). В 1910 г. сазан весом до 1.2-1.6 кг стал попадаться в Или в значительных количествах (Мейснер, 1916). В 1910 г. сазан достиг Балхаша

<sup>1</sup> Тигры исчезли в 1952 г. от тростниковых пожаров.

<sup>2</sup> Ведется спор, откуда Ф. Богданов завез сазанов в свой пруд: из Иссык-Куля или р.Чу? Спор не принципиальный, так как в прошлом р.Чу вытекала из Иссык-Куля. Е.В. Бурмакиным (1956) доказано, что это был чуйский сазан.

(Домрачев, 1929б). С 1915-1917 гг. он приобретает в Балхаше промысловое значение (Селевин, 1936б), а с 1930 г. становится главной промысловой рыбой в озере, дающей около 70% улова (Бурмакин, 1956а). Сейчас сазан есть в Или и в бассейнах рек Лепсы и Каратала. Позже В.И. Мейснером (1916) было внесено предложение об акклиматизации сазана в Алакольских озерах, куда он был посажен в 1932 г., а в 1939 г. стадо его достигало промысловых размеров. В 1940 г. сазан составляет значительный процент в улове: в Алаколе - 4,7, в Сасыколе - 19,9 и в оз.Кашкарка - 0,5% (Самонов, 1940б; Каженбаев и Ньюджиров, 1968).

В Балхаше известны случаи поимки сазанов весом 18 кг. Обычно же сазан имеет длину до 66 см и вес до 5600 г (табл. 47) (Бурмакин, 1956а). По А.А. Махмудбекову, в 1943 г. половая зрелость у сазана наступила в возрасте 3-4 года и реже 5 лет. В Западном Балхаше у трехгодовиков половозрелые особи составляют 38,8, а в Восточном Балхаше - 8,0%. (Бурмакин и Домбровский, 1956). В первой половине апреля сазан держится в более глубоких участках озера, а к концу месяца подходит в прогретые участки у берегов. В конце апреля и в начале мая наблюдается массовый подход к нерестилищам. Первые нерестящиеся особи, по В.А. Максуну (1955), появляются при температуре воды 16-18°.

Основным местом нереста является заросшая водной растительностью дельта р.Или с ее многочисленными озерами и притоками. Меньшие по площади нерестилища имеются в Западном Балхаше: в районе Бурылбайтала, около островов Басарал, у Мын-Арала, в Бол.Сарычегане и у Тасарала. В Восточном Балхаше нерестилища беднее и приурочены к устьям рек и к мелководьям, покрытым водной растительностью. Такие участки имеются у Узынарала, Коржуна, между Коржуном и островами Ультрахты, а также в низовьях и предустьевых участках Каратала, Аксу и Лепсы. Далее к востоку площадь нерестилищ

Таблица 47

Рост сазана в оз. Балхаш в июне 1953 г. (по Е.В. Бурмакину и Г.В. Домбровскому, 1956)

Показатели роста	Возраст												
	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	12+	13+
<b>Западный Балхаш</b>													
Длина тела, см	-	-	24,3	26,8	28,6	30,6	31,5	33,4	34,6	36,9	36,7	40,6	-
Вес, г	-	-	357	452	545	622	687	823	898	968	1055	1312	-
Количество экз.	-	-	9	37	43	61	71	70	33	13	3	5	-
<b>Восточный Балхаш</b>													
Длина тела, см	14,6	22,5	27,7	30,7	33,2	35,9	39,3	39,3	41,0	42,0	43,4	45,8	46,0
Вес, г	80	288	485	670	845	1048	1310	1390	1578	1550	1850	2065	2125
Количество экз.	54	25	50	57	51	56	54	47	21	6	5	5	2

еще более суживается и приурочивается к местам впадения рек Каратала, Аксу и Лепсы, заливам и бухтам: Кукан, Кум-арал, Кара-куль и др. (Максунов, 1955). Река Аягуз как место нереста сазана в связи с резким падением уровня свое прежнее значение утратила (Петров, 1940). П.А. Дрягиным (1942) кладки икры в дельте Или были обнаружены начиная с глубины 5-10-15 см и до глубины 0,5 м. Икра была отложена на старых листьях и мелких стеблях тростника, на листьях урути и харовых лучицах. Начало нереста приходится на конец апреля, а окончание на середину июня. Отдельные текущие особи встречаются в уловах даже значительно позже. Разгар нереста, по В.А. Максуну, наступает при температуре воды 20-22°, а конец его - 23-27°. Содержание кислорода на нерестилищах в зависимости от обилия прошлогодней растительности колеблется от 2,67 до 7,74 мг/л, или от 33,7 до 95,8% насыщения. Плодовитость самок, по Г.В. Домбровскому (Максунов, 1955), - в среднем 90 тыс. икринок при колебаниях от 24 до 576 тыс. Согласно В.А. Максуну (1955), икротетание двукратное. В первой порции обычно выметывается не менее 90% от общего количества икринок. На местах нереста в июне наряду с икрой можно встретить личинок и мальков.

В питании сазана из пойменных озер и самого Балхаша есть существенная разница. Мальки длиной 3,5-5,3 см и весом 1,3-6,4 г в приилийских озерах питаются *Diaphanosoma brachyurum*, *Ceriodaphnia affinis*, *Mesocyclops leuckartii*, *M. oithonoides* и зеленой нитчаткой. Изредка в их желудках можно встретить *Ceratium hirundinella* и *Pinnularia*. Крупные особи питаются растительностью - *Najas major* и *Chara nutida*. Среди растительности в желудках сазана из озер дельты встречаются личинки хирономид, жуков, раковинки ветвистых рачков, остатки листьев рогоза и семена тростника. У некоторых особей кишечник набит одним детритом (Савина и др., 1958). Согласно Г.В. Никольскому (1937), у сазанов из р.Или растительная пища составляет по весу 89%, а у сазанов из озер поймы - даже 99,96%. Животные компоненты в пище сазана из р.Или составляют 11%, из которых на долю ручейников приходится 2,35, личинок хирономид - 2,1, воздушных насекомых - 5,6% и т.д. Усвоению сазаном растительной пищи способствует длина его кишечника, составляющая от 140 до 210% длины тела.

Питание собственно балхашского сазана иное. В связи с бедностью донной области основной пищей, по-видимому, является детрит с примесью личинок хирономид и олигохет. На состав пищи влияет место обитания. У выловленных в прибрежной зоне рыб в желудках преобладают, по А.Д. Ежовой (1944б), обрывки макрофитов, а у выловленных в профундали - детрит. В том и другом случаях компоненты животной пищи - личинки хирономид, взрослая саранча, ракообразные - сравнительно немногочисленны. Питается сазан в Балхаше круглый год. У экземпляров, выловленных зимой, в 63% случаев пищи в желудках не оказалось, а в 37% - они были наполнены. Содержимое их состояло по весу на 59% из растительных остатков, на 20% из органического ила, на 14% из личинок хирономид и на 7% из веслоногих ракообразных (Ежова, 1944б). В весенний период растительные остатки найдены в 85% желудков. При этом животная пища состояла из личинок хирономид и зоопланктона при общем преобладании растительной (Ежова, 1944б). В летний период в 55% желудков пищи не обнаружено, а в наполненных основную массу составлял детрит и 26% приходилось по весу на личинок хирономид (Ежова, 1944б). Судя по содержимому желудков, сазан летом предпочитает держаться на серых илах в профундали.

После нереста сазан не уходит с нерестилищ, а только переходит в густые заросли, где держится до прогрева воды до 26-27°, что обычно бывает во второй половине июля. Затем сазан отходит в профундаль. В открытой части озера у дна он держится с июля и по вторую половину сентября, после чего вновь приближается к берегам. У берегов на мелководьях сазан держится до второй половины октября, т.е. до момента охлаждения воды до 8°. По мере прекращения дневного прогрева воды и общего ее охлаждения сазан отходит от берегов на места зимовок в более глубокие участки (рис. 10). На местах зимних скоплений - в профундали по западному побережью Западного Балхаша и по северному Восточного - сазан держится долго (рис. 11). Первые подвижки происходят в конце марта. С этого времени сазан из мест зимовок направляется к более мелководным и опресненным участкам озера, но к берегам еще не подходит. Первые подходы к берегам на нагул отмечены при температуре воды 5°. Сначала к берегам и в протоки идет более мелкий



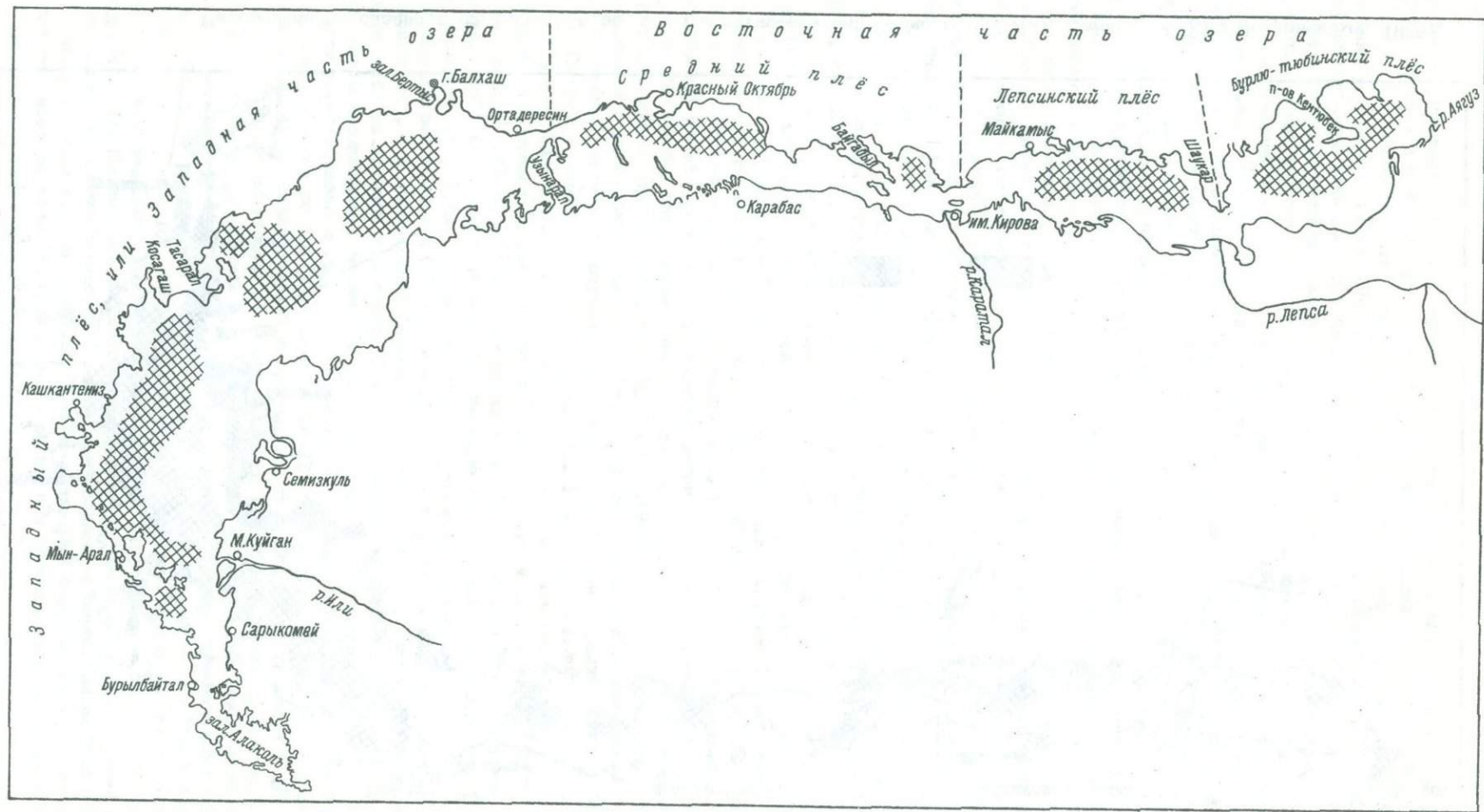


Рис. 11. Распределение сазана в оз. Балхаш в зимний период (по Н.О. Савиной и В.В. Покровскому, 1956).

Штриховкой обозначены места скопления сазана.

сазан, а затем крупный, имея II-III и IV стадии зрелости. В протоки и на пойму на нагул сазан идет после прогрева воды до 10° (Савина и Покровский, 1956).

П.А. Дрягин (1942) первым указывает на то, что в Балхаше возникла камышовая форма сазана, являющаяся локальным стадом дельтовых озер р.Или. Отдельные особи камышового сазана нерестуют здесь в середине августа. Позже по этому вопросу писал Е.В. Бурмакин (1956а). Камышовый сазан, по В.А. Максуну (1955), отличается темпом роста, плодовитостью, характером икротетания и т.д. Все эти изменения могли вызвать перенаселение его в озерах из-за слабого пресса хищников и недостаточной интенсивности промысла. Перенаселение замедляет созревание и готовность к нересту, что и вызывает поздний нерест.

## 2. БАЛХАШСКАЯ МАРИНКА

Балхашская маринка имеет ограниченное распространение, но очень показательное с точки зрения происхождения фауны остаточных озер. Кроме Балхаша, она есть в Алаколе, Сасыколе, Кашкарке, Уялы и Джаналашколе. Ловится во всех речках, впадающих в эти озера: в Эмеле, Катынсу, Урджаре, Джаманты, Тентеке. К.Ф. Кесслер (1878) указывает на присутствие балхашской маринки в горных ручьях Джунгарского Алатау и в р.Юлдусе (Kessler, 1879), принадлежавшей к бассейну р.Тарима, о чем позднее писал и С.М. Герценштейн (1889). Н.О. Савина (1956) предполагает, что этот вид, возможно, имеется также в озерах Эби-Нур и Телли-Нур в Джунгарии. В р.Или маринка встречается вплоть до Кульджи (Кесслер, 1878), в р.Лепсе — от низовьев до г.Лепсинска (Савина, 1956). В р.Аягузе она была обнаружена в районе г.Сергиополя, встречается в Каратале и Аксу. Кроме русел рек, балхашская маринка, по свидетельству Н.О. Савиной (1956), обитает в притоках, пойменных озерах дельты рек Или, Каратала и Аксу, в том числе в маленьких озерах, отшнуровавшихся от дельты р.Или и имеющих с ней лишь временную связь. Иначе говоря, в пределах исследуемого ареала она обитает во всех водоемах — в озерах, в поймах рек и в самих реках от низовьев до предгорных участков. Большой способности к обитанию в разных типах водоемов трудно себе представить. Но в Эби-Нуре, она, по-видимому, вымерла под влиянием осолонения воды.

Очень ярко выражена у маринки неприхотливость к пище. Характер ее зависит от тех биотопов, на которых маринка обитает. В зарослях прибрежной зоны эта рыба в основном питается растительными остатками, а в профундали — детритом. Детрит является составной частью органических илов, содержит большое количество аминокислот: глицин, аланин, пролин, валин, метлонин, лейцин, тирозин, треонин, серин, лизин, гистидин, органин и около семи прочих (Jones and Vallentyne, 1960). Аминокислоты распадающихся белков используются балхашской маринкой с максимальным эффектом. Питаясь детритом, маринка имеет хорошую упитанность тела и жировые отложения на кишечнике. Пищеварительный тракт в 5 раз длиннее тела. У близкого к ней вида — илийской маринки, ведущей хищный образ жизни, — длина кишечника всего в 2,58 раза превышает длину тела (Савина, 1956).

Биология балхашской маринки изучена довольно подробно Н.О. Савиной (1956). На первых парах жизни маринка начинает активно питаться при длине 12–16 мм. В это время кормом ей служат животный и растительный планктон. При длине тела 16–30 мм молодь переходит к донному питанию, а при длине от 3 до 7 см рыбки уже кормятся в основном детритом и растительными организмами, преимущественно диатомовыми водорослями. В желудках встречаются створки диатомей, среди которых обращают на себя внимание створки *Melosira*, а также остатки нитчаток и синезеленых водорослей. Встречаются представители зоопланктона и личинки хирономид. А.Д. Ежова (1944) в числе пищевых компонентов указывает обрывки *Potamogeton*, *Chara*, *Urcillaria*, *Pinnularia*, *Melosira* и др. По Г.В. Никольскому и Н.А. Евтюхову (1940), пищу взрослой маринки в устье Или составляют главным образом водоросли. Беспозвоночные в желудках рыб из р.Или встречены не были, а из озер системы Или — встречаются в ничтожных количествах (Бурмакин, 1956а).

По А.Д. Ежовой (1944), в летний период основой питания маринки в Балхаше является серый ил и реже темный глинистый ил, богатый свежим детритом. Растительные остатки и личинки комаров-звонцов обнаружены лишь в 16% желудков. Индекс

Таблица 48

Рост балхашской маринки в оз. Балхаш в апреле-мае 1943 г. (по Н.О. Савиной, 1956)

Показатели роста	Возраст								
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Западный Балхаш									
Длина тела, см	$\left(\frac{\sigma\sigma}{\pm\pm}\right)$	$\frac{6.6}{6.6}$	$\frac{10.9}{10.9}$	$\frac{15.8}{15.8}$	$\frac{21.3}{22.9}$	$\frac{24.7}{27.5}$	$\frac{28.7}{30.4}$	$\frac{32.1}{33.6}$	$\frac{34.7}{35.5}$
Вес, г	$\left(\frac{\sigma\sigma}{\pm\pm}\right)$	$\frac{6.2}{6.2}$	$\frac{20.0}{20.0}$	$\frac{64.0}{64.0}$	$\frac{164}{186}$	$\frac{260}{330}$	$\frac{370}{465}$	$\frac{485}{618}$	$\frac{600}{785}$
Количество экз.		97	155	64	153	161	119	136	113
Восточный Балхаш									
Длина тела, см	$\left(\frac{\sigma\sigma}{\pm\pm}\right)$	$\frac{8.2}{8.2}$	$\frac{12.7}{12.7}$	$\frac{18.4}{18.4}$	$\frac{23.9}{25.7}$	$\frac{27.2}{30.4}$	$\frac{31.1}{34.0}$	$\frac{33.9}{35.4}$	$\frac{35.7}{37.0}$
Вес, г	$\left(\frac{\sigma\sigma}{\pm\pm}\right)$	$\frac{11.0}{11.0}$	$\frac{21.0}{21.0}$	$\frac{86.0}{86.0}$	$\frac{172}{195}$	$\frac{275}{345}$	$\frac{390}{515}$	$\frac{525}{682}$	$\frac{665}{860}$
Количество экз.		204	80	80	169	157	234	180	110



наполнения достигает 1500‰, что соответствует 15% от веса тела рыбы. В среднем индекс наполнения, по А.Д. Ежовой и Н.И. Цикуновой, следующий: в феврале – 683, в июне – 492, в июле – 490 и в сентябре – 863‰ (Бурмакин, 1956). Питается маринка круглый год: у экземпляров, отловленных зимой, лишь 5% случаев желудка были пусты, а остальные наполнены детритом и серым илом; в апреле процент пустых желудков составил 63, что объясняется прекращением питания в связи с нерестом.

Таким образом, лишь на ранних стадиях развития балхашская маринка потребляет зоопланктон и фитопланктон. В дальнейшем все исследователи свидетельствуют в пользу того, что основу ее питания составляет детрит, донные водоросли и макрофиты. Темп роста характеризуют данные табл. 48. Наиболее замедленный рост у особей из русла р.Или; несколько лучше растет маринка в дельте Или, в районе Семиз-куля, и лучше всего – в Восточном Балхаше в районе впадения р.Лепсы. В Западном Балхаше в возрасте 8 лет она достигает в среднем 758 г, а в Восточном – 680 г.

Возраст полового созревания, по Н.О. Савиной (1956), сильно растянут: у самцов – от 3 до 8 лет, а у самок – от 4 до 11 лет. Количество половозрелых особей (в %) в каждом из этих возрастов (в годах) следующее:

Возраст	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Самцы	3.2	45.0	72.0	87.0	95.2	100	-	-	-
Самки	-	1.3	58.0	73.6	84.2	91.8	96.5	95.8	100

Н.Г. Некрашевич (1948) считает, что балхашская маринка нерестует не ежегодно. Имеем ли мы дело с растянутым созреванием или с неежегодным нерестом, вопрос остается открытым. Косвенные соображения говорят о неежегодном нересте (сумма процентов впервые созревающих особей превышает 500).

Размножение маринки изучалось Г.В. Никольским и Н.А. Евтюховым (1940), В.В. Покровским (19446), Н.О. Савиной (1956) и др. По их данным, ее плодовитость в Балхаше колеблется от 15.7 до 82.5 тыс. и в среднем составляет 33.0 тыс. икринок. На 1 г веса у озерной маринки приходится в среднем 464 икринки. Нерест озерного стада, по мнению Н.О. Савиной (1956), происходит в самом Балхаше. При температуре воды 10–12° появляются первые текущие особи, при 15–18° наблюдается разгар нереста, заканчивается нерест при температуре воды 20–25° в конце мая–начале июня (Савина, 1956). Места кладок икры в Балхаше не найдены. Личинки с еще не рассосавшимся желточным мешком были найдены Н.О. Савиной (1956) перед устьем р.Лепсы в прибрежной зоне Балхаша на глубине 2 м.

Места нереста озерно-речного стада изучены. По наблюдениям Г.В. Никольского и Н.А. Евтюхова (1940), в русле р.Или балхашская маринка откладывает икру на отмелях возле песчаных или каменистых островков, где имеется замедленное течение и глубины не превышают 2 м. Нерест одновременный. Промежуточной незрелой икры, столь характерной для рыб с порционным икрометанием, у текущих самок нет.

Подход к берегам для нагула начинается ранней весной. По данным В.В. Покровского (19446), после освобождения поверхности льда от снежного покрова при нагревании прибрежных участков подо льдом до 1.0–1.8° маринка начинает подходить к мелководным участкам с остатками прошлогодней подводной растительности: в Западном Балхаше – к восточному побережью и в Восточном Балхаше – к южному (рис. 12). Кроме того, в Западном Балхаше она подходит к опресненным участкам и предкустовым районам р.Или.

После вскрытия рек, очищения ото льда и прогревания речной воды до 6.0–7.0° начинается массовый ход маринки в реки. В Большой Или, например, ход маринки, по В.В. Покровскому (19446), начинается со второй пятнадцатки апреля и продолжается 10–15 дней, повсеместно заканчивается к 20 апреля. Сроки иногда сильно смешаются. В 1945 г. Н.О. Савина (1956) в среднем течении Или наблюдала растянутый ход – с 20 апреля по 25 мая, и, несмотря на его продолжительность, не захватила ни начала, ни конца метания икры. В годы с ранней весной, по наблюдениям В.В. Покровского (19446), массовый ход маринки в р.Или начинается уже в 3-й де-

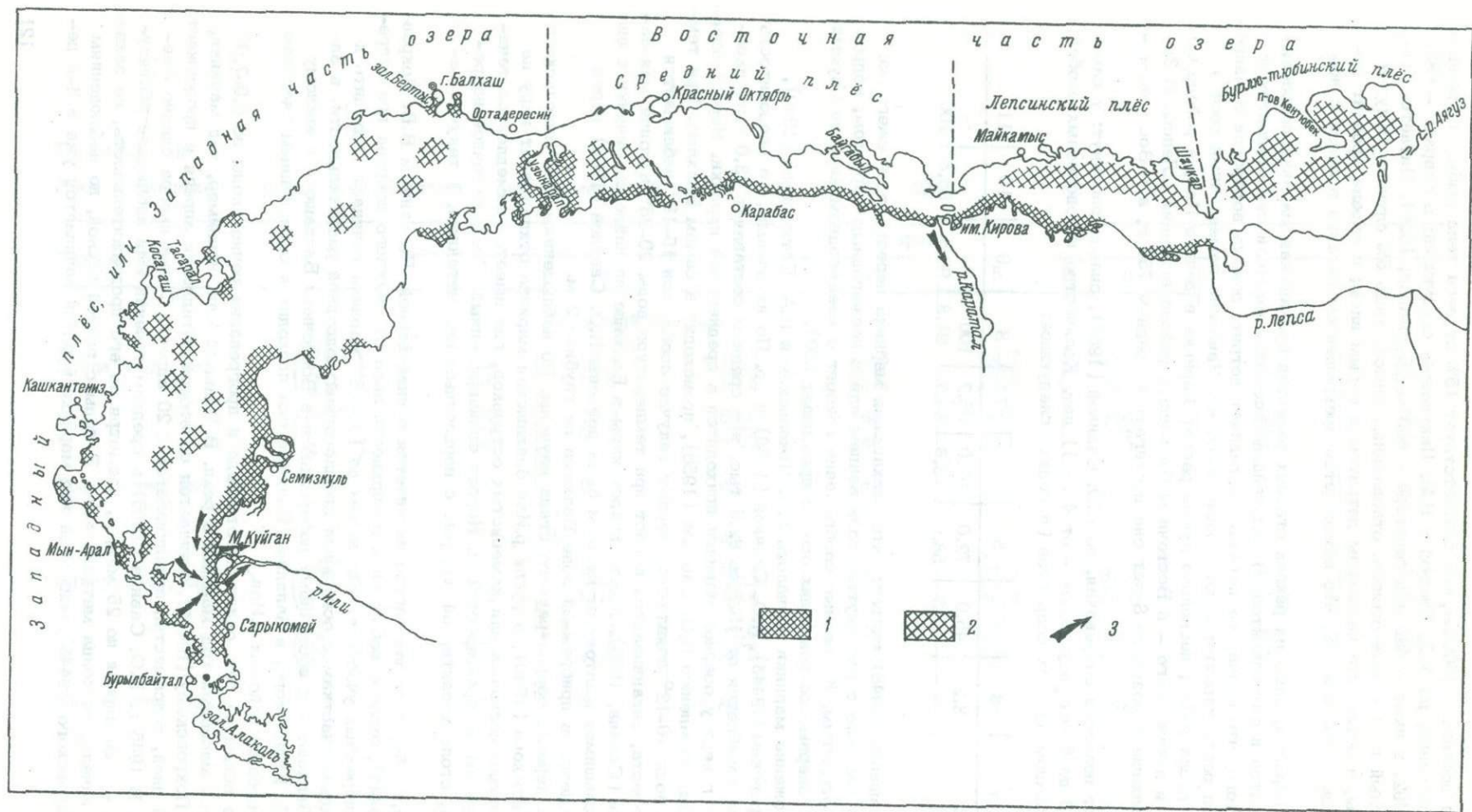


Рис. 12. Распределение балхашской маринки в оз. Балхаш в весенний и летне-осенний периоды (по Н.О. Савиной и В.В. Покровскому, 1956).

1 - скопления балхашской маринки в оз. Балхаш в весенний и летний периоды; 2 - скопления балхашской маринки на местах нагула во второй половине лета; 3 - направления весеннего и летнего миграции.

каде марта и заканчивается раньше. В притоки Восточного Балхаша – Каратал и Лепсу – маринка начинает подниматься на 10–15 дней позднее, чем в р.Или.

Второй ход в реки бывает осенью. Маринка в это время в Западном Балхаше идет в Большую Или, а в Восточном – в Каратал и Лепсу. Ход в реки сильно растянут. Происходит он в основном в сентябре–октябре, но иногда захватывает ноябрь и изредка (в 1944 г.) даже начало декабря. Обычно же к концу ноября ход в реки заканчивается. К началу ледостава озерно–речная маринка осеннего хода скапливается в реках на зимовку в заводях и ямах. Впервые такие скопления открыл Л.С. Берг (1905) в 1903 г. во время экспедиции на Балхаш.

Места нагула маринки в Балхаше хорошо изучены (Покровский, 1944б; Савина, 1949; Савина и Покровский, 1956). Весной при прогреве воды до 2–3° в мелководной зоне Балхаша начинается нагул молоди и неполовозрелых особей, а также яловых маринков. Места нагула в Западном Балхаше расположены по мелководному восточному побережью – от протоки Изенды до Дальнего Семиз–куля и Сары–гумсука и далее по южному побережью вплоть до Бертысского залива, где сокращаются до минимума. Кроме того, в 1 гидрологическом районе маринка нагуливается около Бурылбайтала и по западному побережью в районе Басарала и Аякарала, где расположены небольшие нагульные угодья. В Восточном Балхаше маринка весной подходит к мелководьям южного побережья и затем к более мелководной западной оконечности: Узынаралу, Коржуну, Карабасу, о.Ультрахты, к сел. Ашису, проходит в заливы Кара–куль, Кукан, Кум–арал, Кара–чеган и др.

Балхашская маринка не является в строгом смысле слова теплолюбивым видом, что, вероятно, можно сказать и про других нагорно–азиатских рыб. Сильные ночные охлаждения и дневные прогревы воды выработали адаптацию к обитанию при значительных колебаниях температуры воды. Кроме того, Палеобалхаш принимал ледниковые воды в плейстоцене. Оптимальная температура для питания балхашской маринки лежит в пределах от 7 до 19–21°С. При прогреве воды у берегов свыше 19–21° маринка уходит в глубокие участки озера, где держится все лето.

В сентябре районы обитания значительно расширяются, а концентрации соответственно уменьшаются. В это время маринка держится и на глубоководных участках Восточного Балхаша, и на глубинах 8–12 м в районе Кара–чегана, Кара–куля, Кум–арала и Кукана, ближе к открытой части озера. Во второй половине октября при понижении температуры до 7–4,5° маринка отходит на места зимних скоплений. В ноябре передвижение ее к местам зимовок, расположенных как в Балхаше, так и в соединенных с ним озерах, заканчивается. К числу последних относятся Приилийские озера, а при высоком уровне воды – еще и придельтовые озера Аксу и Каратала. Зимние скопления маринки в Балхаше приурочены к заливам и открытым плесам с глубинами от 4 до 14 м – в Западном Балхаше и от 5 до 15 м – в Восточном. В январе места концентрации остаются теми же. В феврале начинается частичное передвижение маринки к местам нагула, заканчивающееся в марте подходом в прибрежные участки и определенные районы.

Невысокие температуры воды во время нереста и нагула, питание в основном детритом и растительностью – все это делает балхашскую маринку перспективным объектом разведения в озерном хозяйстве, которое ведется в соответствии с принципом поликультуры, т.е. с возможностью использования ценными рыбами всех источников кормов в водоеме. Целесообразность и возможность искусственного разведения маринки доказана С.А. Поповой (1966).

Большой интерес балхашская маринка представляет для селекции. Благодаря неоднородности ее популяции при искусственном оплодотворении путем индивидуального отбора наиболее раннесозревающих и хорошо растущих особей селекционер может вывести новую породу, отличающуюся более ранним созреванием и лучшим темпом роста. Маринка с такими качествами может занять видное место в озерном рыбоводстве в аридной зоне и, возможно, за ее пределами.

Ядовитость внутренностей не может быть препятствием для ее разведения. Исследования Н.И. Костина (1953) показали, что ядовита только икра маринки. Яд ее действует не на всех животных. Не чувствительны к яду пеликаны и, вероятно, другие рыбацкие птицы, рыбы и лягушки. Для человека, собак и многих других животных яд опасен. При отравлении появляется рвота, боли в области желудка и кишечника, расстройство пищеварения. Гастро–энтерические симптомы при слабом отрав-

лении нередко проходят под диагнозом гастрита. При сильном отравлении появляются головные боли, судороги и страх смерти (Костин, 1953). Внутренности маринки, кроме икры, сами по себе неядовиты, но при обработке рыбы жир внутренностей засоряется икрой и использование его в пищу становится небезопасным. Поэтому все внутренности вместе с черной пленкой брюшины у маринки следует непременно выбрасывать. Присутствующий в икре яд относится к протеинам из группы глобулинов. Икра ядовита у особей с III по V стадии зрелости, чего нельзя сказать о более ранних стадиях - I и II. По мере созревания яичников ядовитость икры увеличивается в 1.5-2 раза. Кипячением икры в течение часа можно полностью уничтожить ее ядовитость (Костин, 1953). Случаи отравления икрой маринки тем не менее очень редки. Они происходят не чаще, чем отравление мясом рыб, не имеющих ядовитых веществ.

### 3. БАЛХАШСКИЙ ОКУНЬ

Балхашский окунь, или окунь Шренка, обитает в Балхаше, Алаколе, Сасыколе, Уялы, Кашкарке, в притоках этих озер, встречается и в Баскан-коле, но в последнем он мелкий и черный, как смоль, тогда как в Балхаше и других солоноватоводных озерах имеет серебристую окраску чешуи. Такие же черные окуни встречаются в проточных озерах-старичах р.Или, близ Илийска. Белая окраска свойственна окуням Шренка только из солоноватоводных водоемов, со значительным содержанием сульфатов и садкой карбонатов. Против устья Или нам в сети постоянно попадали молодь белого балхашского окуня и прилов речного, отличающегося более темной окраской, одноцветными плавниками и наличием поперечных полос на теле, как у обыкновенного окуня (*Perca fluviatilis* L.), но менее резких и без зеленоватой окраски. Существование разновидности окуня Шренка даже в пределах Балхашского бассейна впервые было отмечено А.М. Никольским (1885в, 1887, 1896), а затем П.А. Дригиным (1942), Б.Ф. Жадиным (1943), А.И. Горюновой (1950), Е.В. Бурмакиным и Г.В. Домбровским (1956) и др. Б.Ф. Жадин (1943б) выделил две формы: пелагическую и прибрежную. Различия между ними становятся особенно заметными при сопоставлении темпов роста (табл. 49), а также размеров в момент наступления половой зрелости. По Б.Ф. Жадину (1943б), половозрелости та и другая форма самцов и самок достигает в подавляющем большинстве в возрасте двух лет. В возрасте 3 года почти все особи становятся половозрелыми. У прибрежной формы известны случаи полового созревания самцов в возрасте одного года, а у самок пелагической формы - в возрасте 4 лет (Бурмакин и Домбровский, 1956). Прибрежного окуня мы считаем консервативным реликтом, а пелагического - более приспособившимся к обитанию в Балхаше. Пелагический окунь в Западном Балхаше растет значительно быстрее, чем в Восточном. Нерест у обеих форм начинается, по Н.О. Савиной и В.В. Покровскому (1956), при прогреве воды до 4-5°, достигает максимума - при 8-10° и заканчивается - при 14-16°. Общая продолжительность нереста - 2-3 недели, в некоторые годы - до одного месяца.

В Западном Балхаше нерест бывает в апреле, а в Восточном - в мае-июне. Главными нерестилищами окуня являются опресненные мелководные участки, где прогревание воды происходит наиболее быстро и где имеются растительные субстраты: в районе Узяка, у поселков Ир и Сартымсук перед устьем р.Или, в районе Аши-су перед устьем р.Каратал, в районе Узынарала и в других местах. Здесь окунь нерестится на глубинах, иногда не превышающих 10-20 см. По наблюдениям вышеуказанных авторов и Б.Ф. Жадина (1943б), икра приклеивается к остаткам прошлогодней растительности и ветвям кустарников, вынесенных в озеро реками. Второстепенные нерестилища расположены на глубинах до 3 м в заливах, у берегов озера и около островов. Они лишены водной растительности и икра в них откладывается непосредственно на грунт: каменистый, каменисто-песчаный, галечный, иногда песчаный. Такие нерестилища Н.О. Савина и В.В. Покровский (1956) указывают около Басарала, Аякарала, Ортоарала, Тасарала и в заливах Бертыс и Мал. Сары-чеган. В Восточном Балхаше они известны в зал. Красный Октябрь, у островов Коржун и Алгазы, в районе предустьевое пространство Аксу, куда окунь может заходить только в полноводные годы.

Таблица 49

Рост пелагического и прибрежного Балхашского окуня в 1953 г. (по Е.В. Бурмакину и Г.В. Домбровскому, 1956)

Показатели роста	Возраст												
	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	10+	11+	12+	13+
Пелагическая форма													
Западный Балхаш													
Длина, см	-	23.5	27.6	30.2	31.6	32.6	32.4	36.5	33.6	44.0	34.0	38.0	39.0
Вес, г	-	227	347	470	550	597	622	787	680	1310	700	730	1160
Количество экз.	-	15	128	129	26	27	15	3	5	1	1	1	1
Восточный Балхаш													
Длина, см	-	20.8	24.5	25.7	26.9	26.9	29.2	30.2	35.5	36.0	36.0	36.3	40.0
Вес, г	-	140	220	287	315	315	407	472	700	780	980	840	1110
Количество экз.	-	9	132	66	36	20	14	10	2	1	1	3	1
Прибрежная форма													
Западный Балхаш													
Длина, см	7.5	7.8	8.3	8.9	9.4	9.9	10.4	12.5	-	-	-	-	-
Вес, г	7.2	8.5	9.0	11.0	12.7	14.4	16.1	25.0	-	-	-	-	-
Количество экз.	3	2	58	39	22	7	1	-	-	-	-	-	-

По наблюдениям Б.Ф. Жадина (1949) крупный пелагический окунь в устья рек не заходит, а нерестится в предустьевых участках или в более удаленных от берегов местах. Прибрежный мелкий окунь приходит для нереста в устья рек. На лишенных растительности участках он откладывает икру в более мелководных местах, чем крупный пелагический окунь. При затяжной весне подходы окуня к нерестилищам бывают недружными, а нерестовый период сильно растягивается.

Сроки подхода окуня на нерест вследствие разного прогревания воды неодинаковы даже в пределах одного и того же гидрологического района. В районе предустьевое пространство р.Или, у пос. Узьяк, подходы окуня начинаются вскоре после таяния льда, обычно в первой пятидневке апреля, а севернее, в районе поселков Ир и Сары-тумсук, они запаздывают на одну или две недели (Савина и Покровский, 1956) (рис. 13).

Показательно, что различия в сроках подхода на нерест у пелагического и прибрежного окуней нет. На общих нерестилищах, на мелководьях нерестует не только прибрежная форма, но и мелкие особи пелагической формы. Несмотря на разную соленость гидрологических районов, географической изоляции между прибрежной и пелагической формами окуня Шренка нет. Фенологическая изоляция при размножении также отсутствует. Существует лишь некоторая изоляция в отношении мест нереста: прибрежный окунь идет в реки, а пелагический не заходит. Таким образом, пелагический окунь является чисто озерным, гулевым, а прибрежный — в известной мере озерно-речным. Поскольку популяции того и другого не являются полными изолятами, очевидно, перед нами случай начальных этапов дивергенции некогда единой популяции, путем отделения от нее пелагической формы. Прибрежная, или „камышовая“, форма существует и у обыкновенного окуня, например в оз.Чаны. Поскольку прибрежный окунь сосуществует с исходной формой в условиях слабой репродуктивной изоляции, систематическое положение его очень скромное. Имеются лишь микроэволюционные сдвиги, слабо закрепленные наследственностью. Не исключено, что в некоторых озерах, и в том числе в Балхаше, крайние полюса популяций принимаются за разные формы. Так, например, Шименц и Ариольд среди обыкновенного окуня в озерах выделяли три формы: гулевую, ямную и прибрежную. Но между ними также почти не существует репродуктивной изоляции. Поэтому и различий между ними, по-видимому, не больше, чем между узкоголовым и широкоголовым угрями.

Как сейчас установлено, если составить вариационный ряд для угря по признаку широкоголовости, то получается одновершинная кривая. Большинство особей имеют среднюю ширину головы. На основании этого вопрос о существовании двух форм угря был снят. То же следует проверить на примере балхашского окуня. Одновершинность кривой будет означать, что перед нами не две формы, а лишь крайние полюса одной и той же популяции. Двухвершинность кривой будет свидетельствовать о существовании двух форм. При этом величина и обособленность вершины будет показывать степень уже сложившейся обособленности обеих популяций между собой. Степень репродуктивной изоляции обеих форм на нерестилищах может быть установлена путем организации специальных исследований. Только после них вопрос о двух формах окуня Шренка может быть решен окончательно.

В Балхаше прибрежный окунь обитает преимущественно в литорали, питается смешанной пищей из зоопланктона и бентоса, растет медленнее и никогда не достигает крупных размеров. Самый крупный его экземпляр в возрасте 8 лет имеет длину 12,5 см и вес 25 г (Бурмакин и Домбровский, 1956). Пелагический окунь бывает весом до 2 кг и более, держится в открытых участках озера и является хищником. Обе формы в первые годы жизни питаются беспозвоночными как в литорали, так и в открытой части озера, потребляя сначала зоопланктон, а затем и бентос. Переход к хищному образу жизни, по П.Ф. Домрачеву (1930а), происходит в возрасте 2-3 лет при длине рыб не менее 10-13,5 см. Б.Ф. Жадин (1943) считал, что начало питания рыбой происходит у окуня по достижении им длины 10-12 см, а по достижении 13-14 см, в пятилетнем возрасте, хищное питание становится основным. У угнетенных особей переход на хищное питание происходит позднее.

Если рассматривать популяцию балхашского окуня как единое целое, а пелагического и прибрежного окуня как ее разные полюса, то поведение этой рыбы, согласно наблюдениям, характеризуется следующим. Крупный окунь населяет пелагическую зону озера и только весной для нереста проходит в прибрежные мелководные участки

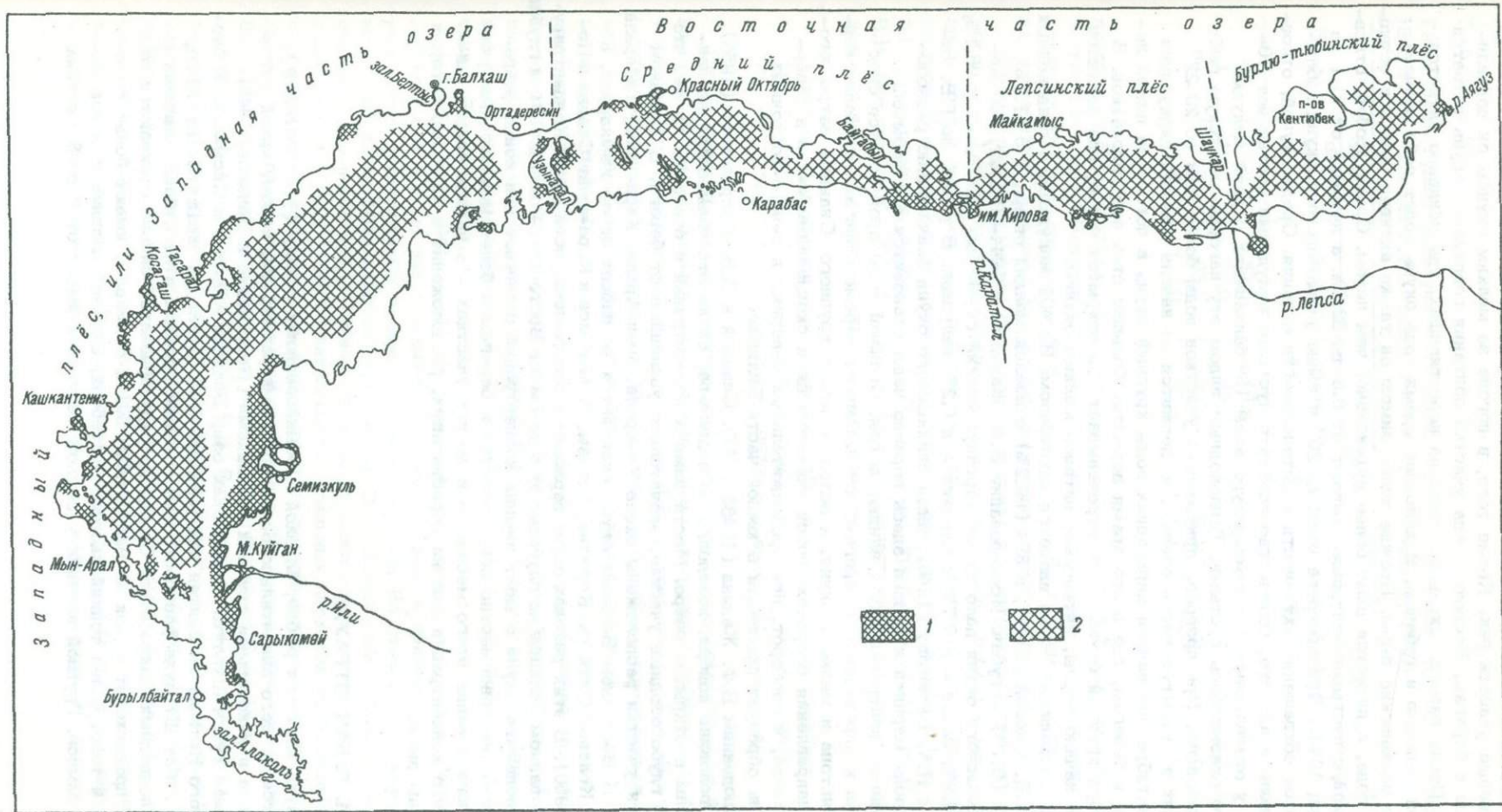


Рис. 13. Распределение окуня в оз. Балхаш (по Н.О. Савиной и В.В. Покровскому, 1956).

1 - скопления балхашского окуня на нерестилищах; 2 - распределение балхашского окуня во время нагула (летом, осенью и зимой).

и предустьевые участки рек. Кроме того, в погоне за мелким окунем он подваливает осенью к берегам. Весною, когда участки обитания совпадают, окунь питается и губачом. После нереста окунь остается на нерестилищах, где усиленно питается собственной мелочью и губачом. В холодное время года окунь ведет себя иначе, чем другие балхашские рыбы. Прежде всего зимою он также активен, как и в остальное время года, а питается даже более интенсивно, чем летом. Среди особей, отловленных зимой, с пустыми желудками бывают от 0.8 до 32.8%, а летом — от 21.1 до 76% (Ежова, 1944). При прогреве воды до 20° и выше у балхашского окуня наблюдается резкое сокращение активности и интенсивности питания. Среди окуней, отловленных в июле и августе, количество особей с пустыми желудками составляет 70–75%. Даже у отловленных при температуре воды 18° балхашских окуней желудка никак не назовешь. При прогреве прибрежных участков воды более чем до 20–22° окунь уходит в открытую часть озера, где держится до начала осенней циркуляции воды. В сентябре при начале циркуляции воды крупный окунь в погоне за пищей перемещается к берегам, где в это время держатся большие стаи его сеголетков. В начале ноября крупный окунь опять откочевывает в открытое озеро, где держится всю зиму и начало весны, интенсивно питаясь мелким окунем.

Крупный Балхашский окунь является каннибалом. Из 402 желудков, исследованных в 1943 г. А.Д. Ежовой (1944), в 394 (99.2%) оказался мелкий окунь, в 5 (1.2%) — сазан и в 3 (0.7%) — губач. Исследование Б.Ф. Жадиным в 1944–1946 гг. 890 желудков балхашского окуня дало ту же картину: мелкий окунь был обнаружен у 96.1%, губач — в 2.9%, сазан — в 0.7% и маринка — в 0.2% желудков. В р. Или, по Г.В. Никольскому и Н.А. Евтюхову (1940), пища балхашского окуня значительно разнообразнее. Молодь маринки и сазана здесь гораздо чаще становится его добычей.

На летние концентрации окуня влияют ветры. Стонами воды производится снос зоопланктона к определенным берегам, что вызывает перемещение концентрации кормового планктона и мелкого окуня, а вслед за ним и крупного. Сильные ветры юго-западного направления сопровождаются значительными скоплениями окуня в северной части озера, и наоборот, при продолжительных северных и северо-восточных ветрах окунь образует скопления в южной части Балхаша.

По наблюдениям Б.Ф. Жадина (1943б), Н.О. Савиной и В.В. Покровского (1956), во второй половине ноября, незадолго до ледостава, окунь откочевывается из прибрежной зоны в открытое озеро. Места зимних концентраций в основном те же, что и летних — глубоководные участки, значительно удаленные от берега. В Западном Балхаше эти участки расположены около Уч-арала, Мын-Арала, Кара-гюбе, Тасарала и Бертыса. В Восточном Балхаше окунь скопляется на плёсах около Узынарала, в районе зал. Красный Октябрь, Коржуна, Алгазы, Майкамыса и Кара-хуля (Савина и Покровский, 1956). В этих районах окунь держался в продолжении всей зимы. Концентрируется он в Западном Балхаше на глубинах от 4 до 7 м и в Восточном — от 5 до 10 м и глубже.

Первая подвижка окуня с мест зимних концентраций отмечается в конце февраля. В марте окунь повсеместно передвигается к берегам и более мелководным участкам. На юге в конце этого месяца, а в других участках — в начале апреля, наблюдается его концентрация уже на нерестилищах, расположение и характер которых были описаны выше.

#### 4. ГУБАЧ ШТРАУХА

Губач Штрауха является рыбой, близкой к обыкновенному гольцу (*Nemachilus*), но отличается от него значительно более крупными размерами, весом, яркой пятнистой окраской и некоторыми другими признаками (Покровский и Беляева, 1948). Распространен губач Штрауха в бассейнах озер Балхаш, Алаколь и Сасыколь. В бассейне Черного Иртыша он описан как *Nemachilus strauhii zaisanicus* Men. В Балхаше губач Штрауха распространен главным образом в неглубоких заливах с зарослями подводных макрофитов. Самцы по ряду признаков сильно отличаются от самок. Они превосходят самок по весу (табл. 50) и размерам, имеют более высокую голову и тело, более тонкий хвостовой стебель. Спинной плавник у самок выше, чем у самцов. Грудной плавник у самцов жесткий и имеет от 6 до 8 жестких



Таблица 50

Темп роста губача Штрауха в Балхаше, согласно весенним сборам в Ащису в 1943 г. (по данным В.В. Покровского и К.И. Беляевой, 1948)

Возраст	Самцы		Самки		Среднее		Количество исследуемых экз.
	длина тела, см	вес, г	длина тела, см	вес, г	длина тела, см	вес, г	
3	16,9	52,5	15,9	42,5	16,4	47,5	7
4	18,0	79,0	19,0	73,5	18,5	76,2	74
5	20,9	85,5	20,9	80,2	20,9	82,8	34
6	21,8	110,0	25,2	102,0	22,1	106,0	2

лучей и от 5 до 7 мягких. У самок этот плавник мягкий с жесткими лучами в количестве от 1 до 5 (Покровский и Беляева, 1948). Вес губача, пойманного сетями, — от 46 до 120 г, в среднем — 83,6 г, а неводом — 62 г. Возраст губача определяется по жаберным крышкам (operculum) и по первому лучу грудного плавника.

Шестигодовики в Ащису составляли в уловах при нетронутых промысловых запасах только 1,6%. Это дает основание считать, что жизнь губача в массе немногим превышает 6 лет. Половая зрелость наступает в возрасте 3 лет. Икрометание порционное. В яичниках перед первым нерестом икринки первой порции бывают от 1,0 до 1,5 мм в диаметре, второй — от 0,80 до 1,0 мм, третьей — от 0,60 до 0,70 мм. По В.В. Покровскому и К.И. Беляевой (1948), количественное соотношение икринок отдельных групп характеризуется следующими средними показателями:

- I группа, 1-я порция — от 7316 до 23450, в среднем 14610 икринок.
- II " , 2-я " — от 2460 до 14356, в среднем 6439 икринок.
- III " , 3-я " — от 609 до 9570, в среднем 3323 икринок.

Общая плодовитость колеблется от 12 до 47 тыс., а остаточная — от 4 до 17 тыс. икринок. У самцов признаки порционного нереста выражены значительно слабее, чем у самок. Нерестящиеся самки и самцы, по В.В. Покровскому и К.В. Беляевой (1948), встречаются с конца апреля и до июня. Единичные нерестящиеся особи самцов в зал. Мал. Сары-чеган встречаются с 30 марта при поверхностной температуре воды, равной 4–5°, а самки — с 17 апреля. В 1943 г. нерест начался с 21 апреля. Разгар первого нереста был с 11 до 15 мая при температуре воды 13,3°. Продолжался первый нерест почти месяц. Второй нерест наблюдался через 5 дней после первого, с 23 мая, и длился в течение 6 дней. С 4 по 10 июня был третий нерест при колебаниях температуры от 14,5 до 20,2° и среднем ее значении 17,6° (Покровский и Беляева, 1948).

Н.О. Савиной (1941) в 1941 г. были найдены нерестилища в зал. Тарангалык на глубинах 0,5 м в местах с каменисто-песчаным дном и примесью гальки, на котором растет солончаковый камыш и сыть венгерская. На стеблях указанных растений и на гальке была найдена икра губача. В.В. Покровский и К.И. Беляева (1948) считают, что нерестилища губача Штрауха располагаются на мелких местах с глубинами до 1 м. Сроки и продолжительность отдельных периодов икрометания в различные годы могут изменяться в зависимости от температурных условий. После нереста губач Штрауха держится вдали от берегов. Во время промысловой разведки в Восточном Балхаше губач попадал в сети на глубинах от 6 до 19 м.

Обработка А.Д. Ежовой (19446) и В.В. Вершининым (1951) проб по питанию губача показала, что основной пищей ему служат животные организмы. Молодь питается зоопланктоном, а взрослые — личинками Chironomidae. Изредка в желудках губача встречаются личинки стрекоз и поденок. В период нереста губач поедает собственную икру. При ловле удильщиками маринок на хлеб губач Штрауха постоянно попадает как прилов. Вскрытые нами в сентябре 1948 г. губачи Штрауха из зал. Мал. Сары-чеган содержали в своих желудках моллюсков. В желудке одного

губача было найдено 13 экземпляров *Limnaea* и 136 экземпляров *Planorbis*. Размеры раковин были по 1-2 мм.

Весной губач Штрауха концентрируется в заливах и бухтах на песчаных и илисто-песчаных грунтах и в прибрежных участках, покрытых зарослями водных растений. До вселения в Балхаш судака губач Штрауха мог добываться в промысловых количествах в качестве сырья для консервов. После акклиматизации судака запасы губача упали, и он потерял свое значение для промысла. Помимо судака и балхашского окуря, губача Штрауха истребляют крохали и другие рыбацкие водоплавающие птицы. Ценность этой рыбы сейчас прежде всего в том, что она является пищей судака.

## 5. ОДНОЦВЕТНЫЙ ГУБАЧ

Одноцветный губач В.В. Покровским и К.И. Беляевой (1948) встречен в притоках р.Или. По наблюдениям Г.В. Домбровского и Н.В. Печниковой, в своем распространении он ограничен только предустьевым пространством Или и малочислен (цит. по: Бурмакин, 1956а). Отличительной его чертой является наличие бахромчатых вырезов по краям губ - признак, впервые указанный В.В. Покровским. Глаза меньше, усики длиннее, хвостовой стебель тоньше, грудные плавники короче, чем у губача Штрауха (Покровский и Беляева, 1948). В половозрелом состоянии одноцветный губач имеет вес от 43 до 94 г и длину от 14.2 до 20.1 см. Темп роста не изучен. Минимальное количество икры в яичниках, по данным В.В. Покровского и К.И. Беляевой (1948), - 38, максимальное - 60,4, среднее - 42 тыс. Нерест порционный. Количественное соотношение икринок отдельных групп выражается, по В.В. Покровскому и К.И. Беляевой (1948) следующими показателями:

I группа, 1-я порция	- от 20587 до 37900, в среднем 30870 икринок.
II " , 2-я "	- от 4689 до 13690, в среднем 9135 икринок.
III " , 3-я "	- от 1400 до 14765, в среднем 8690 икринок.

Одноцветный губач имеет значительно большую плодовитость, чем губач Штрауха. Другие стороны его биологии в Балхаше не изучены. Для оз.Балхаш данный вид имеет лишь номинальное значение, как эндемик его бассейна.

## ПРОИСХОЖДЕНИЕ И ИСТОРИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО И ЖИВОТНОГО МИРА БАЛХАША

### 1. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

После того, как мы познакомились с растительным и животным миром Балхаша, совершенно естественно возникает вопрос о том, каким образом возникла жизнь в озере среди пустынь? Когда, откуда и какими путями проникли в Балхаш основные элементы, составляющие его водное население, насчитывающее на современном уровне наших знаний около 600 видов. Вопрос этот не нов. Он уже ставился и рассматривался на примере других озер. Это дало возможность наметить общие принципы его изучения.

Г.Ю. Верещагин (1947) все население континентальных водоемов в зависимости от способа их заселения разделил на четыре группы.

1. Группа населения данного водоема, являющаяся частью населения предшествующего континентального или морского бассейна. Озеро такого рода будет реликтом по отношению к предшествующему водоему, а организмы, входящие в эту группу — реликтами.

2. Группа населения, заселившая озеро путем активного и пассивного перемещения при временном или постоянном соприкосновении или перемешивании вод его бассейна с водами другого бассейна. Известно много случаев, когда водоразделы, не подвергаясь изменениям, перепиливаются благодаря эрозии текучих вод, и таким путем одно озеро или одна река вовлекаются в систему другого озера или другой реки. Кроме того, известны случаи временного соприкосновения бассейнов. В ледниковое время находящиеся в верховьях рек глетчеры, запруживая реки, способствовали образованию озер и смешению фаун. Благодаря их деятельности фауна Альп, например, имеет ряд общих видов с фауной бассейнов Рейна, Дуная, Роны, По и Эча (Берг, 1962).

3. Группа населения, проникшая в озеро из впадающих в него притоков: водные растения, личинки насекомых, ракообразные, планарии, рыбы и др. Эта группа населения заселяет прежде всего береговую зону озер.

4. Группа населения, попавшая в озеро без соприкосновения и приемственности его водных масс с водами других водоемов, путем активного и пассивного передвижения через сушу, разноса утками, крохолями, гагарами, чайками и т.д. Этим путем из одного водоема в другой разносится икра весеннерестующих рыб, трансмиссивные паразиты рыб и другие организмы. Сюда же Г.Ю. Верещагин (1947) отнес завоз новых видов человеком. Однако, такой путь вселения следует выделить в особую категорию и тогда мы будем иметь еще и пятую группу.

5. Группа населения, попавшая в новый водоем при проведении мероприятий по акклиматизации или благодаря случайному завозу человеком.

Значительные затруднения при анализе состава населения первых четырех групп вызывает один процесс, а именно — вторичные изменения, которые произошли с отдельными формами во время их обитания в Балхаше. Однако это касается только реликтов самого Балхаша, т.е. сравнительно ограниченного количества видов.

## 2. ХАН-ХАЙ И БАЛХАШ

Для выявления населения первой группы, по Г.Ю. Верещагину (1947), надо предварительно установить, не является ли Балхаш реликтом иного морского или континентального водоема? Для ответа на этот вопрос необходимо привлечь данные геологии и палеогеографии.

В третичный период часть Казахстана была покрыта водами мелкого морского бассейна. В палеогене вся область к северу от мелкосопочника была залита водами этого эпиконтинентального моря, соединяющегося через Тургайский пролив с морем, располагавшимся в Западно-Сибирской низменности. В это время Европа была островом у материка Азии. В неогене море освободило большую часть Казахстана. Бетпак-Дала, Прибалхашье, Семиречье и Джунгария в продолжении неогена, плейстоцена и голоцена были сушей. В палеогене на свободной от моря суше в Казахстане произрастали леса тургайского типа. В неогене в связи с тем, что море освободило большую часть Казахстана, образовался лесостепной ландшафт. Е.П. Коровин (1960, 1962) на основании изучения ископаемых флор дает характеристику смены климата и общей увлажненности (табл. 51). Умеренный климат наступил в неогене.

Таблица 51

Реконструированная климатическая обстановка в древние эпохи в Прибалхашье

Период	Средняя температура года, град.	Температура наиболее холодного месяца, град.	Количество осадков, мм	Климат
Эоцен-олигоцен	16	12	500	Засушливый, субтропический
Олигоцен-миоцен	12	4	1000	Влажный субтропический
Миоцен-плиоцен	9	3.2	500	Влажный умеренный

Гипотеза о связи Балхаша с древними морскими бассейнами принадлежит И.В. Мушкетову (1886, 1906). Согласно его взглядам, третичное море покрывало бассейны Хан-Хая<sup>1</sup> и Туркестана, соединяясь двумя проливами: Джунгарским и более южным Таримским, или Туркестанским. Уже после третичной эпохи произошло разделение между Туркестанским и Хан-Хайским бассейном вследствие обширных динамических процессов, которые повели за собой не только разделение эпиконтинентального моря на отдельные бассейны, но и нагромождение величайших хребтов внутренней Азии. По мере того, как преобразование поверхности шло вперед, оба бассейна постепенно и почти одновременно отступили в противоположные стороны: Хан-Хай - к востоку, а Туркестанский - к западу (Мушкетов, 1886, 1906). Вслед за И.В. Мушкетовым А.А. Григорьев и Б.Л. Личков (1932) допускают возможность возникновения больших горных хребтов Алтая, Калбы, Тарбагатай и других в самом недавнем времени: в конце третичного-начале четвертичного периодов. А.М. Никольский (1888, 1896), следуя И.В. Мушкетову (1886), считал озера Балхашско-Алакольской впадины остатками отступающего к востоку Хан-Хая.

В том, что Хан-Хай существовал, сомневаться не приходится. Об этом свидетельствует целый ряд фактов, приводимых Рихтгофеном (Richthofen, 1877), И.В. Мушкетовым (1886, 1906), В.А. Обручевым (1932), Эдуардом Зюссом (Suess, 1901) и др. По-китайски слово Хан-Хай означает „высохшее море“, но оно не имеет реального географического содержания. В третичную эпоху область Хан-Хая, по И.В. Мушкетову (1906), представляла собой замкнутый бассейн, превышающий современное Средиземное море. В настоящее время это плоскогорье, простирающееся от Тибета

<sup>1</sup> Термин „Хан-Хай“ мы дальше будем употреблять в том же смысле, какой вкладывал в него И.В. Мушкетов (1886).

на юге и до Алтая на севере, от Памира на западе и до Хингана на востоке. Шло-скогорье вытянуто с ЗСЗ на ВСВ на 1800 км и занимает область замкнутых бассейнов, не имеющих стока к морю, высохших или осушающихся. Периферическая часть его перерезана реками, изливающимися в открытые моря. Главным геологическим агентом является ветер. Хан-Хай богат золовыми, или субаэральными, осадками. Вторую по важности роль выполняет проточная вода. Все продукты механического и химического разрушения остаются внутри Хан-Хая, переносясь только с одного места на другое (Мушкетов, 1906).

Какой же характер носил Хан-Хай в третичное время: морской или пресноводный? По данным Л.С. Берга (1948), Хан-Хайские отложения, которые И.В. Мушкетов, Рихтгофен и другие считали морскими, в действительности являются пресноводными. В них найдены остатки средне- или верхне-третичного носорога, и также раковины таких пресноводных видов, как *Bithynia* и *Limnaea*. Эти находки дают основание утверждать, что в олигоцен-миоцене значительная часть Центральной Азии была покрыта большими и малыми озерами, которые занимали Цайдамскую, Таримскую, Эбинурскую и Балхашскую впадины, а затем высохли, оставив среди осадков отложения солей и гилса. Высохшее Хан-Хайское озеро в плейстоцене вновь было обводнено и, существовало в виде нескольких систем озер, сохранившихся до наших дней.

Итак, гипотеза И.В. Мушкетова (1886) о морском характере Хан-Хая не подтвердилась. Отголоском ее являются предположения И.А. Ефремова (1954), В.М. Синицина (1961) и Э.М. Мурзаева (1963) о том, что в палеогене юго-западная часть Таримской впадины покрывалась морскими водами. Палеогеографические построения И.В. Мушкетова опирались на ошибочное указание о нахождении в отложениях Голодной степи раковин *Cardium edule*, на основании чего он предположил, что море заливало Бетпак-Дала до высоты 300 м. Имея в виду все ту же находку, другие исследователи, спутав Голодную степь с северной Голодной степью - Бетпак-Дала, писали, что, если море было в Голодной степи, то оно заполняло и Балхаш и Джунгарские ворота. Но *Cardium edule* вообще здесь не была найдена, о чем свидетельствует М.А. Шмидт, бывший коллектором той скважины, где якобы она была обнаружена (Федорович, 1948). В 1867 г. ориенталист П.Лерх привез образцы песка из Каракумов, из района Сапака и Акжулпаса, в которых обрабатывавший их Гельмерсен нашел раковины *Cardium edule* и *Dreissena polymorpha* (Helmersen, 1869). Вероятно, указание Гельмерсена попало в капитальные труды И.В. Мушкетова (1886, 1906), а затем Ю.А. Скворцова (1929) и др.

Можно указать также и на другие фактические ошибки, происшедшие по иным причинам. Так, Д.М. Григорович (1938) сообщал о находке на северном берегу Балхаша створки *Dreissensia polymorpha*, которая, по определению А.Г. Эберзина, относится к четвертичным вариантам этого вида. Удивление вызывает сообщение Д.М. Григоровича о том, что здесь же вместе с раковинами дрейссены была обнаружена также мелкая гастропода (*Buccinum*), обитающая в настоящее время в Балхаше (!). Высота залегания их в районе Бертыса - 1.5-2 м над уровнем Балхаша. Букциnum - морской моллюск, которого нет и никогда не было в Балхаше. По-видимому, как отмечает Е.В. Бурмакин (1956), Д.М. Григорович имел в виду *Bithynia*, которая действительно сейчас обитает в озере.

В отложениях мелкосопочника Центрального Казахстана с верхнего плиоцена и до миндельской эпохи включительно среди аллювиальных осадков, песков и галечников встречаются *Limnaea ovata*, *Planorbis corneus*, *Pisidium amnicum*, *Corbicula fluminalis*, *Valonia pulchella*, *Cincinna piscinalis* и др. (Кассин, 1947). В.А. Линдгольм в постплиоценовых береговых валах Балхаша, в настоящий момент далеко отодвинутых от озера, определил пресноводную *Corbicula fluminalis* Müll. В Восточном Балхаше, на п-ове Бурлю-тубе, согласно результатам бурения существуют песчано-галечные отложения мощностью до 40 м. В верхних частях этих отложений на высоте 14 м над озером встречены также раковины *Corbicula fluminalis*, указывающие, по Н.Г. Кассину (1947), на верхне-плиоценовые или древнечетвертичные отложения. Факт обитания моллюска этого рода в Палеобалхаше точно установлен. В Балхаше вымер он совсем недавно, а в бассейнах Каспия и Арала и по всей южной Азии живет и по сей день. Пустые створки моллюсков, встреченные в береговых валах Балхаша, возможно, относятся к *Corbicula tibetensis* (?).

Являясь последовательным сторонником И.В. Мушкетова, А.М. Никольский (1885б, 1887, 1928) считал Балхаш наследником Хан-Хая, а отсутствие морской фауны объяснял ее полны вымиранием. Но третичные морские бассейны не захватывали район Балхаша. Л.С. Берг (1904б) на берегу Балхаша, в урочище Мын-Арал, нашел остатки кораллов, членики криноидей, брахиоподы и трилобиты, что указывает на существование здесь моря в палеозое (сборы обрабатывал Ф.Н. Чернышов). Морских отложений моложе палеозойских Л.С. Берг на берегах Балхаша не встретил. Балхаш, по его предположению, имеет малую соленость потому, что пересыхал и отложения его солей занесены субаэральными осадками. Бурением в 1928-1931 гг. на ст. Балхаш на глубине 82 и 99.75 м обнаружены самоизливающиеся горько-соленые воды, генетически связанные с третичными глинами, богатыми гипсом (Терлецкий, 1932).

Хан-Хай существовал в середине третичного периода, когда был иной характер циркуляции атмосферы и рядом находилось море. Вторично Хан-Хай был возрожден в плейстоцене в момент текелийского и чинжилийского оледенений гор уже в виде двух систем озер: в первую входили озера Таримской впадины, а во вторую - Улюн-гур, Эби-Нур и Балхаш. Из плейстоценового Хан-Хая Балхаш получил ядро своей флоры и фауны. Какие виды в него входили, можно только предполагать, поскольку ископаемая пресноводная флора и фауна Синцзяна изучена недостаточно. Реликтами Хан-Хая в Балхаше могут быть остатки пресноводной третичной широко распространенной флоры и фауны. Как отмечает Л.С. Берг, они сохранились и в Байкале, но в Балхаше они могут присутствовать в ином составе, отражающем бедность водной флоры и фауны Нагорной Азии. В это реликтовое ядро входят виды, имеющие своеобразное прерывистое распространение, не объяснимое четвертичными водными связями бассейнов. Таковыми являются водоросли *Cyclotella ocellata* Pant., найденная в оз. Балатон и в оз. Коссогол, *Fragillaria Jstwanffy var. tenurostris* O.F. Müll., описанная из Африки, *Symbella balatonis var. angustata* Pant. из оз. Балатон и *Neidium Kozlowii*, описанная ранее К.М. Мережковским из высокогорных озер Тибета и найденная И.А. Киселевым (1951) в Средней Азии.

Как уже указывалось, в Балхаше руководящей формой комаров-звонцов является *Chironomus salinarius*. Кроме Балхаша, этот вид встречается в Таганрогском заливе, Северном Каспии, Сиваше и в оз. Корыто на Соловецких островах среди Белого моря. Водные связи в четвертичном периоде между этими водоемами исключены. Остается предположить, что в третичное время он имел более широкое распространение. Другой пример такого рода является присутствие в Балхаше *Diptomus salinus*. Этот галобионт обитает также в Иссык-Куле, Аральском море и в Приильских озерах.

### 3. АРАЛ И БАЛХАШ

Второй путь заселения Балхаша также имеет ряд гипотез. А.А. Григорьев и Б.Л. Личков (1932), например, высказали предположение, что Балхашско-Алакольская котловина до момента последних дизъюнктивных постплиоценовых дислокаций представляла собой обширную речную долину, открывавшуюся к западу через бассейн р. Чу в Арало-Каспийский бассейн. Как известно, р. Чу служила истоком Иссык-Кулю, но, когда количество осадков уменьшилось, связь с этим озером у нее почти прекратилась. В более влажное время был период, когда р. Чу вливала свои воды в Сырдарью, а сейчас не доходит до нее 70 км (Федорович, 1948). Л.С. Берг (1962) тоже не отрицает связи между р. Чу и Сырдарьей. Однако если бы гипотеза А.А. Григорьева и Б.Л. Личкова была верна, то в силу таких разносторонних связей в Балхаше не было бы той бедности фауны, которую отмечают все его исследователи.

Н.Г. Кассин (1947) считает, что определенно отстаивать существование связи между Балхашской и Чуйской котловинами пока преждевременно. Правда, в каменной гряде, разделяющей эти впадины, в третичное и четвертичное время и происходили подвижки, но сами по себе они еще не доказывают связи этих бассейнов. Подвижки могут быть разными. Погребенный Балхашский хребет, открытый Д.И. Яковлевым (1929, 1941), является тем барьером из каменных жестких пород, который окаймляет Чуйскую впадину. Сейчас этот хребет едва возвышается над поверхностью Голодной степи, но в прошлом он служил водоразделом, который не допускал перелива балхашских вод через бассейн Чу в Арало-Каспий.

Н.А. Северцев (1873) свою гипотезу о связи Арала и Балхаша строил лишь на том основании, что в окрестностях озер Тузколь и Арыськоль он, якобы, видел сухой пролив, соединявший в прошлом Арал и Балхаш. Но сухих русел в аридной зоне в современную эпоху чрезвычайно много и подобный, ни чем иным не подкрепленный вывод — явная aberrация, вызванная потерей масштаба. Исследование водораздела между Аралом и Балхашем, проведенное Г.Д. Романовским (1882), также не подтвердило этого вывода Н.А. Северцева. Сырдарьинская полоса третичных плоскогорий, составляющих вместе с Каратау северо-восточные берега Аральского моря, не допускала в плейстоценовое время разлива его вод к востоку в сторону Балхаша. Данные зоогеографии и геологические исследования М.П. Русакова (1930, 1933) и В.Г. Грифонова (1963, 1967) также отрицают такую связь.

В.А. Догель и Г.В. Гвоздев (1945) предложили Балхашскую провинцию отнести к Аральскому округу Понто-Каспийско-Аральской провинции Средиземноморской подобласти. Между тем, если сравним по списку Л.С. Берга (1962) рыб Арала, Чу, Иссык-Куля и Балхаша, то не обнаружим общих видов даже среди аборигенов. Связь Арала установлена только с р.Чу, общими видами рыб для которых являются сазан, усач, красноперка, лещ, сом, остролюбка и колюшка.

Представители нагорноазиатской ихтиофауны в Арале не встречаются. Г.В. Никольский (1940) считает, что ихтиофауна Арала возникла из ихтиофауны Аму- и древнего притока Сырдарьи — плейстоценового Окса. Если бы когда-либо в прошлом существовала связь Арала с Балхашем, то в последний проникли бы многие аральские рыбы, хотя бы те из них, которые впоследствии были акклиматизированы (сазан, судак, лещ, сом). Сейчас общие с Аралом виды представлены в Балхаше только водорослями: *Anabaena Bergii*, *Glenodinium Borgei*, *Peridinium latum*, *Amphiphora paludosa* var. *yssykkulensis*, *Navicula testula* f. *intermedia* и др. Эти водоросли есть и в Иссык-Куле.

#### 4. НАГОРНАЯ АЗИЯ И БАЛХАШ

Л.С. Берг отнес Балхаш к самостоятельной Нагорно-Азиатской зоогеографической провинции (Берг, 1962), существование которой было впоследствии четко обосновано Б.К. Штегманом (1936, 1937). В противоположность Альфреду Уоллесу, Склетэру, М.А. Мензбиру и другим классикам зоогеографии, решавшим вопросы районирования статистически, путем формального сравнения списков видов, Б.К. Штегман (1936, 1938) подвел под эту науку генетический принцип. Ранг той или иной территории в биогеографии, по Б.К. Штегману, определяется ее ролью в видообразовании. Если область не дала новых видов, то она не может рассматриваться как самостоятельная биогеографическая единица. С другой стороны, чем больше видов сформировалось в данной области земли, тем больше оснований для выделения ее в биогеографическую единицу более высокого ранга.

Одними из первых идеи Б.К. Штегмана приняли В.Л. Комаров, Л.С. Берг и Н.И. Вавилов. Среди рыб в Нагорно-Азиатской подобласти Голарктической области, по Л.С. Бергу (1962), сформировались мариинки (*Schizothorax*), османы (*Diptychus*), карповые (*Schizopygopsis*) и эндемичный род *Aspiorhynchus*. Это дает право Нагорно-Азиатской подобласти на самостоятельность не только по фауне птиц, но и по фауне рыб.

Главным источником видообразования в Нагорной Азии были реки, а главными представителями свежих видообразовательных процессов — те карповые рыбы из *Schizothoracidae*, которые в них обитают, подобно форелям в Альпах. К сожалению, история бессточных бассейнов Нагорной Азии изучена не лучше, чем история ее народов, и мы не можем осветить ее в деталях. Состав флоры и фауны почти не изучен. Изучалась лишь филогения *Schizothoracidae* (Васнецов, 1950).

К Хан-Хайскому бассейну И.В. Мушкетов (1886), кроме Балхаша и Алаоля, отнесил Джаналашколь, Эби-Нур, Улюнгур и Лобнор. Как аборигены, в Балхаше обитают рыбы исключительно бессточных бассейнов Нагорной Азии (см. рис. 2). В плейстоцене Балхаш был соединен с озерами, расположенными южнее Джунгарских Ворот. Благодаря бывшей связи в остаточных озерах, несомненно, сохраняются реликты

Хан-Хая. Их можно найти в озерах Улюнгур, Бога-Нур, Джаналашколь, Алаколь, Сасыколь, Кошкар-Нур, Уялы, Балхаш и др.

История водоемов Таримской впадины освещена, хотя весьма и неполно, в работах В.М. Синицина (1948, 1954, 1961). Впадина лежит на высоте от 780 до 800 м между Восточным Тянь-Шанем и Западным Куэнь-Лунем, занимая площадь 390 тыс. км<sup>2</sup>. Аккумуляция водных отложений, приносимых многочисленными реками с Куэнь-Луня и Тянь-Шаня в четвертичный период, привела к образованию толщи древнеаллювиальных наносов мощностью 400-500 м, покрывающих древний рельеф впадины и осадки третичного Хан-Хая. До накопления четвертичных наносов аллювия дно Таримской впадины находилось на высоте 300-380 м. Мощность озерных отложений с раковинами *Planorbis* и *Limnaea* местами достигает 20-25 м.

Древние четвертичные озерные аллювиальные равнины составляют основу пустыни Такла-Макан, как аллювиальной равнины. Большинство рек ранее доходило по ней до Тарима. По ним шел обмен маринками, османами, губчачами - гольцами и другими нагорноазиатскими рыбами. В плейстоцене в Балхаш проникло большинство нагорноазиатских видов, постоянно живущих в реках. По мере заноса аллювием Таримская впадина оказалась значительно выше поднятой, чем Эби-Нурская. Не достигая Лобнора, с южных склонов Майли к нему стекают такие реки как Кок-сай, Дуланджи и Турангул. В периоды оледенений гор все эти реки принадлежали бассейну плейстоценового Хан-Хая и после его исчезновения служат убежищем для нагорноазиатской водной фауны. К бассейну Эби-Нура принадлежат системы рек Боротала, Лаба, Джин-хэ и Кийтын.

На соединение Балхаша в прошлом в единый водоем с Эби-Нуром указал Л.С. Берг (1955). Разообщение этих водоемов произошло в голоцене благодаря изменению климата. В районе Лобнора сейчас выпадает осадков в год всего 11 мм, а в Кашгаре - 65 мм (Петров, 1966). Поскольку осадки связаны с западным переносом, то такое сильное уменьшение их количества можно объяснить лишь ослаблением иранской ветви полярного фронта в связи с возросшей солнечной активностью. Естественно, что в таких изменяющихся условиях озерная разновидность маринки в озерах Центральной Азии, вне Балхаша, не могла сформироваться. Изменение среды в усыхающих, пересыхающих и блуждающих озерах шло гораздо более быстрым темпом, чем изменения видов в природе. В Нагорной Азии более стабильной оказалась среда в реках, а за ее пределами - в Балхаше, несмотря на имеющиеся сведения о сокращении его уровня в III в. н. э. и трансгрессии в IX в. н. э. (Гумилев, 1966а).

В образовании озерных рыб из речных для Балхаша большую роль сыграла р. Или, богатая в низовьях пойменными водоемами. Пойменные озера являются переходными водоемами от рек к озерам. К жизни в Балхаше речные рыбы Нагорной Азии перешли не сразу, а лишь после того, как они освоились к жизни в пойменных водоемах. Процесс шел постепенно. Пойменные озера ежегодно во время паводка соединялись с реками. После спада воды в озерах оставались речные виды и происходили процессы обособления, осолонения и адаптации. Отдельные рукава реки отчленились от главного русла и превращались в осолоняющиеся старицы, изредка связывающиеся с рекой. Процесс приспособления к жизни в осолоняющихся озерных водоемах шел дальше. В годы высокого паводка из осолоненных пойменных озер и стариц речные виды уходили и заселяли в первую очередь береговую зону больших приустьевых озер. Благодаря переходу к обитанию в озере речных нагорно-азиатских видов третья группа населения континентальных водоемов в Балхаше представлена полно, по крайней мере, в части рыбного населения предгорных и горных рек. В нее входят все рыбы-аборигены и, вероятно, многие другие группы водных организмов.

Проблема преемственности фауны и флоры в Балхаше от Хан-Хая сливается с проблемой преемственности их от Нагорной Азии. Какие виды, кроме рыб, входят в эту группу из других классов, сейчас еще говорить рано. Для этого необходимы палеонтологические исследования отложений Хан-Хая в Нагорной Азии. Кроме того, флора и фауна остаточных озер и рек Нагорной Азии также еще ждет своих исследователей.



## 5. ЗАСЕЛЕНИЕ ЧЕРЕЗ СУШУ

Четвертая группа населения континентальных водоемов в Балхаше также присутствует. В группу населения, проникающего в озера путем активного передвижения и пассивного переноса через сушу, входят водоросли, коловратки, ракообразные, вторичноводные насекомые, трансмиссивные паразиты рыб, лягушки, ужи и пр. В пустынях Прибалхашья среди такыров в районе Илийских Баканасов встречаются мелкие озеровидные лужи. Весной они обводняются, а летом высыхают. В них М.Н. Бопышев (1947) нашел 25 видов водорослей, являющихся убиквистами. Эти виды встречаются также в лужах Северо-Запада. Споры водорослей и яйца ракообразных и других групп ветер может переносить на значительные расстояния.

Джунгарские Ворота и район Балхаша славятся своими ветрами „Эбе“ (Humboldt, 1844; Обручев, 1932), Д.Г. Сапожников (1951) в 1943 г. в районе устья р.Каратал наблюдал, как под влиянием ветра, дувшего в течение трех дней, поднялись огромные массы пыли. Воздух был настолько насыщен ею, что свет заметно померк, и солнце даже в полдень представлялось в виде тусклого красно-желтого шара. Ветры Эбе, дующие из Джунгарских Ворот, перекачивают гальку, образуют поземку из гравия и песка и переносят соли, семена водных растений, споры водорослей и яйца водных животных<sup>2</sup>. Во всех водоемах волны выбрасывают на берег большое количество семян воздушно-водных растений, спор и яиц. Высыхая на берегу они становятся транспортабельными для ветра. Как далеко от водоема к водоему их может переносить ветер, точно не установлено. В аридной зоне с несомкнутым травянистым покровом, сыпучими почвами и смерчами они, вероятно, могут разноситься на значительные расстояния. В гумидных зонах ветер и активное передвижение через сушу также играет большую роль. Об этом свидетельствует быстрое заселение копаных прудов, имеющих атмосферное питание.

## 6. РОЛЬ ЧЕЛОВЕКА

Пятая группа населения континентальных водоемов в Балхаше представлена акклиматизированными животными: ондатрой, рыбами, мизидами и паразитами рыб. Из рыб в эту группу входят шип, сазан, судак, сом, восточный лещ, сибирский елец, линь и серебряный карась. Из 23 видов рыб, обитающих в бассейне Балхаша, 9 акклиматизированы человеком. С новыми для Балхаша видами рыб появились и их паразиты. Вместе с восточным лещем в Балхаш был завезен из Арала рачок *Ergasilus sieboldi* Nordmann. От леща в новом местообитании рачок Зибольда перешел на Балхашского окуня, который сейчас заражен им на 100%. Кроме леща и окуня, *Ergasilus* стал паразитировать на маринке, сазане и губаче Цтрауха. Интенсивность заражения у некоторых особей рыб на жабрах доходит до 572 экз. паразитов (Брагина, 1966).

История заселения Балхаша новыми видами рыб и беспозвоночных освещена В.О. Городецким (1916), В.И. Мейснером (1916), Б.Г. Иоганзенем (1937), Н.А. Гладковым (1934), В.И. Доброхотовым (1948), В.А. Максунным (1951, 1954 а), А.И. Горюновой и Н.П. Серовым (1954), Е.В. Бурмакиным (1956), Н.П. Серовым (1959, 1962 б, 1963), С.Н. Ивановым (1961), С.К. Тютеньковым (1961), Т.И. Анциферовой (1966) и др. Данная группа населения в Балхаше еще многие годы будет пополняться новыми видами.

В последнее десятилетие (1961-1971) акклиматизация целого ряда животных дала положительные результаты, что привело к значительному разнообразию в видовом составе населения озера. Вселены 4 вида мизид, которые заселили все биотопы озера, кроме У района, до глубин 15 м. Средняя численность их - 360 экз./м<sup>2</sup> при биомассе 3,08 г/м<sup>2</sup>. С 1961 г в западной части Балхаша появились корфииды. Средняя биомасса их - 0,1 г/м<sup>2</sup>, плотность - 98 экз./м<sup>2</sup>. Из полихет акклиматизированы два вида со средней численностью их 60 экз./м<sup>2</sup> и биомассой 0,85 г/м<sup>2</sup>. Полихеты заселили Западный Балхаш. В Мын-Аральской бухте стала встречаться беззуб-

<sup>2</sup> Сейчас этот ветер называют „евгей“, что отождествляют с названиями „уйбэ“, „ибэ“ и „эби“ у древних авторов.

ка (*Anadonta*), завезенная случайно. Моллюск монодакна распространился по всей акватории Западного Балхаша начиная с глубин 2,5–3,0 м. Зоопланктон пополнился тремя видами простейших, четырьмя – коловраток и четырьмя – ветвистоусых. По последним данным, состав ихтиофауны увеличился на 20 видов рыб. Рыбы-всееленцы составляют уже в общей сложности 3/4 улова (Воробьева и др., 1970). Видовой состав вселенных объектов и их распределение по озеру находятся еще в стадии изучения.

По сообщению Н.П. Серова (1972) в Балхаш вместе с личинками амурского толстолобика была завезена из Сунгари молодь сорных рыб – амурского чебака, амурского лжепескаря, обыкновенной востробрюшки, головешки и амурского бычка. Вместе с судаком из р.Урал в 1957–58 гг. были завезены жерех и сом. В 1965 г. из оз.Бейли-коль занесены каспийская плотва (вобла) и таласский елец. Вобла в Балхаше размножилась и заселила реки Каратал, Аксу и Или. Таласский елец стал встречаться по заливам Западного Балхаша. По данным Н.П. Серова (1972) в настоящее время сазан, судак, лещ, сом, жерех, берш и карась в промысловых уловах составляют в Балхаше 98%, в то время как местные рыбы – балхашский окунь, илинская и балхашская маринки – в общем улове по озеру дают не более 2%.

Из беспозвоночных в Балхаше были акклиматизированы в 1958–68 гг. полихеты *Hypania invalida* и *Hypaniola kowalevskyi*, из моллюсков *Monodacna colorata*, *Anadonta cellensis* и *A. cygnea*, из ракообразных *Paramysis intermedia*, *P. kowalevskyi*, *P. ulakyi* и *F. baeri*, а из корфееид – *Corophium curvispinum* (Воробьева, 1972).

## 7. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ В ЖИЗНИ ФЛОРЫ И ФАУНЫ БАЛХАША

В целом история жизни Балхаша – это цепь трансгрессий и регрессий с общей тенденцией к усыханию и осолонению. В межледниковья на севере Евразии Балхаш трансгрессировал, а в периоды оледенений – регрессировал. В миндель-рисское межледниковье в Европе в районе Балхаш-Джунгарской впадины наблюдалось текелийское оледенение гор. Возросшее количество осадков, таяние снежников и ледников в горах – все это возродило в плейстоцене Хан-Хай, с которым через Джаналаш-Эбинурский пролив в Джунгарских Воротах был связан Большой пра-Балхаш, оставший после себя береговые валы, расположенные на 140 м выше современного уровня. Объединенный водоем был пресным или почти пресным. В это время в Балхаш проникло большинство нагорноазиатских видов, постоянно живущих в реках. В период существования в Европе Днепровского ледниковья Большой пра-Балхаш регрессировал. В рисс-вюрмское межледниковье Европы в бассейне Балхаша было Чинжилийское оледенение гор, которому соответствовало существование Среднего пра-Балхаша. Последний регрессировал в период Валдайского оледенения в Европе. Благодаря регрессии Хан-Хая Таримская и Балхашская провинции Нагорно-Азиатской зоогеографической подобласти разделились и начали самостоятельное существование. Малый пра-Балхаш существовал в голоцене в тот период, когда в Европе наступило последнее ледниковье с арктическим и субарктическим климатом; циклоны тогда шли южнее, по иранской ветви полярного фронта, а горы испытывали последнее наступление ледников. Регрессия Малого пра-Балхаша привела его к распаду на несколько остаточных озер, превратившихся в самостоятельные бессточные бассейны. Фауна бессточных озер стала перестраиваться под влиянием осолонения и метаморфизации солевого состава воды, создавая новые направления в микроэволюции в остаточных озерах.

Каждое остаточное озеро представляет собой изолят со своими элементарными популяциями видов. Микроэволюцию в этих изолятах направляет общее изменение среды. Первой характерной особенностью остаточных озер является их осолонение и его характер. Все рыбы в Балхаше и Алакольских озерах эвригалы. По данным А.П. Цуриковой (1941), соленость в Алаколе сейчас порядка 2–3,5, в Кашкарке – до 2, в Уялы – 0,5–1,5 и в Сасыкколе – 0,4–0,5%. Соленость воды в Алаколе находится на уровне солености III гидрологического района Балхаша. Однако ионные соотношения присутствующих солей разные. В Балхаше осолонение ведет к преобладанию сульфатов и магния, а в Алаколе – хлоридов и магния. Алаколь по соотношению

главных компонентов солевого состава ближе к морской воде, а Балхаш — к Иссык-Кулю. В Балхаше наблюдается также быстрый рост содержания в воде  $\text{Na}$  и  $\text{K}$ .

Какое это могло иметь значение для естественного отбора? В 1902 г. Жак Леб (1926) открыл токсичность действия присутствующих в дистиллированной воде  $\text{Na}$  и  $\text{K}$ . Если же к раствору  $\text{NaCl}$  и  $\text{KCl}$  добавить  $\text{CaCl}_2$ , то животные в этой смеси могут жить нормально. Очевидно  $\text{Ca}^{++}$  обезвреживает токсичность самих по себе  $\text{Na}$  и  $\text{K}$ . Антитоксическое действие  $\text{Ca}^{++}$  затем было подтверждено Остерхаутом (Osterhaut, 1907; — цит. по: Леб, 1926). С помощью кальция лучше всего восстанавливается физиологическая уравновешенность растворов солей по отношению к организмам (Ostwald, 1905; — цит. по: Леб, 1926). Был открыт антагонизм между одновалентными и двухвалентными металлами, а внутри одной валентности — между  $\text{Na}$  и  $\text{K}$ , а также  $\text{Ca}$  и  $\text{Mg}$ . Оптимальным соотношением катионов-антагонистов для каждого вида является соотношение их в крови и лимфе (Леб, 1926).

Вода в Балхаше является физиологически неуравновешенной. Опыты Я.А. Бирштейна и Г.М. Беляева (1946) показали, что в натуральной балхашской воде при солености 7,5‰ не выдерживают длительного пребывания *Mesomysis ullskyi*, *Dikerogammarus haemophes*, *Pontogammarus robustoides*, *P. obensis*, *Pandorites platycheir*, *Corophium curvispinum*, *C. chejicome* и *Dreissena polymorpha*. На основании опытов авторы пришли к выводу, что балхашская вода обладает ядовитостью, обусловленной вышеуказанной физиологической неуравновешенностью катионов-антагонистов.

В опытах А.Ф. Карпевич (1958), произведенных над балхашской водой из IY гидрологического района с соленостью 3‰, гаммариды и мизиды также гибли. Но в воде, взятой у Мын-арала в Западном Балхаше, с соленостью 0,48‰ и в кара-чеганской воде, разбавленной вдвое (соленость 1,5‰), мезомизис а также другие ракообразные и дрейссены хорошо выживали. А.Ф. Карпевич (1958) считает, что *Mesomysis kowalevskyi* и другие подопытные ракообразные и дрейссена могут жить в Западном Балхаше, но погибнут в Восточном Балхаше при солености 3‰. По мере метаморфизации воды в Балхаше в направлении с запада на восток индекс  $\frac{\text{K} + \text{Na}}{\text{Ca} + \text{Mg}}$  в миллиграмм-эквивалентной форме растет от 0,18 до 2,77, а индекс  $\text{Mg}:\text{Ca}$  — от 0,39 до 31,27. Такое неблагоприятное соотношение катионов в сторону токсичности Л.А. Бирштейн и Г.М. Беляев (1946) назвали аберрантным.

В том, что аберрантность состава катионов — сильно действующий фактор отбора, сомневаться не приходится. Даже в разбавленной пополам воде, при солености 3,75‰ гибли *Mesomysis ullskyi*, *Pontogammarus robustoides*, *P. obensis* и *Dreissena polymorpha*. Вымирание в Балхаше дрейссены могло быть вызвано также аберрантностью воды. Донные осадки Балхаша благодаря садке карбонатов кальция аберрантностью не обладают. Это обстоятельство, между прочим, не было учтено Я.А. Бирштейном и А.Ф. Карпевичем. Их опыты были поставлены в аквариумах без донных осадков. Несмотря на это упущение общий вывод не вызывает сомнений: аберрантность состава катионов в Балхашской воде препятствует заселению озера многими видами. В озерах илийской поймы есть *Daphnia pulex*, *D. cucullata*, *D. cristata* и *D. longispina*, *D. magna*, которые в Балхаше не найдены. Взамен их в Балхаше образовался эндемичный род *Daphnia balchashensis* Manuilova, приспособленный к обитанию в его водах.

Отмечая качественную бедность зоопланктона Балхаша, В.М. Рылов (1933) указывал на отсутствие в нем таких представителей планктона озер Европы и Азии, как *Holopedium*, *Bythotrephes*, *Heterosope*, *Eurytemora* и *Mesocyclops oithonoides*. В упоминаемых Приилийских озерах не наблюдается гибели моллюсков. А.М. Самонов определил среди них 8 видов. Таким образом, Палеогеографическая изоляция Приилийских озер и Балхаша общая, а состав фауны разный.

В отношении Балхаша, равно как и Байкала, в какой-то мере можно говорить о несмешиваемости его фауны с фауной окружающих пресноводных озер его бассейна. Только причина несмешиваемости у Балхаша — аберрантный состав катионов в воде. Особенно сильно этот фактор действует в историческое время. Чем быстрее усыхает Балхаш, тем сильнее его действие.

Подавляющее число видов, составляющих флору и фауну Балхаша, заселило озеро в плейстоцене. Основные этапы в направлении развития флоры и фауны Балхаша в четвертичном периоде определялись трансгрессиями и регрессиями озера с сопутст-

вующими им изменениями солености и состава растворенных ионов солей. Качественно новый этап начался в XX в., когда усиленно стали проводиться работы по акклиматизации рыб и кормовых организмов.

## 8. ОБ ЭНДЕМИЗМЕ

Несмотря на неблагоприятные условия, Балхаш все же сыграл определенную роль в эволюции населяющих его организмов. Целый ряд видов, живущих сейчас в Балхаше, сформировался в самом озере и является его эндемиками. Не касаясь 7 новых видов диатомовых водорослей, описанных Б.С. Закржевским (1934) для Балхаша, распространение которых еще не выяснено, в качестве эндемиков укажем 5 видов: *Daphnia balchaschensis*, *Bithynia coeruleans*, *Schizotorax argentatus*, *Perca schrenki* и *Nemae chilus lobiatas*. Известно, что четвертичный период дал очень мало новых видов, а поэтому появление сразу пяти их в Балхаше является явлением значительным.

Лучше всего эндемизм в Балхаше выражен у рыб. Балхашская маринка произошла от маринки, обитающей в предгорных участках рек. Ее предки, подчиняясь принципу В.И. Вернадского о растекании популяций, освоили приустьевое озеро. Наряду с озерной маринкой в Балхаше до наших дней сохранилось ее озеро-речное стадо, образующее переход к исходному речному. Формирование балхашской маринки как вида произошло в период существования плейстоценового Хан-Хая, или Малого пра-Балхаша. Об этом свидетельствует нахождение балхашской маринки в озерах Алаколь, Сасыколь и Кошкар-Нур и в реках их бассейнов: Эмель, Катынсу, Джаманты, Тентек, Урджар и др. В предустьевых озерах этих рек балхашская маринка, как и в Балхаше, обитает как озерная рыба (Некрашевич, 1948). По данным А.М. Самонова (1940б), в Алаколе она дает половину улова. В зависимости от условий обитания и возраста у маринки очень сильно варьируют размеры и форма тела. С.М. Герценштейн (1889) вид *Schizotorax argentatus* рассматривал очень широко. Сейчас такой подход нас не может удовлетворить. После изоляции озер маринка в них начала независимо изменяться. Н.Г. Некрашевичем (1948) обнаружены начальные этапы образования местных форм.

Образованию озерной разновидности маринки в приустьевом озере р.Тарима - Лобноре, вероятно, препятствовало непостоянство местоположения этого блуждающего озера среди пустынь. Н.А. Дзенс-Литовский и В.В. Мицицкий (1963) приводят данные о сокращении площади Лобнора с 28 до 2,5 тыс.км<sup>2</sup>. К.П. Ципленков (1952) установил, что в 1950 г. озеро Лобнор перестало существовать. По словам местных жителей, воды р.Тарима перестали поступать в Лобнор в 1942 г., после того как реки Тарим и Конче-дарья, изменив русла в районе г.Таканклик, резко повернули на восток. Вода этих рек в 1950 г. бесследно терялась в песках. Возможно, что через некоторое время где-либо возникнет новое озеро, которое по традиции также будут называть Лобнор. Это будет его четвертое местоположение.

Весьма возможно, что маринка будет найдена в озерах Улюнгур и Бога-Нур. Если она окажется идентичной балхашской маринке, то последнюю придется считать реликтом плейстоценового Хан-Хая, а не Малого пра-Балхаша.

Значительный интерес представляет происхождение балхашского окуня. Л.С. Берг считал, что предком последнего является обыкновенный окунь (*Perca fluviatilis* L.), о чем, по его мнению, свидетельствуют поперечные темные полосы, встречающиеся на теле у молодых балхашских окуней. Б.Ф. Жадин (1949) держался другой точки зрения, полагая, что оба окуня - *Perca fluviatilis* и *P. schrenki* - имеют общего предка, который входит в состав верхнетретичной фауны, распространенной по всей Палеарктике, и который, попав в Балхашский бассейн, в обстановку полной изоляции и своеобразных условий отбора преобразовался в новый вид - *Perca schrenki*.

В пресноводных водоемах дельты р.Или балхашский окунь имеет не серебристо-светлую окраску, как в Балхаше, а темную с поперечными полосами и зеленоватым оттенком, как у обыкновенного речного окуня (Дрягина, 1942). Поперечные полосы у окуня в дельте Или иногда остаются на всю жизнь. Горб у него меньше. Окунь из р.Или ближе к обыкновенному *Perca fluviatilis*, чем окунь из оз.Балхаш. Эти

факты подтверждают вывод Л.С. Берга о происхождении балхашского окуня от обыкновенного.

Чем были вызваны изменения окуня в Балхаше? Обыкновенный окунь, попав в мутные потоки рек Нагорной Азии, сначала утратил свою яркую окраску тела и плавников, а затем освоил большое приустьевое озеро, где перешел к пелагическому образу жизни. Где это произошло: в плейстоценовом Хан-Хае или в Малом пра-Балхаше? Ответ на этот вопрос может дать только исследователь ихтиофауны озер Улунгур и Бога-Нур. Эти солоноватые озера сейчас богаты рыбой. Видовой состав ее неизвестен. Если в составе их ихтиофауны есть *Perca schrenki*, то образование этого вида произошло в плейстоценовом Хан-Хае, а если нет, то в Малом пра-Балхаше, объединявшем в себе только Балхаш и Алакольские озера.

Многие другие огромные озера исчезли, не образовав новых видов маринки и окуней. От огромного озера Цайдам, например, с водной поверхностью более 20 тыс. км<sup>2</sup>, в результате усыхания местности в голоцене осталось только несколько маленьких соленых озер (Синицин, 1948, 1954, 1961).

Под влиянием осолонения у рыб Балхаша произошли вторичные изменения. Благодаря его малой солености эти изменения, как и в Алакольских озерах, не сопровождались гибелью рыб. Исключение составляет *Nemachilus lobiatus*, не переносящий осолонения и оттесненный соленостью в притоки. В условиях Балхаша основной пищей окуня Шренка стала собственная молодь. При таком характере питания увеличению горба на спине способствовал естественный отбор: высокоспинные горбатые окуни были лучше защищены от каннибализма более крупных окуней. Серебристая окраска при переходе к пелагическому образу жизни маскировала их и предохраняла от нападения своих же собратьев.

Существует группа рыб, сформировавшихся в реках бассейна Хан-Хая раньше балхашских эндемиков, а затем проникших в Зайсан, Иссык-Куль, Чу и Палеобалхаш. Так, в западных притоках оз. Зайсан, не доходящих сейчас до самого озера, М.И. Меньшиковым были найдены голый осман (*Diptichus dybowski*) и губач Штрауха (*Nemachilus strauchii*). В притоки Зайсана они могли проникнуть из бассейна оз. Улунгур, входившего, по И.В. Мушкетову, в Хан-Хай. В р. Чу обитает тот же голый осман и серый губач (*Nemachilus dorsatus*), что и в Балхаше. Ведущая хищный образ жизни маринка (*Schizotorax pseudoksaensis*) найдена Н.А. Северцевым в притоке Тарима р. Аксу на высоте 3048 м и Н.М. Пржевальским в притоке той же реки - Юлдусе (Герценштейн, 1889). В Иссык-Куле она образовала новый подвид, что говорит о давности ее проникновения в это озеро. Губач Штрауха есть и в Юлдусе.

Очевидно, все эти нагорноазиатские виды сформировались ранее балхашских эндемиков в бассейне Хан-Хая, а затем проникли в бассейны Зайсана, Иссык-Куля и Чу и Палеобалхаша. Попав в бассейн Балхаша не все рыбы изменяли биологию. Некоторые проявили известный консерватизм. Голый осман, гольцы-губачи (*Nemachilus dorsatus*, *N. stoliezkai* и *N. sewerzowi*) и гольяны (*Phoxinus poljakowi*, *Ph. brachyurus* и *Ph. phoxinus*), живущие в притоках Балхаша, не перешли к обитанию в самом озере. Нагорноазиатская маринка (*Schizotorax pseudosaensis*) отделила от себя перешедшую на питание детритом балхашскую маринку и сохранилась в виде консервативной речной популяции в р. Или, почему ее часто называют илийской маринкой. Гольян, маринка и балхашский окунь есть в р. Токрау, не доносящей сейчас своих вод до Балхаша. Но гольяна (*Phoxinus*) в самом озере нет. Г.В. Никольский (1940) считает, что многие виды рода *Nemachilus* сформировались в Туркестане, где они являются обитателями мутных рек. По А.М. Никольскому, зоогеографическим центром возникновения видов рода *Phoxinus* были Алтайско-Саянские горы. Проникновение этих видов в бассейн Балхаша и далее на запад шло из Алтая. Есть мнение, что все расщепнобрюхие *Cyprinidae* имеют родину в Гималаях (Никольский, 1887).

Проникновению речных нагорноазиатских видов в бассейны Иссык-Куля и Зайсана способствовало положение этих озер на внешней стороне нагорной Азии, а попасть в них было не труднее, чем из Альп, откуда пришла, к примеру, форель, в бассейны Роны, По и Эча. Что касается Балхаша, то в него такие виды могли проникнуть только через глубокий грабен среди гор, названный Джунгарскими Воротами.

В наземных условиях в Прибалхашьи для образования новых видов и подвидов обстановка была малоблагоприятной. Их появлению мешали трансгрессии и регрессии озера, равно как и вызывающие их пульсации климата. Некоторая стабильность здесь создавалась только постоянным наличием почти пресной воды. В результате в Северном Прибалхашье возник один эндемичный вид среди растений – полынь Майкора (*Artemisia maikora*). Среди животных эндемизм выражен лучше. Д.Н. Кашкаров в качестве эндемика описал местную разновидность лесной мыши (*Mus sylvaticus balchaschensis*), Б.А. Кузнецов в 1929 г. – новый вид тушканчика (*Pagerethmus zhytkovi*), А.И. Аргилуполо в 1933 г. – новый подвид хомяка из Семиречья (*Cricetus cricetus fuscidorsis*), и, наконец, В.А. Селевин (1936) – своеобразного грызуна – боялычевую соню (*Selevinia betpachdalens*), живущую среди зарослей боялыча высотой до 50 см (Белослюдов и Батаков, 1939).<sup>3</sup>

Видообразование у птиц выражено намного хуже. Зерноядные птицы в Прибалхашье не имеют подходящих станций и крайне редки. У птиц, жизнь которых связана с водой, реликты сохранились лишь от Тетиса (Штегман, 1948). Примерно так же обстоит дело и с наземной растительностью. После миоцена в Джунгарии и Кашгаре, как и в Сахаре, не было сколько-нибудь крупных видообразовательных процессов (Попов, 1940). Причина та же – образование новых форм не поспевало за быстрой сменой ландшафтов. Состав флоры, по М.Г. Попову (1941), примерно следующий: элементы флоры гинкго – 90% и элементы флоры древнего средиземноморья – 10%. Среди элементов флоры гинкго на долю восточно- и центральноазиатских видов приходится 50–70, а на долю бореальных – 20–40%. Видообразовательные процессы недавнего времени по масштабам очень ограничены. В остаточных от Хан-Хая озерах они идут интенсивно, но прерываются их осолонением и высыханием.

---

<sup>3</sup> Сведения обо всех этих животных можно найти в сводке Б.А. Кузнецова (1948) – В.А.

## ПОЛОЖЕНИЕ БАЛХАША В АСПЕКТЕ СРАВНИТЕЛЬНОГО ОЗЕРОВЕДЕНИЯ

Прибалхашье относится к наиболее засушливым районам СССР. Испаряемость там примерно в 10 раз превышает сумму осадков. Средняя годовая температура, по Е.В. Посохову (1955), для западной части озера равна  $8^{\circ}$ , а для восточной —  $5-6^{\circ}$ . Принадлежность Балхашской котловины к суббореальному сектору аридной зоны, как видим, не вызывает сомнения. Благодаря высокой испаряемости почва отдает в атмосферу все осадки и еще подсасывает влагу из нижележащих слоев литосферы, что вызывает ее осолонение. Как и везде в аридной зоне, почвы в Прибалхашье очень разнообразны. Объединяющим всех их разности признаком является вскипание кислоты на их поверхности и отсутствие гумусового горизонта. Сток приносит в водоемы в повышенных количествах гидрокарбонаты, сульфаты и хлориды, а также щелочные силикаты. Солевой сток формирует в озерах галотрофный тип развития большого, или геологического, круговорота веществ. При галотрофном профиле жизни озер химическая седиментация проходит три главные стадии, отраженные в классификации озер Н.С. Курнакова и М.Г. Валяшко, детально разработанной Н.М. Страховым (1945, 1948, 1960).

Первой идет карбонатная стадия. В течение ее минерализация в озерах возрастает от пресноводного до солоноватоводного уровня, осаждаются карбонаты кальция и магния — кальцит и доломит. С ними ассоциируются в осадках иногда силикаты магния типа сепиолита и керолита. На этой стадии в озерах накапливается еще много обломочного материала, отлагаются пески, алевриты, глинистые илы, аргиллоколлоиды с примесью указанных карбонатных и силикатных минералов.

Вторая стадия — сульфатная. Во время ее прохождения в озерах осаждаются гипс, ангидрит, тенардит, мирабилит, глауберит, астраханит в разных соотношениях и комбинациях из указанных элементов. Терригенный материал в составе осадков играет подчиненную роль. Биологическая продуктивность затухает, а осаднение материала носит химический и физико-химический характер.

И, наконец, третья стадия — хлоридная, когда осаждаются галит, а также калийно-магниево-хлоридные и сульфатные минералы. В процесс выпадения солей по мере осолонения вовлекаются все новые компоненты. Биологические процессы почти прекращены и ограничиваются жизнедеятельностью галофильных микроорганизмов.

Вместе с хемогенными продуктами седиментации на всех стадиях жизни озер в осадки уходят малые элементы: Sr, B, Br, F, Li, K, Cs и др. (Страхов, 1960).

По мере осолонения в озерах галотрофного типа развития происходит дистрофикация биологической продуктивности (гл. X, раздел 3). Классификация озер исходя из принципа прохождения ими этих трех больших стадий химической седиментации в плане сравнительного озероведения явно недостаточна, поскольку озера галотрофного профиля развития в аридной зоне имеют большее число этих стадий.

В таких озерах, по мере испарения воды сначала равномерно растет концентрация каждого солевого компонента. Очень скоро, однако,  $\text{CaCO}_3$ , достигая точки насыщения, начинает уходить в осадок и накапливается в илах. После этого озера аридной зоны вступают во вторую стадию развития. Через сравнительно короткий промежуток времени следом за известью выпадает в осадок доломит —  $\text{Ca Mg}(\text{CO}_3)_2$ , и озерные известковые илы сменяются известково-доломитовыми. Количество карбонатов в донных отложениях на третьей стадии развития озер варьирует от несколь-

ких процентов до 70%, что объясняется разным в отдельных случаях соотношением между осаждающимися карбонатами и поступающими в озера илистыми частицами. Обычно в удаленных от рек центральных частях озер и полузамкнутых лагунах образуются сильно карбонатные илы, а в предустьевых районах рек, где терригенный илистый материал обилен, карбонатность бывает резко понижена.

На II и III стадиях известковой и доломитовой седиментации в озерах аридных зон еще обычно живет фауна двустворок, гастропод, остракод, иногда фораминифер, остатки которых более или менее часто встречаются в илах. В ряде озер аридной зоны особенно богато в количественном отношении бывает представлена фауна моллюсков в предустьевых участках рек: *Valvata*, *Dreissena*, *Adacna*, *Monodacna*, *Oligodon*, *Micromelania* и *Hydrobia*. Осаждение карбонатов  $Ca$  и  $Mg$  на составе воды сказывается прежде всего таким образом, что при дальнейшем ее испарении содержание  $Ca$  перестает расти и удерживается на определенном уровне, соответствующем точке насыщения. С началом осаждения доломита то же самое происходит и с  $MgCO_3$ . Однако концентрация  $Mg$  продолжает расти, так как этот катион, помимо  $CO_3^{2-}$ , бывает связан еще и с  $SO_4^{2-}$  и  $Cl^-$ . Поэтому вторая стадия является переломным моментом в отношении химического состава воды: озеро из пресноводного гидрокарбонатного типа переходит в солонатоводный бикарбонатно-сульфатно-хлоридный тип.

При дальнейшей жизни озера под влиянием испарения воды и осолонения меняется коренным образом характер хемогенной седиментации, а также происходит дальнейшая экологическая сукцессия донной фауны и планктона. Моллюски и некоторые другие группы организмов вымирают. Стадия эта в гидрологическом отношении длится очень долго, хотя смена пресноводных фауны и флоры солонатоводными происходит сравнительно быстро. При солености в 150–160‰ и выше в осадок начинает уходить мирабилит —  $Na_2SO_4$ . Озеро при этом переходит в хлоридный тип, соответствующий пятой стадии его гидрохимического развития. Одновременно с садкой сульфатов на четвертой стадии осолонения продолжают осаждаться  $CaCO_3$  и  $MgCO_3$ . Магний при этом осаждается уже не только в виде доломита, но и в виде магнезита. Во время прохождения озером четвертой стадии резко увеличивается концентрация хлоридов в воде. По мере дальнейшего испарения воды, в пятой стадии, по достижении солености в 240–250‰ из водного раствора уходит  $NaCl$ , образуя пласты каменной соли. На шестой стадии озера аридной зоны умирают, превращаясь в „сухие озера“, знаменующие собой заключительный этап в жизни озер аридной зоны.

В географическом отношении сухие озера представляют собой переход между водоемами и геологическими залежами солей. Через некоторое время сухое озеро засыпается терригенным материалом и превращается в сушу. В засушливое и холодное время года сухие озера имеют лишь пленочную воду, а в весенний период в них скапливается рапа, покрывающая выпавшую соль. При летнем испарении рапы в сухих озерах образуются концентрические зоны из самосадочных солей. В центре их, как правило, выпадает в осадок  $NaCl$ , а по периферии — карбонаты и сульфаты.

Таков нормальный цикл жизни озер засушливой зоны галотрофного профиля развития. Каждое озеро, как видим, проходит в процессе своего развития 6 гидрохимических стадий: I — увеличение концентрации всех солей, II — осаждение  $CaCO_3$ , III — осаждение  $CaMg(CO_3)_2$ , IV — осаждение сульфатов, V — осаждение хлоридов и VI — образование и существование „сухого озера“ в виде такыров или солонцов, заносившихся терригенным материалом.

Как уже указывалось, В.Д. Коншин (1945) отнес Балхаш на основании особенностей солевого состава воды к озерам сульфатного типа. Формально это верно. Но более правильно классифицировать озера каждой зоны не по статическим типам, хотя такая классификация представляет известный прикладной интерес, а по стадиям развития — зональным или нормальным, местным или ландшафтным. Тип озера отражает лишь внешний облик его внутреннего развития, его определенную стадию. Большинство озер нельзя втиснуть в заранее подготовленную матрицу определенных типов, какими бы они всеобъемлющими не были. Жизнь озер есть процесс. А поэтому всякая генетическая классификация озер должна строиться на динамике протекающих в них возрастных явлений (Абросов, 1967).

На земле трудно найти два вполне тождественных озера, но стадию развития мы можем определить у каждого из них. Она будет соответствовать морфологическому,



гидрохимическому и биологическому состоянию озер данной зоны и данного ландшафта на определенном уровне развития. Обезличенных озер в этом случае нет. Пока не разработана классификация озер по типам биогидроценозов той или иной местности предварительно их классификации должны строиться на стадиях развития.

## 1. СТАДИЯ РАЗВИТИЯ БАЛХАША

В предыдущих главах было показано, что в Балхаше происходит осаждение карбонатов, которое резко возрастает по направлению от западных плёсов к восточным. Концентрация же сульфатов и хлоридов под влиянием испарения воды испытывает более или менее равномерное увеличение с запада на восток. Следовательно, Балхаш сейчас находится в стадии карбонатной седиментации (Страхов, 1960). Свообразные изменения претерпевает состав катионов в воде (табл. 52).

Таблица 52

Изменения в составе катионов в балхашской воде с запада на восток

Катионы	Гидрологические районы озера				
	I	II	III	IУ	У
Ca <sup>++</sup>	$\frac{31,2-66,5}{1,56-3,32}$	$\frac{31,1-81,5}{1,55-4,07}$	$\frac{22,8-49,1}{1,14-2,45}$	$\frac{23,0-49,3}{1,15-2,46}$	$\frac{45,0-72,9}{2,25-3,64}$
Mg <sup>++</sup>	$\frac{51,1-132,1}{4,20-10,84}$	$\frac{51,3-242,7}{4,21-19,85}$	$\frac{93,8-297,7}{7,71-24,46}$	$\frac{134,8-232,7}{11,08-19,13}$	$\frac{220,5-424,4}{18,12-30,88}$
Na <sup>+</sup>	$\frac{92,6-246,7}{4,03-10,74}$	$\frac{241,1}{10,48}$	$\frac{575,5}{25,13}$	$\frac{437,2}{18,02}$	$\frac{759,4}{32,89}$
K <sup>+</sup>	$\frac{5,7-16,9}{0,14-0,42}$	$\frac{23,1}{0,59}$	$\frac{48,7}{1,24}$	$\frac{253,9}{6,47}$	$\frac{163,9}{4,18}$

Примечание: Числитель - в мг/л, знаменатель - в мг-экв./л.

Из приведенных в табл. 52 данных видно, что несмотря на повышение солености, количество Ca с запада на восток в Балхаше не увеличивается. Так, например, Ca в воде I района содержится в количестве 1,56-3,32 мг-экв./л., а У районе - 2,25-3,64 мг-экв./л. Другая картина наблюдается в отношении ионов магния. В I районе содержание Mg в воде находится в пределах 4,20-10,84 мг-экв./л., а в У - 18,12-30,88 мг-экв./л. А это, в свою очередь, говорит о нахождении Балхаша во II стадии осолонения.

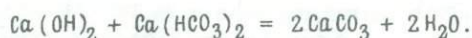
В действительности же Балхаш частично вступил даже в III стадию осолонения. В крайне южном зал.Алаколь соленость воды достигала 15-50‰, а в отдельных лагунах и заливах Лепсийского плёса - 7-15‰. В основных плёсах Балхаша соленость не поднимается выше 7,0‰, поэтому там отлагаются илы с большой примесью кальция. В зал.Алаколь и в восточных плёсах, помимо извести, осаждался и доломит в количестве до 70%, что свидетельствует о вступлении этих участков озера в III стадию развития. По свидетельству Н.М. Страхова (1960), в этих плёсах Балхаша доломитность свойственна лишь самым верхним горизонтам илов, что говорит о самом начале III стадии развития. Лагуны озера в этом отношении шагнули еще дальше. Попутно отметим, что Каспийское и Аральское озера-моря благодаря высокой продуктивности еще не вступили в III стадию, о чем свидетельствует высокое насыщение их донных осадков CaCO<sub>3</sub>. В частности, в Каспии глубинные илы содержат, по Н.М. Страхову, 10-20% CaCO<sub>3</sub>, а мелководные - до 50-70%. Илы Аральского моря богаче CaCO<sub>3</sub>, количество которого в них колеблется от 25 до 70%. Наименьшая карбонатность их наблюдается в предустьевых участках Амударьи и Сырдарьи (Страхов, 1948). Балхаш являет собой пример более высокого этапа развития, несмотря на меньшую общую осолоненность.

Можно ли Балхаш отнести к какому-либо типу озер? Под типом озера мы понимаем тип биогидроценоза, являющийся водным аналогом биогеоценоза В.Н. Сукачевы (Абросов, 1969). После того, как определена зональная принадлежность Балхаша к аридной зоне и к галотрофному профилю жизни озер, ответ на этот вопрос не представляет трудности. Каждый биогидроценоз характеризуют индивидуальные особенности круговорота веществ и энергии. Балхаш в этом плане неоднороден. Расчлененность озера на пять гидрологических районов, отличающихся между собой по солево-му составу воды, руководящим видам фитопланктона, зоопланктона и бентоса, дает основание считать озеро состоящим из пяти взаимодействующих между собой биогидроценозов. Следовательно, все 5 плёсов Балхаша представляют собой как бы 5 разных типов озер, имеющих свои отличительные особенности осадконакопления. Садка карбонатов свидетельствует о последовательном переходе от второй стадии развития к третьей.

## 2. САДКА КАРБОНАТОВ

Косвенным показателем садки карбонатов является pH воды. В Восточном Балхаше pH воды находится в пределах от 8.4 до 9.2, в Западном – летом бывает часто выше 8.4. Это указывает на отсутствие в воде  $\text{CO}_2$ . Но тогда возникает вопрос: откуда водоросли берут  $\text{CO}_2$  для фотосинтеза? Очевидно, отщепляют  $\text{CO}_2$  от бикарбонатов.

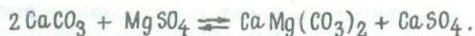
Расщепление бикарбонатов растениями при фотосинтезе подробно и поэтапно изучено К. Аренсом (Arens, 1930, 1936). На первом этапе водные растения поглощают при фотосинтезе бикарбонат кальция и выделяют в окружающую среду эквивалентное количество  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Ассимиляционный коэффициент –  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 : \text{Ca}(\text{OH})_2$  – равен 1. На втором этапе выделяющаяся щелочь кальция взаимодействует с оставшимися в воде бикарбонатами кальция и образует кальцит, который благодаря своей плохой растворимости уходит в осадок из перенасыщенного раствора:



Обычно перенасыщение воды  $\text{CaCO}_3$  и уход его в осадок наступает примерно после достижения им содержания в воде 13 мг/л  $\text{CaCO}_3$ . Данный процесс происходит в Западном Балхаше и полностью объясняет садку  $\text{CaCO}_3$ . Садка кальцита происходит не под влиянием испарения воды, а обусловлена фотосинтезом водорослей в условиях отсутствия  $\text{CO}_2$  и имеет, как видим, биогенную природу. В эвтрофных озерах этот процесс протекает во время так называемого цветения воды. В Балхаше, являющемся аргиллотрофным водоемом, он совершается при развитии водорослей без эффекта цветения воды. Благодаря высокому pH воды он идет неуклонно и приводит к значительной обогащенности донных отложений карбонатами кальция (рис. 14).

В Восточном Балхаше происходит садка доломита. На природу этого явления нет единого взгляда. Н.М. Страхов (1945а), например, считает, что доломит образуется на дне в результате диагенеза кальцита и гидрокарбонатов магния. Не укладывается в эту гипотезу одно обстоятельство – отсутствие в Восточном Балхаше садки гидрокарбонатов магния: количество растворенного в воде Балхаша магния неуклонно растет с запада на восток.

Генезис доломита связывают и с реакцией Гейдингера:



Однако состав солей в воде Восточного Балхаша не подтверждает такой ход метаморфизации воды. В воде Восточного Балхаша есть  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{MgSO}_4$ , но нет побочного продукта их взаимодействия –  $\text{CaSO}_4$ . В восточном плёсе нет также  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ . На этом последнем факте следует остановиться особо. Лепса и Каратай ведь постоянно приносят в Восточный Балхаш бикарбонаты кальция. Кроме того, в самом Балхаше при минерализации органики должна образоваться  $\text{CO}_2$ , которая благодаря своей агрессивности растворяет на дне  $\text{CaCO}_3$ , превращая его в  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ . В таком случае объяснения требуют два момента: каким путем образовался  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  и почему отсутствует  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ . Куда же исчезают бикарбонаты кальция? Очевидно, в Восточном Балхаше идет мощный процесс декальцинации и декарбонизации воды. Мы предполагаем, что именно таким процессом и является образование доломита. Как

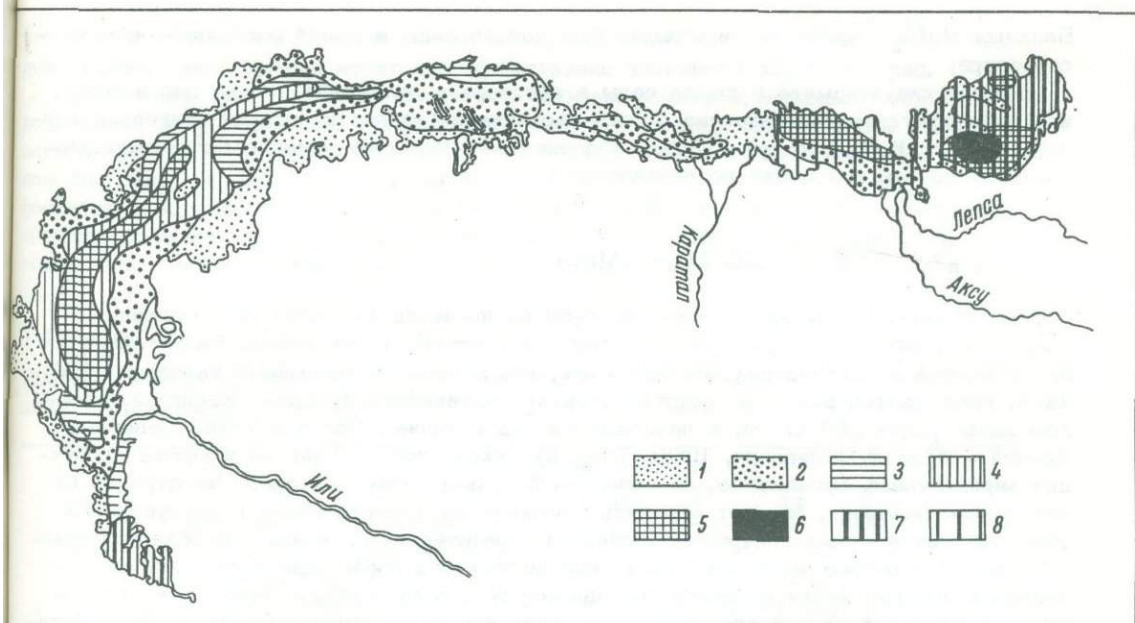


Рис. 14. Карта распределения карбонатов в осадках оз. Балхаш (по Н. М. Страхову, 1945).

Содержание карбонатов в процентах от веса сухого остатка: 1 - 0-20, 2 - 20-30, 3 - 30-40, 4 - 40-50, 5 - 50-60, 6 - >60; 7 - резкая доломитность осадка (>54% от суммы карбонатов); 8 - слабая доломитность осадка (около 20% от суммы карбонатов).

он идет? Для ответа на этот вопрос обратимся к высказыванию В.И. Вернадского о том, что биологические процессы являются ведущими в геохимии нашей планеты. Не может ли доломит образовываться биогенным путем, как и кальцит? Есть основания предполагать, что ведущее значение в образовании доломита также играет фотосинтез. Доломит является побочным продуктом, возникающим под воздействием фотосинтеза в результате своеобразных условий метаморфизации солевого состава воды.

Откуда же водные растения берут  $CO_2$  в Восточном Балхаше для фотосинтеза? На третьей стадии жизни озер галотрофного типа обмена веществ источником  $CO_2$  в воде могут быть сначала такая двууглекислая соль, как  $Ca(HCO_3)_2$ , а затем и  $Mg(HCO_3)_2$ , когда бикарбонат кальция потреблен и разложен. Представим себе, что поступающий в Восточный Балхаш  $Ca(HCO_3)_2$  весь потребляется в процессе фотосинтеза с выделением эквивалентного количества  $Ca(OH)_2$ . В таком случае  $CaMg(CO_3)_2$  может образовываться в результате взаимодействия щелочи кальция с бикарбонатом магния:



Когда все бикарбонаты кальция при фотосинтезе разложены, растения могут потреблять бикарбонаты магния, выделяя в воду  $Mg(OH)_2$ . Щелочь магния взаимодействует с  $Ca(HCO_3)_2$ , поступающим в результате взаимодействия  $CO_2$  и  $CaCO_3$  из донных отложений и притоков, образуя доломит:



Доломит, будучи веществом слабо растворимым, образовав насыщенный раствор, выпадает из воды на дно в осадок, вызывая доломитизацию илов. Избыток  $Mg(OH)_2$  взаимодействует с  $Mg(HCO_3)_2$ , образуя  $MgCO_3$ . Растворимость углекислого магния выше, чем  $CaCO_3$ , и он может оставаться в большем количестве в растворе. Д.Г. Сапожников (1954) отмечает отсутствие в донных осадках почти всего Восточного

Балхаша  $MgCO_3$ . Последний в осадках был найден лишь в самой восточной оконечности озера.

Нахождение доломита в толще воды в растворе и отложение его на дно в готовом виде противоречит гипотезе об его образовании на дне на стадии диагенеза донных осадков. Н.М. Страхов (1945 а) недооценивал ведущего значения в геохимии биологического фактора — живого вещества.

### 3. ПРОЦЕСС ДИСТРОФИКАЦИИ

Солоноватоводность водоемов сама по себе не является фактором дистрофикации озер галотрофного типа развития на второй и третьей стадии жизни. Например, в предустьевых пространствах многих морей, где соленость превышает таковую в Балхаше, наблюдается высокая биологическая продуктивность. В целом Каспий в прошлом давал рыбы 14.6 кг/га, а находящийся под влиянием Волги и Урала Северный Каспий — 37.6 кг (Книпович, 1938). Причину таких уловов видят во вспышке продукции эвригалинных организмов, обусловленной целым рядом факторов. Не отрицая их некоторого значения, следует обратить внимание на существование в предустьевых участках морей стыка совершенно разных геохимических провинций. В областях стыка морских и речных гидрокарбонатно-кальциевых вод происходит естественная мелиорация аберрантности солевого состава морской воды и обогащение ее недостающими элементами. В галотрофных озерах причиной возникновения аберрантного состава солей в воде является садка карбонатов, о которой мы говорили в предыдущем разделе. Расщепление при фотосинтезе  $Ca(HCO_3)_2$  в Западном Балхаше, как уже отмечалось, вызывает садку кальцита, а разложение  $Ca(HCO_3)_2$  и  $Mg(HCO_3)_2$  в Восточном Балхаше — садку доломита. Обе садки ведут к декальцинации воды, что вызывает преобладание в воде Na и K и уменьшает защитное действие Ca против ядовитого действия Na+K и избытка Mg.

Под влиянием декальцинации происходит сдвиг в неблагоприятную сторону соотношений катионов-антагонистов —  $\frac{Na^+ + K^+}{Ca^{++} + Mg}$  и  $\frac{Ca}{Mg}$ . Продуктивность аберрантно-осолоняющихся водоемов падает раньше, чем достигает точки изотопии для большинства солоноватоводных видов. Если в гумидной зоне дистрофикацию озер вызывают органические кислоты (Абросов, 1963а), то в аридной зоне, за исключением некоторых зарастающих озер-старич с пресной водой, они не играют никакой роли. Тем не менее и в том и в другом случае дистрофикацию вызывает декальцинация воды, хотя причины, ее обуславливающие, разные.

Некоторую дистрофицирующую роль по отношению к озеру играет поглощение микроэлементов цеолитными кислотами и аргиллитами. Важнейшим цеолитным кислотом является коллоидный кремнезем —  $n H_2O \cdot m SiO_2$ . Содержание  $SiO_2$  (в мг/л) в воде Балхаша в направлении с запада на восток изменяется мало: I район — 6.3, II — 6.1, III — 7.2, IV — 5.3, V — 7.0. В донных осадках в коллоидной фракции  $SiO_2$  составляет от 54.1 до 65% (табл. 53).

Коллоидная часть осадков во всех гидрологических районах, в общем, одинакова. Только осадкам V гидрологического района свойственны некоторые отличия благодаря обогащенности их кремнеземом и окисью магния. В Западном Балхаше в цеолитные коллоиды входят иллит, коалинит, кварц и какой-то магниевый силикат. В Восточном Балхаше присутствуют иллит, галлузит, серицитоподобная слюда, кварц и еще какой-то неизвестный силикатный минерал (Зальманзон, 1951). Как видим, основное ядро коллоидов в Балхаше составляют аргиллиты, т.е. продукты диспергирования минералов, входящих в состав глины.

Глинистая суспензия в толще воды придает Балхашу некоторые черты аргиллотрофных озер. В сочетании с галотрофностью аргиллотрофия не проявляет ярко своих специфических черт. Самосадка солей преобладает над поглощением обменных катионов и анионов аргиллитами. Внешним проявлением аргиллотрофии является лишь глинистая мутность воды на большей площади Балхаша.

Отношение в коллоидном комплексе между  $SiO_2$  и  $Al_2O_3 + Fe_2O_3$  колеблется от 3 до 4.73. Переверс кремнезема над полуторными окислами железа и алюминия свиде-

тельствует о том, что ионный обмен между аргиллитами и растворенными в водных массах озера солями носит преимущественно катионный характер (рис. 15).

Поглощение  $P_2O_5$  не может достигать больших размеров, поскольку количество коллоидной  $SiO_2$  (ацидоида) существенно превышает количество гидратов полуторных окислов железа и алюминия (базойдов). В летний период содержание  $P_2O_5$  в Западном Балхаше - 0,0059 мг/л в I районе и 0,0078 мг/л во II. В Восточном Балхаше фосфатов в воде немного больше: в IY районе - 0,0076 и в Y - 0,0081 мг/л. Максимальное содержание  $P_2O_5$  летом не превышает 0,0105 мг/л. Содержание  $NH_3$  питритов и нитратов не изучено. Присутствие коллоидов вышеуказанного состава и при

Таблица 53

Валовый анализ коллоидных фракций илов оз. Балхаш, рассчитанный на навеску без воды и органического вещества (по Э.С. Зальнинзон, цит. по: Сапожникова, 1951)

	Гидрологические районы									
	I		II		III		IY		Y	
$SiO_2$	63.83	59.54	54.13	60.79	59.87	57.08	57.40	59.45	58.04	64.97
$Al_2O_3$	16.01	23.70	20.57	21.81	20.95	22.15	23.15	21.82	15.43	17.31
$TiO_2$	0.40	0.44	0.30	0.38	0.49	0.64	0.43	0.43	0.57	0.19
$Fe_2O_3$	10.39	8.11	11.40	6.73	10.61	9.89	12.17	9.40	11.19	9.74
$FeO$	2.79	2.46	2.51	2.54	2.87	1.84	He	He	He	He
							опр.	опр.	опр.	опр.
$MnO$	0.06	0.01	0.02	0.01	следы	0.01	0.01	следы	0.02	0.02
$CaO$	0.61	1.12	1.78	1.10	1.31	0.72	0.98	0.83	4.72	1.18
$MgO$	2.73	1.84	4.49	3.24	1.09	3.90	5.20	4.78	5.42	4.90
$Na_2O$	0.71	0.67	1.10	0.94	0.68	0.96	1.28	0.72	1.32	0.51
$SiO_2:Al_2O_3$	6.77	4.26	4.46	4.73	4.86	4.37	4.00	4.62	6.35	6.44
$SiO_2$	4.58	3.51	3.31	3.72	3.21	3.40	3.00	3.67	4.35	4.73
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$										

таким соотношении между ацидоидами и базойдами не может быть основной причиной дистрофикации биологической продуктивности. Дистрофикацию вызывает декарбонизация воды и обеднение ее биогенами. Отсюда вытекает практический вывод: все, что будет способствовать снижению pH и повышению содержания в воде  $CO_2$  может быть использовано как прямое или косвенное средство для борьбы с дистрофикацией биологической продуктивности озер галотрофного типа развития на второй и третьей стадиях их жизни.

Если мы какими-либо средствами, например внесением органических удобрений, обогатим воду  $CO_2$ , то благодаря ее агрессивности к карбонатам последние будут переходить из донных отложений в воду в виде бикарбонатов кальция и магния. При этом произойдет мелиорация токсичности избытка катионов  $K^+$  и  $Na^+$  над катионами  $Ca$  в водных массах тел галотрофных озер, в которых фитопланктон испытывает угнетение от углекислотного голодания.

#### 4. ПОЛОЖЕНИЕ БАЛХАША СРЕДИ ОЗЕР ГАЛОТРОФНОГО ТИПА РАЗВИТИЯ

В чем причина низкой солености Балхаша? Это первый вопрос, на который надо дать ответ в плане сравнительного озероведения аридной зоны. В разделе 6 гл. V мы уже касались ответа на поставленный вопрос. Здесь мы приведем дополнительные соображения и рассмотрим его шире.

Д.Д. Квасов (1959) молодость и слабую соленость Балхаша объясняет перехватом в прошлом стока Илийским озером. Это озеро занимало всю Илийскую межгорную впадину. Кунгес и Каш впадали выше непосредственно как притоки. Затем, ког-

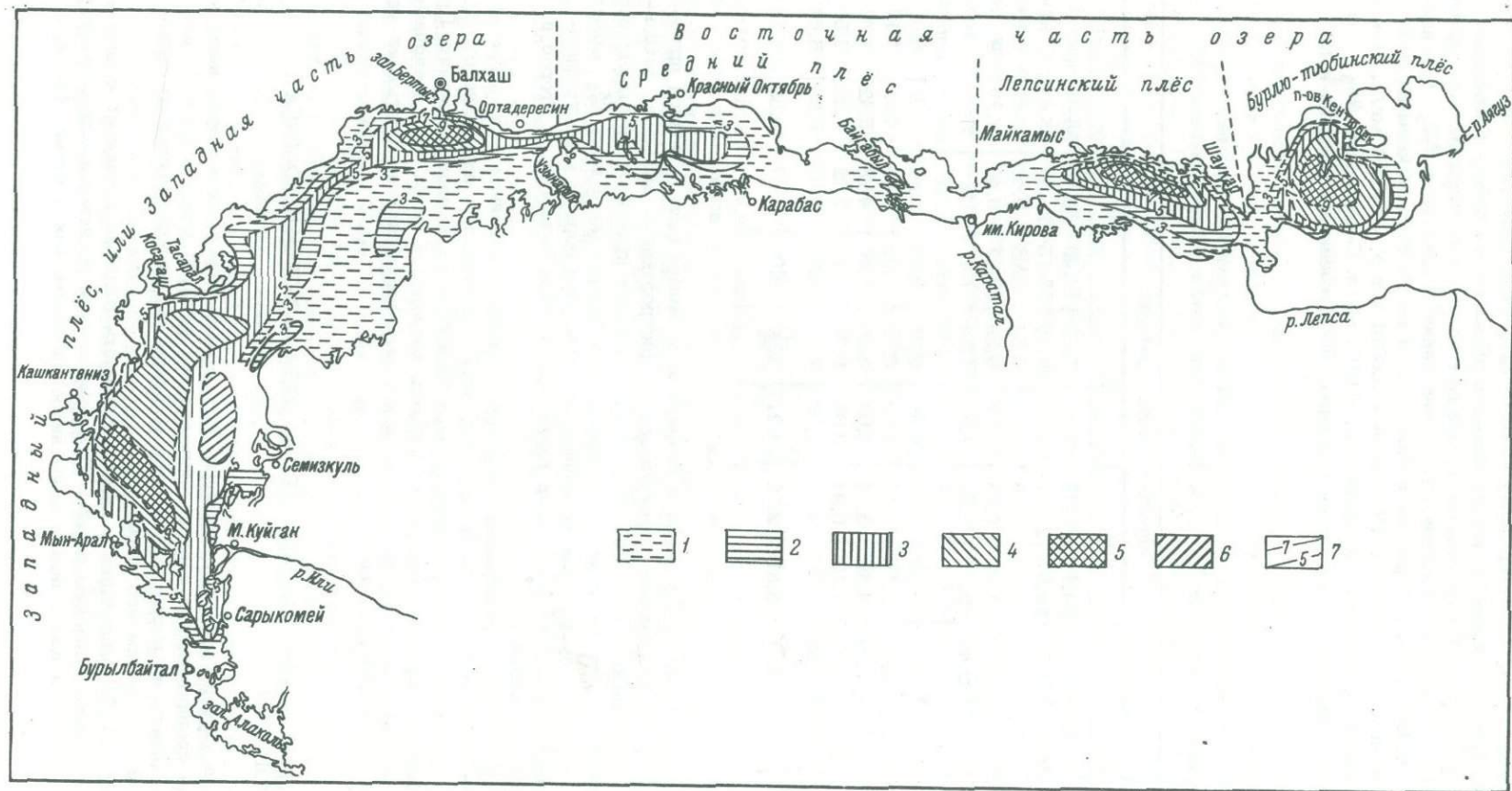


Рис. 15. Распространение железа в составе донных отложений оз. Балхаш (по Д.Г. Сапожникову, 1951).

Содержание железа в % от нерастворимой части: 1 - <3, 2 - 3-5, 3 - 5-7, 4 - 7-9, 5 - >9; 6 - песчаная отмель, намытая в районе сел.Сары-тумсук; 7 - линии равных содержаний.

да вся межгорная впадина была наполнена водой, произошел перелив вод этого озера с образованием Капчагайского ущелья путем перепиливания его пород текучей водой. Согласно мнению Д.Д. Квасова (1959), часть солей осаждалась в этом озере, когда оно было бессточным. Другая часть солей, не достигнув Балхаша, осталась в пустынях после того, как Илийское озеро стало проточным. Все эти рассуждения чрезвычайно гипотетичны. В периоды оледенения гор в межгорную Илийскую впадину стекало столько воды, что излишки ее очень скоро стали бы переливаться через Капчагайское ущелье в сторону Балхаша. Илийское озеро в таком случае могло существовать только как пресноводный и проточный водоем, ничего не объясняя в жизни Балхаша. Сейчас на этом месте строится Капчагайское водохранилище с высокой плотинной, запирающей Капчагайское ущелье. Будущее водохранилище наполнится водой р.Или за несколько лет и избыток вод будет сбрасываться в Балхаш. Для этого совсем не требуются геологические масштабы времени. К тому же вопрос о молодости Балхаша должен быть пересмотрен.

Таблица 54

Химический состав воды Алакольских озер (в мг/л) (по А.П. Цуриковой, 1941)

Ингредиенты	Алаколь	Сасыколь	Кашкарка	Уялы
Хлориды ( $Cl^-$ )	1110.0-2014.0	14.0-36.7	351.4-355.0	61.7-175.7
Сульфаты ( $SO_4^{2-}$ )	167.4-180.7	28.3-34.7	До 96.7	35.6-80.3
Карбонаты ( $CO_3^{2-}$ )	9.4-14.3	0.14-0.71	3.3-10.4	0.24-0.95
Кальций ( $Ca^{++}$ )	8.8-13.8	8.8-13.8	21.9-33.3	38.7-44.6
Магний ( $Mg^{++}$ )	535.6-846.2	29.4-58.2	222.4-237.6	85.1-113.8
Общее железо	0.03-0.11	0.05-0.17	0.15-0.43	0.15-0.20
Кремнекислота ( $SiO_2$ )	0.57-1.52	3.40-6.38	7.55-9.25	4.36-6.92
Фосфаты ( $P_2O_5$ )	-	0.0132-0.0278	0.0197-0.0267	0.0159-0.0175
Общая жесткость, немецк. град.	63.7-99.9	4.8-8.7	27.6-29.2	13.2-16.2
Карбонатная жесткость, немецк. град.	50.5-83.1	7.4-11.8	42.3-43.8	21.4-27.5
Щелочность, мг = экв./л.	15.9-25.9	1.9-3.2	12.3-12.4	5.8-7.3
Кислород ( $O_2$ ), %	81.8-102.0	70.5-95.6	95.6-123.2	106.0-119.1

Н.Г. Кассин (1947) считает, что Балхашская депрессия представляет собой заполненную осадками древнюю депрессию большой реки. А коль это так, то и низкая минерализация Балхаша по его мнению, есть следствие его бывшей проточности. Воды Балхаша в эпоху высокого стояния его уровня, согласно тому же исследователю, текли в Алаколь и далее в Эби-Нур. Н.Г. Кассин допускает также возможность подземного оттока вод оз. Балхаш в Центральную Азию через Балхашско-Алакольскую впадину, если упомянутая древняя река не имела выхода в долину Чу.

Озера Алаколь и Сасыколь имеют более высокие абсолютные отметки, чем Балхаш, а вода в них менее минерализована по сравнению с водой Восточного Балхаша (табл. 54). Различия в солёности Алакольских озер легко объяснимы: Алаколь - бессточный водоем, Сасыколь - проточный, а озера Уялы и Кашкарка имеют временный сток, заканчивающийся Алаколем. Если здесь имеет место сейчас подземный сток, то он может быть направлен только от Алаколя к Балхашу, а не в обратную сторону. Еще менее вероятен сток в Чуйскую долину. Отток вод Балхаша в Таримскую впадину мог иметь место в прошлом - в период существования Хан-Хая. Абсолютная высота Эби-Нура сейчас примерно на 150 м ниже Балхаша. Если исходить из современного профиля водораздела этих озер, то для того, чтобы такое течение могло быть, необходимо повышение уровня Балхаша по крайней мере на 100 м (Посохов, 1955). Как уже указывалось, М.П. Русаков (1833) открыл у Балхаша террасу на высоте 140 м, превышающую его современный уровень. Наименьшие отметки

в пределах Джунгарских Ворот немного выше — 450 м. При трансгрессии Балхаша (современный уровень 340 м) до высоты террасы, установленной М.П. Русаковым, связь его с Лобнором вполне возможна. Поскольку в прошлом вследствие неравномерности поднятий и опусканий участков суши соотношение высот современного водораздела Балхаша и Эби-Нура было иным, то и отток воды Большого пра-Балхаша в Балхашско-Алакольский и Эбинурский плёсы был, вероятно, еще более облегчен.

Н.И. Касаткин (1939) относительную опресненность Балхаша объясняет проточностью его, как и у озер Чад и Танганьика в Африке. В годы повышенного уровня из Балхаша, согласно его гипотезе, может происходить отток его вод в сторону Бетпак-Дала через долину, представляющую собой зал. Кашкантиз оз.Тузлы, уровень которого ниже уровня Балхаша. Исследования Г.Р. Юнусова хотя и подтвердили возможность оттока балхашских вод в оз.Тузлы, но категорически опровергли возможность оттока их в сторону Бетпак-Дала (Посохов, 1955).

Исходя из геологических исследований Д.Г. Сапожникова (1951), можно предположить существование в прошлом еще одного гипотетического обстоятельства, способствовавшего опреснению Балхаша. Согласно Д.Г. Сапожникову, движения земной коры в Прибалхашье были дифференцированы: отдельные участки дна и побережий погружались, другие оставались стабильными, третьи проявляли тенденцию к поднятию. Вода с гор устремлялась в области понижений, где возникали озерные бассейны у подножия гор. Для жизни этих озер был характерен быстрый их занос осадками, приносимыми с гор реками. Эти осадки прежде всего отлагались в тех частях озерных бассейнов, которые примыкали к горам. Здесь сгружались обломочные материалы и отсюда начинался постепенный занос Балхаша. Вода в котловине озера по мере его заноса все далее и далее отеснялась от гор, пока озеро не достигало современного положения — удаленного к северо-западу от хребтов Джунгарский и Заилийский Алатау на 300–500 км. Отложенные соли на дне лагун отступающего от гор Балхаша покрывались субаэральными осадками. Гипотеза Л.С. Берга (1908) о заносе отложенных ранее Балхашем солей находит подтверждение, но получает и иное истолкование. Соли Полеобалхаша занесены субаэральными осадками не *in situ*, а в стороне — под песками пустынь Сары-ишкотреау, Таукум и Кургантау. Песчаные барханы этих пустынь многие исследователи считают развеваемыми ветрами дюнными песками, отступающими на север Балхаша. Процесс этот идет очень быстро и вероятно, продолжается и сейчас. Песчаные бугры Сары-кыз, Джинды-кара и другие, указанные на карте прошлого века на самом берегу озера, теперь отстоят, по М.П. Русакову (1933), на 5–7 км от Балхаша. Есть следы, указывающие, что в прошлом Балхаш доходил до гор Малоф-сары, Кулан-басы и Коккош-ель (Фишер, 1883).

На современном уровне наших знаний очень трудно определить, в какой мере отход Балхаша на север обширной котловины обязан сбросовой дислокации и в какой — его усыханию и заносу аллювием. Оба процесса шли одновременно, накладываясь один на другой.

В современную эпоху Балхаш постоянно опресняется благодаря длинной береговой линии, изрезанной отшнуровывающимися заливами, имеющими для него такое же определяющее значение, как и залив Мертвый Култук для Каспия. Такого мнения придерживается Е.В. Посохов (1955) и автор. Опресняющая роль отшнуровывающихся лагун и заливов, несомненно, очень велика была в прошлом и имеет огромное значение в настоящее время. Малая соленость Балхаша вполне объяснима влиянием его естественных «испарителей».

Очень показательны в этом плане наблюдения над зал.Алаколь в Западном Балхаше. Во время геодезических съемок в 1903 г. под руководством Л.Н. Картыкова (1903, 1912) в Балхаше был высокий уровень и вода в зал.Алаколь была слабо солоноватая: ее пили животные и мог пить человек. Под влиянием падения уровня воды в озере соленость воды в заливе резко возросла. По данным химической лаборатории ГРУ в 1930 г., она достигла здесь 15,9‰ (Посохов, 1955). Позже в период исследований Д.М. Корф и Л.В. Еловской (1936) соленость в заливе составляла уже 50‰. В работе П.Ф. Домрачева (1946) есть сведения о том, что зал.Алаколь пересох и перестал существовать. Такие явления не единичны.



Большинство заливов-испарителей расположено вблизи озера. Основная их масса приурочена к прибрежной полосе южного берега шириной в 5-10 км. Естественные лагуны-испарители балхашской воды бывают двух типов.

1. Озера, еще не потерявшие своей связи с Балхашем, соединенные с ним узкими протоками, по которым поступает по мере испарения балхашская вода. В них из насыщенного раствора в осадок уходят преимущественно сульфаты - тенардит, астраханит, мирабилит. К этой группе относятся озера-лагуны Кашкентениз, Терсакан, Тектурмас, Майкамыс, Кара-чеган и др.

2. Озера, уже отделившиеся от регрессирующего Балхаша, но связанные с ним посредством грунтовых вод. Они находятся, как правило, на хлоридной стадии самоосадки солей. Среди солей на дне у них резко доминирует галлит. Примером озер этой группы являются остаточные озера Кокдамбак, Тальчурат, Караколь и др.

Посредством отшнуровывающихся по мере усыхания озера заливов Балхаш потеряет миллионы тонн солей. Это обстоятельство является главной причиной сохранения Балхаша в слабоосолоненном состоянии. Эби-Нур за это же время перешел в горько-соленое состояние. Однако садки солей, кроме карбонатов, в Эби-Нуре также не происходит. Эби-Нур тоже имеет по периферии самоосадочные лагуны, находящиеся в состоянии накопления сульфатов и хлоридов.

По подсчетам Г.Ю. Юнусова в современную эпоху Западный Балхаш ежегодно получает из притоков 4 961 680 т солей, из которых на долю хлора приходится 169 830 т. В Восточный Балхаш поступает 52 180 т солей, из которых хлора 1936 т (Посохов, 1955). В связи с указанным выше лагунным характером опреснения все попытки определить возраст Балхаша по солености привели к парадоксальным выводам. По А.В. Шнитникову (1936), Балхаш мог получить свою соленость за 20-25 лет, а по А.В. Николаеву (1941), возраст Балхаша, определенный по содержанию хлора в воде, равен 580-980 лет. Если ввести поправку в расчеты А.В. Николаева за неучтенный хлор заливов, как это сделал Е.В. Посохов (1955), то полученная цифра окажется в 1,5-2 раза выше, т.е. 1-2 тыс. лет.

Балхаш существовал в плейстоцене и существует весь голоцен. Несоответствие между определениями возраста Балхаша по скорости поступления в него солей и геологическим возрастом говорит о мощности действия трех основных факторов опреснения: 1) отдачи солей в плейстоцене со стоком в Центральную Азию; 2) отдачи солей в лагуны-испарители в прошлом и 3) отдачи солей в лагуны-испарители в настоящее время. Эти три опресняющих фактора вполне объясняют относительно малую соленость воды в Балхаше.

В свете всего вышесказанного вопрос о переживаемой этим усыхающим водоемом стадии развития решается в окончательном виде весьма своеобразно. Сам Балхаш, Эби-Нур, Джаналашколь и Алакольские озера находятся на второй и третьей карбонатных стадиях осаждения солей. Не потерявшие связи с озером лагуны Балхаша находятся на четвертой, или сульфатной, стадии осаждения солей. И, наконец, отделившиеся полностью от Балхаша, но имеющие связь с ним через грунтовые воды озера находятся на пятой, или хлоридной, стадии самоосаждения солей. Хлоридные озера постепенно переходят в шестую - стадию „сухих озер“, быстро превращающихся в геологические залежи солей.

Главное своеобразие природы Балхаша, выделяющее его среди озер аридной зоны галотрофного типа развития геологического круговорота веществ, заключается в одновременности образования в современную эпоху доломита с солеотложением всех стадий. В других озерах смена стадий идет последовательно одна за другой, через значительные промежутки геологического времени. Одновременно такое явление может существовать только в больших озерах, распавшихся на ряд усыхающих реликтовых озер с разной площадью и скоростью осолонения.

## ЗНАЧЕНИЕ БАЛХАША В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ И ОЧЕРЕДНЫЕ ЗАДАЧИ ЕГО ИЗУЧЕНИЯ

Один из первых исследователей Балхаша П.Ф. Домрачев (1940б) писал: „Всего десять лет тому назад от ближайших к озеру крупных центров (Алма-Ата и Семипалатинск) Балхаш отделяли обширные полупустыни, труднопроходимые и на сотни километров почти совершенно ненаселенные пространства. Ныне они прорезаны с юга крупнейшей Туркестано-Сибирской железнодорожной магистралью (Турксиб), с севера железнодорожной линией от Петропавловска до самого Балхаша. Вместо двух малых оседлых русских селений в 13 и 22 мазанки, впервые возникших в 1910-1911 гг. — одно на крайнем Западном (с.Буру-байтал), другое в 500 км от него — на крайнем восточном (с.Карачеган) концах озера<sup>1</sup>, — на берегах Балхаша за 10 лет (1930-1940) выросли крупный населенный пункт, пункт-новостройка и новый город Балхаш с 30-40-тысячным населением (как раз в середине северного побережья озера) вместе с вышеупомянутым гигантом цветной металлургии, а также обширная сеть рыбопромысловых пунктов, рыбозаводов, сельскохозяйственных и рыболовецких колхозов и судоходных пристаней. Вместо жалкой, единственной на всем озере полубаржи-полупарусного судна, на котором в 1929 г. производились первые работы Балхашской научно-промысловой экспедиции, водную гладь озера ныне уже бороздят парусные, моторные и паровые суда Балхашской судоходной и рыбопромысловой флотилии, насчитывающей теперь свыше 300 единиц. Возникновение обширного металлургического комбината на базе одного из меднорудных месторождений (Коунрад), открытого на северном берегу Балхаша, использование почти нетронутых рыбных богатств озера, проведение крупных железнодорожных магистралей коренным образом изменили весь облик этого столетиями оставшегося заброшенным, малодоступного и пустынного края и вызвали к нему глубокий и всесторонний интерес“ (стр. 1-2).

В Коунраде, близ северного побережья Балхаша, разрабатываются богатейшие залежи медной руды, вкрапленные в изверженные породы (кварцевые диоритпорфиры). Прибалхашье богато такими неметаллическими полезными ископаемыми, как магнетит, корунд и др. Преобладающим занятием населения по берегам озера является рыболовство, а в пустыне Южного Прибалхашья — скотоводство. Травянистая растительность долин рек представляет малоиспользуемый источник заготовки кормов. Некоторое значение может иметь эксплуатация саксаульников, зарослей тростника и разведение каучуконоса хандрилы (*Chondrilla ambigua* var. *crassifolia*). В дельте Или имеются большие заросли кендыря (*Apocynum lakcifolia*), дающего прекрасный прядильный материал, превосходящий по своим качествам лен. В Южном Прибалхашье Соляной лабораторией Всесоюзного института Галургии разведаны большие запасы солей. Серьезное значение здесь имеют охотничье хозяйство и бахчеводство. По заготовке шкурок ондатры дельта Или стоит на первом месте в СССР. Большое значение для развития всех отраслей народного хозяйства имеет вода. С ней связано судоходство, рыболовство, поливное земледелие, водоснабжение городов и населенных сельских пунктов, т.е. развитие всех отраслей хозяйства Прибалхашья.

<sup>1</sup> До 1928 г., по свидетельству П.Ф. Домрачева (1940), эти селения совершенно не знали о существовании друг друга и узнали об этом только от участников Балхашской экспедиции 1928-1931 гг.

## 1. РЫБОЛОВСТВО

Только в конце прошлого века казахи научились от русских пользоваться лодкой и ловить рыбу. Сначала они ловили рыбу самодельными крючками из проволоки или гвоздей. Один рыбак таким примитивным снарядом за день налаживал в Балхаше до 50–65 кг окуня. В 1929–1931 гг. во время работ Балхашской экспедиции П.Ф. Домрачева уловы сазана на сетку длиной 42 м составляли 30–50 кг. Высокие уловы давал балхашский окунь, который попадал чуть ли не в каждую ячею. С 1885 г. часть улова рыбы сбывалась на рынках г.Верного (ныне г.Алма-Ата). В 1909 г., по неполным данным, стоимость товарной вывозной продукции балхашского рыболовства определялась в 5966 руб. (Берг, 1905; Мейснер, 1916). Товарный улов в это время не превышал 1000 ц. Русское население на берегах Западного Балхаша появилось в 1907 г. и на берегах Восточного Балхаша – в 1910 г. (Домрачев, 1930). С его появлением стали применяться ставные сети, а затем и закидные озерные неводы. Уловы не превышали 10 тыс.ц. (Домрачев, 1935а).

Государственное освоение рыбных запасов началось с осени 1929 г. Аральским рыбтрестом, Семипалатинским рыбхосоюзом и Всекопромрыбаксоюзом. При этом было добыто 9 тыс.ц. рыбы. В 1930 г. перечисленные добывающие организации были объединены в одно казахское рыбопромышленное общество „Казарсо“. В 1932 г. „Казарсо“ было реорганизовано в Балхашский государственный рыбопромышленный трест. Основными промысловыми организациями в настоящее время являются Балхашский рыбтрест и Балхашский рыбакколхозсоюз (табл. 55). Управления их находятся в пос. Рыбтреста, на берегу бухты Мал. Сары-чеган, в 7 км от г.Балхаш.

По подсчетам Е.В. Бурмакина и Г.В. Домбровского (1956), с 1933 по 1953 г. 76–84% годовых уловов давал колхозный лов. В 1949–1954 гг. удельный вес основных и второстепенных рыбозаготовителей в среднем составлял: колхозы – 75%, гослов – 17 и второстепенные заготовители – 8%.

Вся история рыболовства на Балхаше, по Е.В. Бурмакину и Г.В. Домбровскому (1956), делится на четыре периода. Первый период – с 1929 по 1931 г. – был периодом быстрого роста уловов; второй – 1932–1941 гг. – интенсивного освоения запасов и наиболее высоких уловов. Товарный улов в 1941 г. составил 186,5 тыс.ц. На протяжении этого периода уловы колебались, но не опускались ниже 124,5 тыс.ц. Третий период – с 1942 по 1945 гг. – период неуклонного снижения уловов, и достигшего минимального уровня в 1945 г. (64,4 тыс.ц.). Четвертый период охватывает послевоенное время – с 1946 г. до подключения в уловы новых акклиматизированных рыб. Он характеризуется также низкими уловами, обусловленными износом промыслового флота и другими организационными причинами.

Второстепенными заготовителями в годы войны являлись отделы рабочего снабжения (ОРС) местных промышленных предприятий. К 1931 г. число рыбаков достигло почти 2 тыс. человек и оставалось приблизительно на том же уровне в течение предвоенных десяти лет. Во время войны 1941–1944 гг. число рыбаков уменьшилось почти наполовину. Средний годовой вылов на одного рыбака за 1946–1953 г. был следующим: по гослову – 105,1, по колхозам – 77,1, в среднем по водоему – 82,8 ц. (Бурмакин и Домбровский, 1956). В послевоенные годы уловы распределялись в зависимости от вида орудия лова следующим образом: неводный береговой лов – 70, лов ставными сетями – 25, лов вентерями (мережами) – 5%. На р.Или лов маринки осуществляли плавной сеткой.

Очень серьезной проблемой рыболовства является сохранение уловов в свежем и охлажденном виде. Высокие температуры летом затрудняют доставку рыбы в свежем виде до холодильника и консервного завода, расположенных в пос.Рыбтреста. Посол всех балхашских рыб на местах лова, кроме маринки, снижает их вкусовые качества, дает низкосортную и убыточную продукцию. Мелководность Балхаша несколько затрудняет разрешение проблемы сохранения и обработки уловов на местах лова с помощью плавучих перерабатывающих баз, оснащенных современной техникой, как на плавучих заводах Каспия. Но все же спуск на воду двух плавучих заводов разрешил бы проблему сохранения и доставки до потребителя рыбы в наиболее ценном ассортименте.

Таблица 55

## Динамика товарных уловов рыбы в оз. Балхаш

Вид рыбы	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938
Сазан	20,3	84,3	108,4	123,4	100,0	93,1	90,7	105,9	94,5
Окунь	3,5	4,2	6,0	7,4	11,7	14,8	40,2	54,0	33,5
Маринка	6,2	9,5	32,0	26,7	20,4	16,6	15,1	15,5	17,8
Прочие	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Всего	30,0	98,0	146,4	157,5	132,1	124,1	146,0	175,4	145,8

Таблица 55 (продолжение)

Вид рыбы	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959
Сазан	59,2	52,8	74,0	59,1	69,9	54,4	70,1	74,4	61,2	60,7
Окунь	10,5	11,6	13,7	14,0	13,5	13,2	10,3	12,1	14,2	13,1
Маринка	13,7	15,0	18,6	15,6	17,5	14,3	15,4	15,0	16,0	11,4
Судак	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Лещ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Прочие	-	0,1	0,3	-	-	-	-	-	-	-
Сом	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Всего	83,4	79,5	106,6	88,7	100,9	81,9	95,8	101,5	91,4	85,2

В области науки главного внимания заслуживают проблемы повышения биологической продуктивности Балхаша, постоянный контроль ихтиологической службы за состоянием и воспроизводством рыбных запасов и рациональная организация рыбного хозяйства на озере.

При разрешении первой проблемы мы прежде всего сталкиваемся с вопросом о причинах низкой биологической продуктивности Балхаша. В качестве ответа на этот вопрос выдвинуто несколько гипотез.

Первая гипотеза о бедности кормовой базы Балхаша принадлежит Л.С. Бергу (1904) и сводится к предположению, что Балхаш в силу своей географической изоляции не имел возможности заселиться. Вторая гипотеза высказана В.М. Рыловым (1933) и объясняет бедность кормовой базы своеобразным гидрохимическим режимом озера. Эта идея получила дальнейшее развитие в работах Я.А. Бирштейна и Г.М. Беляева (1946) и А.Ф. Карпевич (1958). Третья гипотеза принадлежит проф. В.В. Петрову (1940а), который основной причиной низкой биологической продуктивности считает бедность вод Балхаша биогенными элементами. И, наконец, четвертая гипотеза была высказана нами в разделе 2 гл.УП. Бедность кормовой базы Балхаша объясняется слабым количественным развитием фитопланктона. Ни одна из перечисленных четырех гипотез не объясняет всех причин низкой продуктивности озера, и только в совокупности они дают исчерпывающий ответ на интересующий нас вопрос.

Гипотеза Л.С. Берга (1904) получила плодотворное развитие в работах по обогащению Балхаша новыми рыбами и кормовыми беспозвоночными. Работы по акклиматизации новых видов устраняют бедность фауны Балхаша, вызванную ее исторической изоляцией от бассейнов с более богатой фауной. Различными путями и средствами были реализованы предложения об акклиматизации рыб: А.М. Никольского (1885в, 1887) - об целесообразности акклиматизации сазана; П.Ф. Домрачева (1929, 1930б, 1935а, 1940б), Л.С. Берга (1932), А.Ф. Карпевич (1958) и Е.В. Бурмакина (1956) - об акклиматизации судака; Л.С. Берга (1932) - об акклиматизации аральского усача; Л.С. Берга (1905), В.В. Петрова (1940а) - об акклиматизации аральско-

(в тыс.ц.) (по данным Главрыбвода)

1939	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949
112,4	112,8	128,4	78,6	71,5	53,0	41,5	46,3	69,8	69,8	69,3
39,0	47,8	42,5	28,8	22,9	23,4	14,2	18,5	14,1	9,1	69,7
14,6	15,1	15,4	8,9	11,5	13,7	8,7	8,7	11,2	11,2	12,0
-	-	-	<0,1	<0,1	-	-	-	-	-	-
166,0	175,7	186,5	110,3	106,5	90,1	64,4	73,5	95,1	90,1	91,0

1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970
70,2	71,4	76,0	77,9	90,2	104,8	111,1	127,0	100,0	73,6	72,0
11,8	11,5	9,2	5,6	2,8	1,1	0,2	-	-	-	-
10,3	11,5	10,0	6,0	8,8	10,9	10,2	10,6	7,9	2,9	2,2
-	1,0	26,7	42,5	50,5	41,5	25,2	21,5	25,8	28,4	37,8
-0,9	1,1	1,2	1,5	2,6	6,4	9,3	5,1	5,6	7,9	15,5
-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,2	5,2	0,2
-	-	-	-	-	0,3	0,5	0,2	0,8	2,0	4,6
93,2	96,5	123,1	125,0	154,9	165,0	157,2	164,6	140,3	120,0	132,3

го леща; В.Н. Абросова и О.Н. Бауера (1955) - об акклиматизации белого амура. В организации перевозок в Балхаш акклиматизационных рыб из других водоемов большую помощь оказали специалисты Казахрыбвода. По данным Н.П. Серова (1963), 83,5% годового улова Балхаша в настоящий момент составляют акклиматизированные в нем рыбы: сазан, лещ и судак.

Предложений по акклиматизации рыб в Балхаше было сделано очень много. Обзор их дан Е.В. Бурмакиным (1956), который, критически рассмотрев их, пришел к следующим выводам. Из всех предложенных видов акклиматизация следующих 12 нецелесообразна: стерляди, севрюги, чархальской селедочки, ишхана, радужной форели, аральской плотвы, аральской шемаи, аральской белоглазки, змееголова, берша, бычка Книповича и бычка гирконогобиус. Акклиматизация двух видов - белого амура и толстолобика - желательна, но, по мнению Е.В. Бурмакина (1956), неосуществима в связи с зарегулированностью р.Или. Однако белый амур уже акклиматизирован. По сообщению В.А. Максумова, в низовьях Или встречается его молодь разных возрастов.

Значительные успехи достигнуты в обогащении фауны Балхаша кормовыми беспозвоночными. В связи с количественной бедностью бентоса в 1936 г. Н.П. Новозов-Лавров, а за ним и другие исследователи, предложили повысить продуктивность водоема путем акклиматизации кормовых объектов для рыб. Для вселения в оз. Балхаш были рекомендованы полихеты, кумацей, мизиды, бокоплавцы, десятиногие раки и моллюски, всего 20 названий (табл. 56). Работы по реализации этих предложений были уже начаты. В ноябре 1949 г. из Арала были завезены и выпущены в Балхаш гаммариды и моллюск *Adasna*. В августе 1953 г. из Арала вновь были доставлены в Балхаш, в залив Мал. Сары-чеган, около 50 тыс. экземпляров гаммарид. Мизиды в Балхаш были завезены из Каспия. История обогащения Балхаша кормовыми беспозвоночными освещена С.Н. Ивановым (1961), С.К. Тютеньковым (1961) и др. Акклиматизированные в Балхаше понто-каспийские мизиды, в частности *Mesomysis kowalewski* и *M. intermedia*, поедаются сазаном, лещом, пелагическим и камышовым окунем и губачом Штрауха (Тютеньков, 1961).

Таблица 56

Список кормовых беспозвоночных, рекомендованных для вселения в Балхаш (по Е.В. Бурмакину, 1956)

Название объекта	Откуда берется посадочный материал	Кем рекомендован
<b>Полихеты</b>		
<i>Nyparia invalida</i>	Каспий	Б.Ф. Жадин, 1949
<i>Nephtys nombergi</i>	Азовское море	А.Ф. Карпевич, 1948
<i>Neries succinea</i>	" "	" "
<i>N. diversicolor</i>	" "	" "
<b>Мизиды</b>		
<i>Limnomysis benedeni</i>	Каспий	Б.С. Ильин, 1947
<i>Mesomysis kowalewskyi</i>	"	" "
<i>M. intermedia</i>	"	" "
<i>M. ullskyi</i>	"	Решение совещания, 1954
<b>Кумацеи</b>		
<i>Pseudocuma</i>	"	Б.С. Ильин, 1947 и А.Ф. Карпевич, 1948
<b>Боклопавы</b>		
<i>Gammarus</i>	"	Б.С. Ильин, 1947 и Б.Ф. Жадин, 1949
<i>Corophiidae</i>	"	А.Ф. Карпевич, 1948
<b>Десятиногие раки</b>		
Речной рак	-	Н.П. Навозов-Лавров,
Креветки ( <i>Leander</i> )	Каспий	Б.Ф. Жадин, 1949
<i>Leander modestus</i>	Амур	А.Ф. Карпевич, 1948
<i>Palaemon superbus</i>	"	" "
<b>Моллюски</b>		
<i>Dreissena polymorpha</i>	Каспий	А.Ф. Карпевич, 1948 и Б.Ф. Жадин, 1949
<i>Adacna minima</i>	Каспий, Урал	А.Ф. Карпевич, 1948
<i>Macoma baltica</i>	Балтийское море	А.Ф. Карпевич, 1948

Работы по обогащению кормовой базы Балхаша целесообразно продолжать. Кроме уже предложенных для акклиматизации видов, следует обратить внимание на некоторых представителей фауны Иссык-Куля. Иссык-кульские виды лучше приспособлены к обитанию в среде с повышенным содержанием магния и сульфатов. В Иссык-Куле живет несколько видов моллюсков из родов *Hydrobia*, *Planorbis* и *Limnaea*, переносящих аберрантный состав солей в воде. Интерес представляют также боклопавы из рода *Jssykogammarus*. В свете развития второй гипотезы А.Ф. Карпевич (1958) предложила мелиорировать аберрантный состав воды в Восточном Балхаше. Для этой цели она рекомендует внесение  $\text{CaCl}_2$ , кальций которого при диссоциации должен нейтрализовать ядовитое действие избытка магния, натрия и калия. В экологическом отношении предложение А.Ф. Карпевич вполне обосновано. Слабость его в недооценке реакций химического взаимодействия. Внесение хлористого кальция приведет к возникновению обменных реакций:



Резервы  $MgSO_4$  и  $Na_2SO_4$  в воде Восточного Балхаша для обменных реакций с  $CaCl_2$  очень велики, а растворимость  $CaSO_4$  невелика. Но все же она примерно в 7 раз выше растворимости  $CaCO_3$  и составляет при  $18^\circ$  2.02 г/л воды, что соответствует 2.34 мг-экв. Ca. Вносить  $CaCl_2$  в Восточный Балхаш можно только с таким расчетом, чтобы образующийся при реакциях взаимодействия между солями  $CaSO_4$  не превышал точки насыщения. Но еще лучше в этом случае вносить не  $CaCl_2$ , а более дешевое вещество —  $CaSO_4$ . В результате диссоциации в воде  $CaSO_4$  вода будет обогащаться  $Ca^{++}$ , нейтрализующим ядовитое действие избытка  $Na^+$ ,  $K^+$  и  $Mg^{++}$ .

Гипотеза В.В. Петрова тоже имеет под собой достаточно оснований. Притоки, прежде чем влить свои воды в Балхаш, дробятся по тростниковым тугаям и пойменным озерам, богатым мягкой и жесткой растительностью. Макрофиты дельт в значительной степени перехватывают сток биогенов в Балхаш.

Уровень трофии озер, как известно, в первую очередь зависит от обеспеченности биологического круговорота биогенами. Поскольку сток биогенов с водосбора перехватывает воздушно-водная растительность, то остается один выход — внести недостающие из них непосредственно в озеро. Нормы и принципы удобрения озер разработаны (Абросов, 1967). Площади важнейших плесов Балхаша не должны смущать. Известны опыты удобрения даже морских заливов.

Что может дать удобрение Балхаша? Прежде всего повышение первичной продукции в виде фитопланктона. Осаждение отмерших особей фитопланктона поведет к обогащению органикой илов, что повысит их кормность для организмов бентоса и маринки. Минерализация органики увеличит поступление в водные массы  $CO_2$ . Кальцит и доломит под действием  $CO_2$  будут превращаться в хорошо растворимые бикарбонаты. Но, с другой стороны, вспышка цветения, вызванная внесением удобрений, может усилить декальцинацию воды в летний период. Очевидно, чтобы избежать такого нежелательного явления, минеральные удобрения целесообразно вносить осторожно в Западный Балхаш, следя за тем, чтобы pH воды не превышал 8.4.

В Балхаше садка кальцита и доломита была бы невозможна, если б ежегодно образовывался некоторый избыток органического вещества, при минерализации которого выделение  $CO_2$  превышало бы скорость декальцинации и ухода кальция в донные осадки. Для реализации данного предложения Балхаш нуждается в углубленном изучении биотического круговорота в отношении продукции и деструкции органических веществ. Следует глубже изучить видовой состав целого ряда систематических групп, участвующих в круговороте веществ.

Кроме того, биопродуктивность Балхаша подлежит изучению в энергетическом аспекте на всех трофических уровнях. Это дает возможность в универсальных единицах энергии (калориях и квантах) изучить баланс живого вещества в виде продукции и деструкции в разных гидрологических районах и для озера в целом (Абросов, 1970).

В рыбоводном плане биологические основы рационального рыбного хозяйства на Балхаше впервые правильно наметил В.И. Мейснер (1916). Он говорил, что балхашское рыбное хозяйство может развиваться и упрочняться путем акклиматизации ценных промысловых рыб. Дорога в этом направлении, как писал В.И. Мейснер (1916), указана уже самой природой — проникновение в бассейн Балхаша сазана; для этого бассейн, равно как и для соседнего, Алакольского, эта рыба несомненно является наиболее подходящей и имеющей все шансы на успешное и обильное развитие, особенно, если принять во внимание отсутствие в этих бассейнах рыб-конкурентов.

Взгляды рыбоводов на сазана сейчас самые положительные. Из всех озерных рыб он использует донный корм наиболее полно, давая хороший прирост. Лучшим спутником для сазана является судак, являющийся идеальным хищником для рационального озерного хозяйства в тепловодных озерах. Грубой рыбоводной ошибкой была посадка в Балхаш сома. По данным Т.И. Анциферовой (1966), в 1957 г. вместе с судаком в Балхаш из Арала был завезен сом в возрасте от 2 до 6 лет в количестве 23 особей. Сом в Балхаше акклиматизировался и стал уничтожать промысловых рыб: сазана, леща, маринку, окуня и губача. В отличие от судака сом представляет опасность для производителей таких рыб как сазан, лещ, судак и маринка, уже представляющих товарную ценность. Для Балхаша сом, как хищник, превратился в „потребляющий капитал“.

Поскольку все кормовые ресурсы донной области желательнее целиком предоставить сазану, то истребление судаком мелкого балхашского окуня, губача, излишней молоди леща и сазана следует считать явлением положительным, направленным против перенаселения и способствующим улучшению кормовой базы для сазана и леща. Следует помнить, что в озерных хозяйствах, ведущихся на ценных рыбах, плотность рыбного населения должна быть ниже, чем в хозяйствах, дающих улов из малоценных рыб.

Термические условия Балхаша делают его пригодным для развития теплолюбивых рыб, обитающих на обширных и хорошо прогреваемых мелководьях. Результаты посадок подтвердили указания Балхашской экспедиции 1929–1931 гг. о возможности улучшения продуктивности озера путем посадки в него судака вместо ни на чем не обоснованных попыток разведения чудского сига, лудог и ряпушки, осуществляемых рыбохозяйственными организациями, как говорил Домрачев, вопреки всякому здравому смыслу (Домрачев, 1940б).

В отношении акклиматизированного в озере леща существовали и существуют некоторые опасения. По мнению В.В. Петрова (1940а), лещ имеет шансы размножиться, но будучи конкурентом сазана, он может в значительной степени оттеснить последнего. В некоторых озерах Псковской области лещ настолько интенсивно размножается, что взрослым лещам недостает корма и они превращаются в медленно растущих „сухоробриков“, весьма осложняющих установление минимального промыслового размера в правилах рыболовства. Такая же опасность существует в Балхаше. По данным Е.В. Бурмакина (1956а), коэффициент упитанности леща в Балхаше оказался таким же, как у тугорослого камышового леща в Аральском море.

Комплекс акклиматизируемых в Балхаше рыб должен соответствовать принципу поликультуры в рыбоводстве. В этом плане к местным бентофагам (сазану и лещу), илофагу (маринке), временным потребителям зоопланктона (молодь всех рыб) следует еще добавить для потребления макрофитов белого амура и для потребления фитопланктона – толстолобика. Вопрос об использовании зоопланктона зоопланктонофагом уже получил стихийное разрешение. В Балхаш без достаточных оснований был посажен серебряный карась. Карась акклиматизировался и иногда образует гибриды с сазаном (Серов, 1966). Вопрос о целесообразности посадки других теплолюбивых зоопланктонофагов (синца, чехони и др.) остается открытым. Еще не ясно, в какой мере продукцию зоопланктона в открытой части озера использует серебряный карась. В последние годы в уловах появились вобла и жерех. При рациональном ведении рыбного хозяйства Балхаш может давать уловы рыбы в 20–25 кг/га. П.Ф. Домрачев (1930а) на основании многолетних исследований озера возможные уловы определил в 300 тыс.ц. В.В. Петров (1940а) возможный улов указывает равным 240–304 тыс.ц. Улов в 300 тыс.ц при достаточной интенсификации промысла мы считаем реальным.

Разработка и внедрение предложений по увеличению первичной продукции, обогащению фауны беспозвоночных и рыб, а также по правильному регулированию воспроизводства рыбных запасов в перспективе может привести к поднятию рыбопродуктивности Балхаша до 30 кг/га и, соответственно, возможный улов до 500 тыс.ц.

## 2. ВОДОСНАБЖЕНИЕ

Среди всех прочих задач регулирования водных ресурсов большинство исследователей на первое место ставит водоснабжение, которое разделяют на коммунальное и промышленное (Фортунатов, 1967). Около Балхаша выросли крупные города и многочисленные поселки, нуждающиеся в чистой воде. Острота водной проблемы для промышленности определяется огромными размерами ее потребления. Для производства одной тонны готовой продукции требуется затратить следующее количество воды: при выплавке черновой меди – 500 м<sup>3</sup>, при выплавке чугуна – 130 м<sup>3</sup>, волокна лавсана – 1000 м<sup>3</sup>, вискозы – 1200 м<sup>3</sup>, искусственного каучука – 2000 м<sup>3</sup>, капрона – до 5000 м<sup>3</sup> (Фортунатов, 1966). Огромные потребности в воде испытывают развивающиеся по берегам Балхаша отрасли сельского хозяйства.

Над Балхашем выпадает 91–92 мм осадков в год, а испаряется воды около 900 мм, и даже, по некоторым расчетам, до 1400 мм. Дефицит в воде не всегда компенсируется речным стоком. Реки несут в Балхаш около 15 км<sup>3</sup> воды в год (Сапожников,

1954). Сток рек — это тот резерв, от правильности планирования использования которого зависит жизнь населения и всех отраслей народного хозяйства Прибалхашья. Во впадине Балхаша есть и пластовые напорные воды, но количество их невелико. Бурением в 1913 г. они найдены на глубине около 50 м в бассейне р.Тансык, а в 1929 г. — на глубине 15–25 м в 25–30 км к северо-востоку от Илийска и в других местах (Терлецкий, 1931; Русаков, 1931; Лилейко, 1932; Болуховский, 1935; Куниц, 1935).

Местное население в Западном Балхаше для коммунальных целей берет воду непосредственно из озера. В пос.Рыбтреста, где вода более осолонена, зимою производится заготовка льда, которым в теплое время года снабжается население для питьевых целей. Около пос.Рыбтреста развито поливное бахчеводство, основанное на подаче мотопомпами воды из Балхаша по водопроводу на бахчи. Несмотря на выпадение из воды в осадок карбонатов, по бортам сточных канавок образование выцветов солей не препятствует росту дынь и арбузов.

В Прибалхашье спрос на воду может увеличиться при энергичном развитии животноводства. Кормовые ресурсы Прибалхашского сельскохозяйственного комплекса В.Ф. Червинский (1959) определяет в 25229 тыс.га пастбищ и 684 тыс.га сенокосов. Средняя урожайность первых — 3.2 ц/га, а вторых — 9.3 ц./га. Запас кормовых единиц пастбищ Прибалхашья заключает 25680 тыс.ц., а сенокосы — 2694 тыс.ц. Ведущей отраслью животноводства может быть овцеводство, в полупустыне — коневодство и в пустыне — верблюдоводство. Согласно В.Ф. Червинскому (1959), в основу должно быть положено экстенсивное животноводство. Кочевое хозяйство неизбежно сталкивается с недостатком весенних кормов из-за отсутствия эфемеров. Необходима мелиорация пастбищных земель с целью увеличения их продуктивности и введения новых кормовых растений из родственных пустынь мира. А это означает, что экстенсивная форма хозяйства неизбежно должна получить элементы интенсификации. С.П. Сулов (1954) для усиления кормовой базы предлагает силосование грубых кормов и травосеяние, особенно люцерны.

Высокая температура лета и продолжительный безморозный период обеспечивают возможность развития ценных сельскохозяйственных культур — риса, люцерны и, быть может, скороспелых сортов хлопчатника (Сулов, 1954). Устройство оросительной системы в дельте Или и других притоков откроет перспективы для рисосеяния и бахчеводства (Букинич, 1931). В дельте Или рядом с Балхашем за поясом рогоза располагаются пастбища, на которых пасутся коровы, а далее — бахчи. Еще недавно здесь везде рос рогоз и тростник, о чем свидетельствуют остатки их корней в почве. В связи с отступлением воды и общим понижением уровня Балхаша заросли рогоза и тростника сначала были вытоптаны скотом, а затем превращены в бахчи. Поскольку уровень грунтовых вод еще не глубоко ушел в землю, такие бахчи обходятся без искусственной поливки.

Хозяйственная эксплуатация 15 км<sup>3</sup> пресной воды, поступающей в Балхаш и спасающей его от быстрого высыхания, не может быть специализированной лишь в одном из перечисленных выше направлений, а должна быть многоотраслевой. В этом плане над Балхашем нависла большая опасность — планирование использования воды в первую очередь для ирригационных целей Илийского хозяйственного комплекса, связанного с постройкой плотины Канчагайского водохранилища (объем воды 28 млрд м<sup>3</sup>) на р.Или. Огромный расход пресных вод до поступления их в Балхаш приведет к дальнейшему снижению уровня Балхаша, его быстрому осолонению и падению значения озера для всех прочих отраслей народного хозяйства Прибалхашья.

### 3. ВОДНЫЙ ТРАНСПОРТ

Наличие огромной водной поверхности, вытянутой на протяжении 595 км среди пустынь и полупустынь, очень трудных для транспорта, весьма важно для организации дешевого и удобного сообщения по воде. Транспортное значение Балхаша еще более возрастет, если учесть, что имеются значительные перспективы для развития различных отраслей хозяйства в Прибалхашье. Балхаш богат рыбой, залежами солей по южному берегу, саксауловыми лесами среди песков Сары-Ишикотрау, некоторыми минералами в варисских интрузиях и т.д. (Наковник, 1931; Русаков, 1933). Благода-



ря Балхашу сходятся судоходные пути большого района, в котором водный транспорт надолго явится единственным, обеспечивающим возможность использования природных богатств обширной области.

В настоящее время еще далеко неполно используется преимущество водных путей. Первая батиметрическая карта озера составлена П.Ф. Домрачевым, а позже была переработана С.П. Суловым (1954). Первая лоция была составлена Е.В. Романенко по материалам экспедиции 1928–29 гг. Среднеазиатского управления речного транспорта.

Плавание по Балхашу имеет свою специфику. В озере часто изменяется уровень на общем фоне прогрессирующего усыхания (Абросов, 1962). Карты глубин и лоции систематически необходимо обновлять. В Западном Балхаше колебательные движения воды при ветрах достигают дна, а поэтому волны имеют острые гребни. Западный Балхаш является сравнительно широким водоемом с чрезвычайно изрезанной береговой линией. Восточная половина озера при длине 304 км, ширине – от 6 до 12 км имеет глубины в узких местах от 6 до 12 м. Эта часть озера отличается более простым характером берегов.

Штормы на Балхаше бывают часто. Благодаря мелководности водоема они переносятся хуже, чем на Байкале или Северном Каспии. Летом шторм часто возникает, когда небо не только без туч, но даже без единого кучевого облака, при палящих лучах солнца. Особое значение имеет вопрос о возможности отстоя судов во время штормов. Обеспечение безопасности плавания требует обнесения опасных мест лоцманскими знаками. Все это крайне необходимо. Для многих населенных пунктов Балхаш является единственным путем сообщения, связывающим население с внешним миром.

#### 4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕРЫБНЫХ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ БАЛХАША

Запасы солей. Как уже указывалось, парадокс существования почти пресноводного озера среди пустынь объясняется тем, что по южному берегу озера очень много лагун, испаряющих воду Балхаша. Эти лагуны имеют рапу, осаждающую соли различного состава. Со временем лагуны превращаются в сухие озера и геологические залежи солей. Исследования соляной лаборатории Академии наук СССР показали, что запасы в южном Прибалхашье одной только поваренной соли достигают 1460000 т. Имеется большое количество также других солей (Корф и Еловская, 1936; Посохов, 1949, 1955).

Использование балхашита. Балхашит, или элатерит, – особая вислообразная горючая масса, относящаяся к углеводородам. Образуется он в результате битуминизации сапропеля путем обогащения первичной органической массы углеродом, обеднения кислородом при неизменном содержании водорода в условиях заноса песками лагун и заливов. Балхашит содержит углерода – 74,3, водорода – 11,6, серы – 1,5, кислорода – 8,6, азота – 1,0 и золы – 2,8% (Эберлинг, 1915). Из балхашита можно получать вазелин, смазочные масла и многие другие химические продукты, обычно получаемые при переработке нефти (Зелинский, 1920, 1926). Наибольшие залежи балхашита его исследователи указывали на побережье зал.Алаколь и по южному берегу Западного Балхаша. Залив Алаколь то пересыхает, то вновь обводняется, образуя зеркало воды в 372,5 км<sup>2</sup>. В нетронутном состоянии балхашит лежит прерывистыми пластами на бичевнике длиной до 10 м и шириной 1–1,5 м (Эберлинг, 1915; Штурм, 1932, 1934; Сазонов, 1931). Запасы балхашита в значительной степени уничтожены. Уже П.Ф. Домрачев (1935а) не нашел сколько-нибудь значительных промышленных запасов для переработки. На берегах зал.Алаколь балхашит в значительной степени использован, но, возможно, значительные запасы его погребены под слоем песка.

Растительное сырье. В тугайных оазисах дельты имеются огромные запасы *Phragmites communis*, неправильно называемого на Балхаше „камышом“. Участки возможной добычи тростника хорошего качества исчисляются многими сотнями квадратных километров. Использование камышитового материала позволит ежегодно получать большое количество картона, бумаги и изделий из жесткой воздушно-водной

растительности. В отличие от тугаев долины Амударьи в прибалхашских тугаях сахарный (*Saccharum spontaneum*) и испанский тростник (*Arundo donax*) не найдены, но, вероятно, могут также произрастать.

Сахарный тростник относится к семейству Gramineae, объединяющему 130 видов, четыре из которых возделываются и одновременно встречаются в диком состоянии, а пятый — только в культурном. На протяжении тысячелетий возделывается только один вид — *Saccharum officinarum* L., в диком состоянии неизвестный и неспособный к одичанию. П.М. Жуковский (1964) считает, что современный сахарный тростник представляет собой полигибридную группу (*S. officinarum* + другие виды). Обширный ареал имеет только один вид — *S. spontaneum* L. Проблема разведения в дельтах балхашских рек сахарного тростника исключительно заманчива и может быть разрешима путем гибридизации *Saccharum officinarum* с *S. spontaneum*.

В России попытки к возделыванию сахарного тростника производились в XIV, XVIII и XIX вв. на Нижней Волге, в Закавказье и других местностях. В Советский период был поднят вопрос о возделывании сахарного тростника со специальной целью — производства отечественного рома, который обычно готовится из мелассы сахарного тростника. Удачные опыты были проведены в долине Вахша, а также в Денау, Шаартуза, Пархара и Курган-гюбе (Жуковский, 1964). Аналогичные опыты целесообразно поставить в оазисах Прибалхашья. Посадка производится черенками, которые зимой хранятся в вентилируемых траншеях. Культура однолетняя.

Промысловая охота. Вдоль береговой полосы Балхаша проходит важный путь пролета птиц, открытый Н.А. Северцовым (1873), И.Д. Долгушин (1947) и В.Н. Шяинников (1949) на пролете видели 49 видов птиц. На мелководьях останавливается значительное количество уток, но отсутствие укрытий лишает охотников возможности подходить незамеченными. Главные районы охоты на Балхаше сосредоточены в тугаях дельт и его притоков. В тугаях много озер и разливов многолетнего затопления, заросших тростником, рогозами и другой воздушно-водной растительностью. Здесь встречаются ондатра, кабаны, фазаны и многочисленные водоплавающие птицы. Сюда же на водопой из степей, полупустынь и пустынь приходят крупные животные. В прошлом столетии в низовьях Аягуза на водопой подходили стада куланов (*Equus hemionus* Pall.) до 1000 голов (Никольский, 1887). Сейчас самым многочисленным крупным зверем в тугаях является кабан (*Sus scrofa nigripes* Blauf.).

В пос. Ко-куль автор встречал поселившегося там лахтинского охотника, который в послевоенные годы добывал в осенний период из-под своры собак по 50–60 кабанов за сезон. Около Или и в тугаях Алакольских озер, кроме кабана, встречается илек (*Corptolus carpreolus pigargus* Pall.) и на северном берегу Балхаша — сайгак (*Saiga tatarica* L.). Главным пушным животным придельтовых тугаев является ондатра (*Ondatra zibethica* L.), до войны акклиматизированная в Казахстане. В 1935–1936 гг. в дельте Или было выпущено 818 ондатр (Слудский, 1948). Балхашское ондатровое хозяйство за сезон 1951/52 г. добыло 525.975 ондатр, и еще осталось достаточное количество зверьков для воспроизводства их поголовья (Страутман, 1963). Для оценки численности ондатры Балхашское хозяйство получило точные данные площадей угодий, пригодных для обитания этого грызуна. Дешифровка и вычисление площадей проведены были Б.К. Штегманом (1947, 1948). Общая численность семей ондатры в Балхашском промхозе достигала 54 800 голов, при следующей численности семей зверьков на угодьях его отделений: Алаколь — 14 500, Карой — 14 700, Орак-Балча — 11 500, Куйган — 6400, Кок-узек — 5200, Ак-Дача — 2500 штук.

Колебания численности ондатры в дельте р. Или, по Б.К. Штегману (1946), связаны в основном с изменением площадей и наличием участков, пригодных для существования этих грызунов во время их весеннего расселения. В исключительно мало-водные вёсны, когда акватория водоемов очень невелика, миграции ондатры особенно широки, и в процессе их масса зверьков погибает, не найдя для жизни подходящих мест.

Объектами охотничьего хозяйства в Прибалхашье, помимо ондатры, могут быть кабан и илек в районе дельты Или и тугаев Алакольских озер, сайгак на северном берегу и кулан на южном, фазан в дельте Или. Опыт США показал, что хорошее

ондатровое хозяйство по доходности с гектара стоит выше, чем любые пахотные земли (Слудский, 1948).

Планомерный отстрел крупных животных целесообразно организовать по платным лицензиям по примеру африканских государств. Для учета численности поголовья животных необходимо использовать самолет типа ЯК-12 и вертолет. Затраты компенсируют результаты наблюдений – возможность иметь ясную картину численности и устанавливать обоснованные планы отстрела.

## 5. РЕКРЕАЦИОННОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАЛХАША

Балхаш для туризма, водного спорта, спортивного лова рыбы и спортивной охоты почти не используется. Всем этим видам спорта на Балхаше должны предшествовать определенные организационные мероприятия.

Путешествуя по Балхашу, турист может ознакомиться с ландшафтами глинистых, песчаных и каменистых пустынь, а также их флорой и фауной. В бассейне Аксу можно увидеть, как ковыльно-типчачковая степь к востоку сменяется ковыльно-разнотравной. Особый интерес представляют тугаи – эти неповторимые сочетания лесов и пресной воды среди пустынь. Когда зацветает гребенщик (*Tamarix ramosissima* и др.) тугаи одеваются в красочный убор из розовых, красных, фиолетовых и белых цветочных кистей. Долинные тугаи рек Или, Лепсы и Аягуза ряд деревьев, чуждых южным тугаи, придает своеобразные черты. Весною в тугаих слышно пение туркестанского соловья (*Luscinia megarhynchos hafisi* Sev.) и нашего северного соловья (*Luscinia luscinia* L.). В них можно увидеть наряду с обыкновенными розовых скворцов (*Pastor roseus* Temm), пеликанов (*Pelicanus onocrotalis* L.), белых цапель (*Egretta alba alba* L.), фазанов (*Phasianus colchicus mongolicus* Brandt), ремезов (*Remiz* sp. sp.), усатых синиц (*Parus biarmicus russicus* Brehm), степных череплах (*Monticola harsfieldii* Gray) и других животных.

Значительный научно-познавательный интерес для туристов представляет Балхашский ботанический сад, разводящий растения наших и зарубежных пустынь. Любители спортивной ловли рыбы могут ловить маринки, напоминающих по своей красоте форелей, балхашских белых окуней и сазанов. Для спортивной охоты наибольший интерес представляет охота по лицензиям на кабанов и фазанов. Охота на уток на дельтовых озерах не представляет спортивного интереса. Их здесь так много, что добыча их – не спорт, а парковое убийство.

Для лиц, переносящих летний зной пустынь, поездка на Балхаш может иметь бальнеологическое значение. На п-ове Бертыс имеются лечебные грязи (Посохов, 1949). Лечебное значение имеет и балхашская вода: благодаря особенностям солевого состава она действует на тучных людей не хуже известной карловарской гейзерной воды.

Наиболее рациональной формой освоения водных ресурсов озера является многоотраслевое их использование в интересах всех направлений развития народного хозяйства, соблюдением принципа постоянства пользования.

## ЛИТЕРАТУРА

- Аболин Р.И. От пустынных степей Прибалхашья до снежных вершин Хантеягри. Геоботанич. и почвенное описание южной части Алма-атинского округа, ч. 1. Изд. НКЗ КАССР и инст. Почвоведения, 1930.
- Абрамович. Описание озер и рек Семиреченской и Семипалатинской областей. Вестн. рыбопромышленности, т. 4, № 6-7, 1889.
- Абрамов Н.Н. Река Каратал и ее окрестность. Зап. РГО по общей географии, т. 1, СПб, 1867.
- Абросов В.Н. Гетерохронность периодов повышенного увлажнения гумидной и аридной зон. Изв. ВГО, т. 94, вып. 4, 1962.
- Абросов В.Н. Сущность процесса дистрофикации озер и методы борьбы с ним. В кн.: Рыбное хозяйство внутренних водоемов СССР. М. Изд. АН СССР, 1963 а.
- Абросов В.Н. Теоретические предпосылки преобразования кислородных озер в эвтрофное состояние. Изв. ГосНИОРХ, т. 55, 1963 б.
- Абросов В.Н. Некоторые проблемы типологии озер. В кн.: Круговорот вещества и энергии в озерных водоемах. М., изд. „Наука“, 1967 а.
- Абросов В.Н. Проблема удобрения озер и связанные с ней вопросы. Изв. ГоИНИОРХ, т. 64, 1967 б.
- Абросов В.Н. О понятии „тип озера“. В кн.: Гидробиология и рыбное хозяйство внутренних водоемов Прибалтики. Таллин, изд. „Валгус“, 1969 а.
- Абросов В.Н. Определение промыслового оборота в природных водоемах. Вопр. ихтиол., т. 9, вып. 4 (57), 1969 б.
- Абросов В.Н. Некоторые проблемы круговорота энергии и вещества в озерах. Тр. инст. экологии растений и животных, вып. 72, Свердловск, 1970.
- Абросов В.Н. Зональность геологического круговорота энергии и вещества в озерах. В кн.: Круговорот веществ и энергии в озерных водоемах, вып. 2. Новосибирск, изд. „Наука“, 1973.
- Абросов В.Н. и Бауэр О.Н. О разведении белого амура в СССР. Вопр. ихтиол., вып. 3, 1955.
- Агеенко В. Заметки о растительности Прибалхашских степей. Ботанич. зап., 1887.
- Алекин О.А. Гидрохимия рек СССР. Тр. ГГИ, т. 3, вып. 15 (69), 1949.
- Амосов П.Г. Доклад Семипалатинскому областному продовольственному комитету о поездке на оз. Балхаш в 1917 г. Семипалатинск, 1917.
- Аносов А.А. Баканас-Токраунский водораздел и северное побережье Балхаша. Отчет за 1912-1913 гг. Отд. земельн. улучшений Министерства Земледелия. Пгр., 1916 а.
- Аносов А.А. Гидрогеологическое описание юго-западной и южной частей Каракалинского уезда в 1912-1913 гг. Пгр., 1916 б.
- Анциферова Т.И. Балхашский сом. Рыбн. хозяйство, № 12, 1966.
- Ахмеров О.Х. Паразитофауна рыб озера Балхаш. Уч. зап. ЛГУ, № 74, сер. биол., 18; 1941.
- Бабков И.Ф. О ходе топографических исследований озера Балхаш. Зап. РГО по общей части географии, т. 1, 1867.
- Багров Л.С. Карты Азиатской России. Пгр., 1914.
- Балхашская экспедиция. Зап. воен.-топографич. отд. главн. штаба, т. 62, 1, 1906.
- Белослюдов Б.А. и Батаков В.С. Новый вид и род грызунов из Центрального Казахстана. Уч. зап. Казахск. ГУ, т. 1, вып. 1, 1939.

- Белоусов В.В. Основные вопросы геотектоники. М., Госгеолотехиздат, 1954.
- Бенцелович Н.А. Озеро Балхаш. Река Или. Матер. по описанию русских рек, вып. У, 1913.
- Берг Л.С. Из экспедиции на оз. Балхаш. Изв. РГО, т. 39, вып. 9, 1903.
- Берг Л.С. Доклад 24 октября 1903 г. в Туркестанск. отд. РГО о результатах исследования Балхаша. Туркестанские ведомости: № № 93, 95, 100, 103 - 1903 и № 2 - 1904 а.
- Берг Л.С. Предварительный отчет об исследовании озера Балхаш летом 1903 г. Изв. РГО, т. 40, вып. 4, 1904 б.
- Берг Л.С. Заметки о рыболовстве в водах Семиреченской области. Русское судходство, № 5, 1905.
- Берг Л.С. Сообщение о ходе и результатах Балхашской экспедиции. Изв. Туркестанск. отд. РГО, т. 7, Протоколы, 1907.
- Берг Л.С. Аральское море. Изв. Туркестанск. отд. РГО, т. 5, 1908.
- Берг Л.С. *Molge vulgaris* (L.) с берегов Балхаша. Русск. гидробиол. журн., т. 2, 11/12, 1922.
- Берг Л.С. Современное состояние уровня крупнейших озер. Тр. П Всесоюз. гидрологич. съезда, т. 2, 1929.
- Берг Л.С. Природа СССР. М., Географгиз, 1955.
- Берг Л.С. Разделение территории Палеарктики и Амурской области на зоогеографические области на основании распространения пресноводных рыб. Избранные труды, т. 5. М., изд. АН СССР, 1962.
- Берг Л.С. и Игнатов П.Г. О колебаниях уровня озер Средней Азии. Изв. РГО, т. 36, вып. 1, 1900.
- Берг Л.С. и Иванова-Берг М.М. Тигры в Средней Азии. Природа, № 6, 1951.
- Берг Р.Л. По озерам Сибири и Средней Азии (путешествия Л.С. Берга и П.Г. Игнатова) М., Географгиз, 1955 а.
- Берг Р.Л. Экспедиция Л.С. Берга на озеро Балхаш. Памяти академика Л.С. Берга. М.-Л., Изд. АН СССР, 1955 б.
- Беспалов В.Ф. Джунгаро-Балхашская герцинская геологическая провинция. В кн.: Вопр. геологии Азии. М., Изд. АН СССР, 1954.
- Беспалов В.Ф. Средний палеозой Джунгаро-Балхашской интрагеосинклинали. Сов. геология, 52, 1956.
- Бируля А. Скорпионы и сольпуги, собранные Л.С. Бергом на берегах Аральского моря и оз. Балхаш. Научн. результ. Аральской экспед., вып. 7, 1907.
- Бирштейн Я.А. и Беляев Г.М. Действие воды озера Балхаш на Волго-Каспийских беспозвоночных. Зоол. журн., т. 25, вып. 3, 1946.
- Бичурин Н.Я. (Иакинф). Собрание сведений о народах, обитавших в Средней Азии в древние времена. т. 1-III, М.-Л., 1950-1953.
- Богданов А.А. Палеозойские тектонические структуры южной части Карагандинской области и Чу-Балхашского водораздела. В кн.: Тектоника СССР, т. 1. М., Изд. АН СССР, 1948.
- Болуховской Н.Ф. Гидрогеологические условия южной половины трассы южно-казахстанской железной дороги. Разведка недр, № 17, 1935.
- Большев Н.Н. Распределение водорослей в профиле некоторых почв пустынной зоны. Вестн. ЛГУ, № 8, 1947.
- Бондарчук В.Г. Основы геоморфологии. М., Учпедгиз, 1949.
- Борисяк М.А. Стратиграфия силура южной окраины Карагандинского бассейна и Северного Прибалхашья. В кн.: Труды Совещания по унификации схем допалеозоя и палеозоя Восточного Казахстана, т. 1. Алма-Ата, Изд. АН КазССР, 1960.
- Брагина Е.В. О заражении рыб Камышлыбашских озер паразитическим рачком *Ergasilus sieboldi* Nordmann. Рыбные ресурсы водоемов Казахстана и их использование, вып. 5, Алма-Ата, 1966.
- Букинич Д.Д. Проблема рисосеяния в бассейнах рек Или и Каратала. Нар. хоз. Казахстана, № 3, 1931.
- Бурмакин Е.В. Перспективы улучшения балхашской ихтиофауны. Изв. ГосНИОРХ, т. 37, 1956 а.

- Бурмакин Е.В. Об изменениях в морфологии сазана, акклиматизированного в оз.Балхаш. Зоол. журн., т. 35, 1956 б.
- Бурмакин Е.В. Акклиматизация пресноводных рыб в СССР. Изв. ГосНИОРХ, т. 53, 1963.
- Бурмакин Е.В. и Добровский Г.В. Состояние рыбных запасов озера Балхаш и перспективы увеличения уловов. Изв. ГосНИОРХ, т. 37, 1956.
- Быков В.А. Некоторые наблюдения над редколесьями в долине р.Мал. Или. Бюлл. МОИП, отд. биол., т. 67 (4), 1962.
- Валиханов Ч. Очерки Джунгарии. Зап. РГО, кн. 1-П, СПб, 1861.
- Варпаховский Н. Рыболовство на Балхаше. Вестн. рыбной промышленности, т. 1, вып. 2, 1886.
- Васнецов В.В. Филогения Schizotoracidae (нагорно-азиатских карповых). Тр. Инст. морфологии животных АН СССР им. Северцева, вып. 2, 1950.
- Вахрамеев В.А. Стратиграфия среднекаменноугольных отложений Северо-Восточного Прибалхашья (Казахстан). Изв. АН СССР, сер. геол., № 4, 1940.
- Вахрамеев В.А. Геологические исследования в Северо-Восточном Прибалхашье. Бюлл. МОИП, отд. геол., 19, вып. 1-2, 1941.
- Венюков М.И. О высыхании озер в Азии. Тр. VIII съезда русских естествоиспытателей и врачей, СПб, 1890.
- Верещагин Г.Ю. Лимнология и пути ее современного развития. - В кн.: Исследование озер СССР, вып. 1. М.-Л., Изд. ГГИ, 1932.
- Верещагин Г.Ю. Байкал. Иркутск, 1947.
- Вернадский В.И. О значении радиогеологии. Избр. соч., т. 1, 1954.
- Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М., изд. „Наука“, 1965.
- Вершинин Н.В. Питание балхашского губача (*Nemachilus strauchi*). Изв. Естеств.-научн. инст. Пермского ГУ им. А.М. Горького, т. 8, вып. 2-3, 1951.
- Вислоух С.М. О распространении в оз.Балхаш ботриококкового сапропеля. Нефтяное и сланцевое хозяйство, № 9-12, М.-Пгр., 1920.
- Водовозов С.А. Совещание по изучению озера Балхаш. Изв. АН СССР, сер. геогр., № 2, 1956.
- Воейков А.И. Климатические условия ледниковых явлений, прошлых и настоящих. Избр. соч., т. 3, М., Изд. АН СССР, 1952.
- Воробьева Н.Б. Акклиматизация кормовых беспозвоночных в озере Балхаш и потребление их рыбами. В сб.: Акклиматизация рыб и беспозвоночных в водоемах СССР, Фрунзе, 1972.
- Воробьева Н.Б. и Самонов А.М. *Paramysis Baeri* в озере Балхаш. Рыбные ресурсы водоемов Казахстана и их использование, вып. 5, Алма-Ата, 1966 а.
- Воробьева Н.Б. и Самонов А.М. Значение мизид в питании рыб озера Балхаш. Рыбные ресурсы водоемов Казахстана и их использование, вып. 5, Алма-Ата, 1966 б.
- Воробьева Н.Б., Серов Н.П., Садуакасова Р., Волошина Т.Е. Результаты акклиматизации рыб в озере Балхаш. В кн.: Биологические процессы в морских и континентальных водоемах. Кишинев, 1970.
- Воротников В.С. О рекогносцировке низменности по южному побережью оз.Балхаш, произведенной в 1908 г. по поручению Переселенческого управления. Изв. РГО, т. 55, вып. 4-6, 1909.
- Глаголева Н.П. Испарение с поверхности р.Или по наблюдениям Илийской испарительной станции. Вестн. ирригации, № 8, 1924.
- Гладков Н.А. Опыт перевозки производителей шипа. Рыбн. хоз. СССР, № 3, 1934.
- Горностаев Н.Н. Четвертичные отложения у северных подножий Джунгарского Алатау. Изв. Зап.-сиб. отд. геолкома., т. 9, 1929.
- Городецкий В.О. О появлении сазана в р.Или. Изв. Туркестанск. отд. РГО, т. 12, вып. 1, 1916.
- Горюнова А.И. К биологии Балхашского окуня. Изв. АН КазССР, сер. зоол., вып. 9, 1950.
- Горюнова А.И. Материалы к изучению фауны и флоры дельты реки Или. Сб. работ по ихтиол. и гидробиол. Инст. зоологии АН КазССР, вып. 2, 1959.

Горюнова А.И. и Вайсбург Р.С. К вопросу о воспроизводстве запасов ма-ринки в Балхаш-Илийском бассейне. Рыбные ресурсы водоемов Казахстана и их использование, вып. 5, Алма-Ата, 1966.

Горюнова А.И. и Серов Н.П. Акклиматизация рыб в Казахстане. Тр. совещ. по акклиматизации рыб и кормовых беспозвоночных в 1952 г., М., изд. АН СССР, 1954.

Григорович М.Д. О находке *Dreissensia polymorpha* в террасовых отложениях озера Балхаш. Бюлл. Ком. по изуч. четвертичн. периода, № 4, 1938.

Григорьев А.А. и Личков Б.Л. Основные проблемы геоморфологии Казахстана. В кн.: Казахстан. Вопросы экономического развития во 2-й пятилетке. Л., Изд. СОПС АН СССР, 1932.

Гримм О.А. Рецензия: Никольский А.М. „О фауне позвоночных дна Балхашской котловины“. – Вестн. рыбопром., т. 2, № 8-9, 1887.

Гумилев Л.Н. Гетерохронность увлажнения Евразии в древности. Вестн. ЛГУ, № 6, сер. геогр., 1966 а.

Гумилев Л.Н. Истоки ритма кочевой культуры Средней Азии (опыт историко-географического синтеза). В сб.: Народы Азии и Африки, № 4, 1966 б.

Гуревич М.И. К гидрохимии северо-западной части озера Балхаш. В кн.: Исследование озер СССР, вып. 6. ГГИ, 1934.

Давыдов Л.К. Климат Джетысу. В сб.: Джетысу (Семиречье), вып. 4, Ташкент, 1925.

Давыдов Л.К. Гидрография СССР, ч. II. Гидрография районов. Изд. ЛГУ, 1955.

Дзенс-Литовский Н.А. и Микицкий В.В. Соленые озера Центральной Азии. В кн.: Озера полупустынной зоны, М.-Л., 1963.

Доброхотов В.И. Успехи акклиматизации некоторых промысловых видов рыб в водоемах Казахстана. Изв. АН КазССР, № 63, сер. зоол., вып. 8, 1948.

Доброхотова К.В. Изучение высшей водной флоры и растительности в связи с запросами народного хозяйства. Вестн. АН КазССР, № 3 (23), 1947.

Догель В.А. и Гвоздев Е.В. О желательности упразднения особой Нагорно-Азиатской подобласти в зоогеографии рыб. Изв. АН КазССР, сер. зоол., вып. 4, 1945.

Долгушин И.А. Материалы по фауне птиц Северного Прибалхашья и Казахского нагорья. Изв. АН КазССР, сер. зоол., вып. 6, 1947.

Домрачев П.Ф. Балхашская научно-промысловая экспедиция 1929 г. Изв. Гос. инст. опытно-агрономии, т. 7, № 2, 1929 а.

Домрачев П.Ф. Рыбохозяйственное исследование озера Балхаш в 1929 г. В сб.: Народное хозяйство Казахстана, № 1-2, 1929 б.

Домрачев П.Ф. Что такое озеро Балхаш? Журн. „Голос рыбака“, № 137, 1929 в.

Домрачев П.Ф. Отчет о работе Балхашской научно-промысловой экспедиции в 1929 г. Тр. н.-иссл. ихтиол. инст., вып. 1, 1930 а.

Домрачев П.Ф. Рыбохозяйственная проблема Балхаша. Бюлл. н.-иссл. инст. рыбн. хоз., № 6, 1930 б.

Домрачев П.Ф. О судоходном использовании оз. Балхаш. Журн. „Сов. степь“, № 114, 1931 а.

Домрачев П.Ф. Окончание гидрологических работ Балхашской экспедиции в 1931 г. Изв. ГГИ, вып. 38, 1931 б.

Домрачев П.Ф. Общий план работ Балхашской экспедиции 1930-1931 гг. и его выполнение. В сб.: Исследование озер СССР, вып. 4, 1933 а.

Домрачев П.Ф. Краткий очерк прежних исследований оз. Балхаш и Прибалхашья в связи с работами экспедиции 1928-31 гг. В сб.: Исследование озер СССР, вып. 4, 1933 б.

Домрачев П.Ф. Промыслово-географическое районирование озера Балхаш. В сб.: Исследование озер СССР, вып. 4, 1933 в.

Домрачев П.Ф. Балхаш и Прибалхашье. Алма-Ата, Казахст. краевое изд., 1935 а.

Домрачев П.Ф. Озера Карагандинской области. Изв. ВГО, т. 67, 1935 б.

Домрачев П.Ф. Озеро Балхаш как объект географического изучения и исследовательские работы, проведенные на нем за последнее десятилетие (1928-1939 гг.). Изв. ВГО, т. 72, вып. 6, 1940 а.

Домрачев П.Ф. Материалы по гидролого-гидрохимической характеристике озера Балхаш. Фонды Балхашск. отд. ВНИОРХ, 1940 б.

Дрягин П.А. Система северной части Приильских озер. Фонды Балхашск. отд. ВНИОРХ, 1942.

Ежова А.Д. Результаты исследования зоопланктона озера Балхаш в 1942 и 1943 гг. Фонды Балхашск. отд. ВНИОРХ, 1944 а.

Ежова А.Д. О составе пищи и интенсивности питания балхашских рыб. Фонды Балхашск. отд. ВНИОРХ, 1944 б.

Елпатьевский Н. Пресмыкающиеся и земноводные, собранные Балхашской экспедицией (Л.С. Берга) в 1903 г. на берегах Балхаша и р. Или. Научн. результ. Аральской экспед., вып. 7, 1907.

Ефремов И.А. Палеонтологические исследования в Монгольской Народной Республике. Тр. Монгольск. комисс., вып. 59, М.-Л., изд. АН СССР, 1954.

Жадин Б.Ф. Пути повышения рыбопродуктивности озера Балхаш. Рыбн. хоз. № 10, 1943 а.

Жадин Б.Ф. Балхашский окунь. Фонды Балхашск. отд. ВНИОРХ, 1943 б.

Жадин Б.Ф. О происхождении балхашского окуня (*Perca schrenki* Kessl). ДАН СССР, т. 66, № 3, 1949.

Жадин В.И. Моллюски пресных и солоноватых вод СССР, М.-Л., Изд. АН СССР, 1952.

Жилинский А.А. Отчет о промысловой разведке на озере Балхаш в 1942 г. Фонды Балхашск. отд. ВНИОРХ, 1943.

Жуковский П.М. Культурные растения. М., Изд. АН СССР, 1964.

Закржевский Б.С. К флоре водорослей озера Балхаш. Бюлл. Ср.-Азиатск. ГУ., 19, 1934.

Залесский М.Д. О природе *Pila*, желтых телец богхеда и о сапропеле Алакольского залива оз. Балхаш. Изв. Геолкома, 33, вып. 5, 1914.

Залесский П.К. Краткий отчет хронологической экспедиции по южному берегу озера Балхаш и по рекам Каратау и Или, произведенной в 1903 г. Изв. РГО, т. 40, 64, 1904.

Зальманзон Э.С. К познанию процесса осадкообразования в оз. Балхаш. Бюлл. МОИП, отд. геол. № 5, 1951.

Зелинский Н.Д. О балхашском сапропелите и возможности его использования для технических и промышленных целей. Нефтяное и сланцевое хоз., № 1-3, 1920.

Зелинский Н.Д. О химической природе углеводов, полученных разложением балхашита. Изв. Сапропелевого ком., вып. 3, 1926.

Иванов По южному берегу Балхаша от Лепсы до Аягуза. Туркестанские ведомости от 27 XI, № 95, 1903.

Иванов С.Н. Акклиматизация мизид в озере Балхаш. Рыбн. хоз., № 10, 1961.

Иоганзен Б.Г. Распространение сазана в озере Балхаш. Рыбн. хоз., № 5, 1937.

Каженбаев С.К. и Нюжгиров А.М. Рыбная промышленность Казахстана (статистический справочник). М., Пищепромиздат, 1968.

Калесник С.В. Геологические и геоморфологические наблюдения на северном склоне Джунгарского Алатау. Изв. РГО, т. 14, вып. 3, 1933.

Карабасников М. Площадь озера Балхаш. Изв. ГГИ, № 8, 1924.

Карпевич А.Ф. Влияние солевых условий на выживание дрейсен Северного Каспия. ДАН СССР, т. 56, № 3, 1947.

Карпевич А.Ф. Выживание, размножение и дыхание мизиды *Mesomysis kowalevskyi* (*Paramysis lacustris kowalevskyi* Czen.) в воде солоноватых водоемов СССР, Зоол. журн., т. 37, вып. 8, 1958.

Картыков А. Северный и западный берег озера Балхаш. Туркестанск. ведомости, № 82 и 84, 1903.

Картыков А. Озеро Балхаш. Топогр.-геодез. журн., № 3, 1912.

Касаткин И.И. Некоторые соображения по поводу озера Балхаш. Пробл. физ. геогр., вып. 8, 1939.

Кассин Н.Г. Гидрогеологический очерк Илийского бассейна. Тр. Главн. геол.-развед. упр., вып. 3, М.-Л., 1930.

Кассин Н.Г. О древних долинах в Казахстане. Пробл. сов. геол., 1, 1936.

Кассин Н.Г. Материалы по палеогеографии Казахстана. Алма-Ата, Изд. АН КазССР, 1947.



- Квасов Д.Д. Возможные причины геологической молодости оз.Балхаш. Изв. ВГО, т. 91, вып. 6, 1959.
- Кесслер К.Ф. Сообщение о рыбах озер Ала-куль и Балхаш, привезенных доктором Шренком и И.М. Поляковым. Тр. СПб. общ. естествоиспыт., т. 9, отд. 1, 1878.
- Киселев И.А. Данные о фитопланктоне оз.Иссык-Куль. Зап. ГГИ, т.7, 1932.
- Киселев И.А. К сведениям о флоре водорослей оз.Балхаш. Уч. зап. ЛГУ, сер. биол. наук, вып. 29, 1951.
- Кленова М.В. Механический состав морских осадков. Сов. геол., № 18, 1947.
- Книпович Н.М. Гидрология морей и солоноватых вод. М.-Л., Пищепромиздат, 1938.
- Колосков П.И. Агроклиматическое районирование Казахстана. М.-Л., Изд. АН СССР, 1947.
- Коншин В.Д. Метаморфизация воды оз.Балхаш, ДАН СССР, т. 48, № 5, 1945.
- Копылов Н.А. Материалы по гипсометрии Казахстана. Матер. ОКИСАР АН СССР, вып. 15, 1927.
- Корженевский Н. Озеро Балхаш по новейшим картографическим данным. Бюлл. Средн-Азиатск. метеорол. инст., 4, 60, Ташкент, 1930.
- Корнеев А. Река Или и Прибалхашье. Ежегодн. Отд. земельн. улучшений, 1911.
- Коровин Е.П. Бетпак-Дала как особый тип пустыни. Тр. Средн.-Азиатск. ГУ., сер. VIII, вып. 27, 1935.
- Коровин Е.П. Растительность Средней Азии и Южного Казахстана, кн. 1, 1960; кн. 2, 1962, САОГИЗ, Ташкент.
- Корф Д.М. и Еловская Л.В. Прибалхашские соляные озера. Тр. соляной лаборатории АН СССР, вып. 11, 1936.
- Костенко Н.Н. К истории Балхаша. Изв. Каз. фил. АН СССР, сер. геол., № 8 (26), 1946.
- Костин Н.Н. Ядовитость маринок. Вопр. ихтиол., вып. 1, 1953.
- Котельников Д. Аральско-Балхашская экспедиция. Зап. по гидрографии, т. 45, 1922.
- Краснов А.Н. О природе прибалхашской низменности. Краткие сведения (из писем А.Н. Краснова) о поездке на озеро Балхаш. Изв. РГО, т. 22, вып. 5, 1886 а.
- Краснов А.Н. Сведения о поездке на оз.Балхаш. Изв. РГО, т. 22, вып. 3, 1886 б.
- Кузнецов Б.А. Млекопитающие Казахстана. М., 1948.
- Кузнецов В. Озеро Балхаш и река Или. Вестн. РГО, ч. ХУІІІ, 1856.
- Кузнецов И.Д. Несколько литературных данных из областного рыболовства. Рыболовство оз.Балхаш. Вестн. рыбн. пром., т.ІІ, 4-7, 1887.
- Кумпан С.В. Балхашская экспедиция (Угольного института). Изв. Главн. геол.-развед. упр., 50, вып. 7, 1931.
- Куинн В.Н. К характеристике грунтового потока р.Токрау (Северное Прибалхашье). Иссл. подземн. вод СССР, вып. 6, 1935.
- Курдюков К.В. О колебаниях уровня озера Ала-куль. Вопр. географии, сб. 24, 1951.
- Курдюков К.В. Древние озерные бассейны Юго-Восточного Казахстана и климатические условия времени их существования. Изв. АН СССР, сер. геогр., № 2, 1952.
- Лаунгасте Р. Данные об альгофлоре и сезонной динамике водорослей Чудско-Псковского озера. В кн.: Гидробиология и рыбн. хоз. Псковско-Чудского озера. Таллин, 1966.
- Лёб. Ж. Организм как целое с физико-химической точки зрения. М.-Л., ГИЗ, 1926.
- Левшин А. Описание Киргиз-казацких или киргиз-кайсацких орд и степей. Географические известия, ч. 1, СПб, 1832.
- Лилейко А.А. Изыскание источников водоснабжения Прибалхашстроя. Изв. ГГИ, № 43, 1932.
- Литвинов А.А. Почвенный покров низовьев р.Или. Изв. АН КазССР, сер. биология и почвоведение, вып. 2, 1958.
- Лоция оз.Балхаш (составлена Е.В. Романенко под редакцией А.К. Шорыгина по материалам экспедиции Средне-Азиатск. упр. речн. транспорта в 1928-1929 гг.). М., 1932.

- Максунов В.А. Аральский усач в Балхаше. Рыбн. хоз., № 6, 1951.
- Максунов В.А. Сезонные скопления окуна в озере Балхаш. Вопр. ихтиол., вып. 1, 1953.
- Максунов В.А. История вселения рыб в озеро Балхаш. Природа, № 9, 1954 а.
- Максунов В.А. О возможности использования запасов пятнистого губача в оз. Балхаш. Рыбн. хоз., № 2, 1954 б.
- Максунов В.А. К биологии сазана озера Балхаш. Вопр. ихтиол., вып. 5, 1955.
- Макшеев А. Карта Джунгарии, составленная шведом Ренатом во время его плена у калмыков с 1716 по 1733 г. Зап. РГО по общей географии, т. II, СПб, 1888.
- Мануйлова Е.Ф. О зоопланктоне и бентосе озера Балхаш. Фонды Балхашск. отд. ВНИОРХ, 1944.
- Мануйлова Е.Ф. К изучению изменчивости *Cladocera*, Сообщение 1. Изменчивость *Daphnia* оз. Балхаш. Изв. АН СССР, сер. биол., № 5, 1948.
- Маслов Е.П. Некоторые вопросы хозяйственного освоения западного Прибалхашья. Изв. АН СССР, сер. геогр., № 1, 1952.
- Материалы по режиму рек СССР, т. VII. Бассейн Балхаша. М., 1947.
- Мейснер В.Н. Рыбный промысел в Семиречье и его возможное будущее. Матер. по изуч. естеств. произв. сил России, 1916.
- Мережковский К.Д. Диатомовые водоросли Тибета (Монголия и Кам). Тр. экспед. РГО, т. 8, 1906.
- Мефферт Б.Ф. Очерк геологии северного Прибалхашья и побережья Западного Балхаша. Изв. РГО, т. 48, 1912.
- Мефферт Б.Ф. О колебании уровня оз. Балхаш. Изв. РГО, т. 51, вып. 1, 1915.
- Микулин А.Ю. Материалы по фауне *Chironomidae* озера Балхаш. Иссл. озер СССР, вып. 4, 1933.
- Мирошниченко. Астрономические определения, произведенные в Западной Сибири с 1868 по 1878 г. Зап. Военн. топогр. отд. Главн. штаба, ч. 38, 1883.
- Муравейский С.Д. Коллоидно-дисперсные минералы озерных илов. Вопр. географии, сб. 3, 1947.
- Мурзаев Э.М. Центральная Азия в кайнозое. В кн.: Идеи академика В.А. Обручева о геологическом строении Северной и Центральной Азии. М.-Л., Изд. АН СССР, 1963.
- Мушкетов И.В. Туркестан. Т. 1, 1886; т. 2, 1906, СПб.
- Навозов-Лавров А.П. Предварительные данные о продуктивности озера Балхаш. Фонды Балхашск. отд. ВНИОРХ, 1939.
- Наковник Н.И. Основные изверженные породы Северо-Восточного Прибалхашья. Изв. РГО, т. 30, вып. 10, 1931.
- Наковник Н.И. Магнезит в Северо-Восточном Прибалхашье. Разведка недр, № 17, 1933.
- Наливкин Д.В. Очерки геологии Туркестана. М., 1926.
- Недзевецкий М.М. Ирригационные изыскания в Прибалхашье. Нар. хоз. Казахстана, 4/5, 1929.
- Некрашевич Н.Г. Новые формы рыб из Алакульских озер. Уч. зап. Томск. унив., № 11, 1948.
- Неустроев С.С. К вопросу о географическом распространении степей и пустынь в почвенном отношении. Тр. Почв. инст. АН СССР, т. У, 1931.
- Низовский П. Балхашит. Вестн. АН СССР, Внеочередной номер. Экспедиции АН СССР, М., 1931.
- Никитин С.А. Геоморфология южного Прибалхашья. Пустыни Прибалхашья. Изд. СОПС АН СССР, 1941.
- Никитин С.Н. Пески западного Прибалхашья. Тр. Почв. инст. АН СССР, т. II, 1935.
- Никитинский В.Я. Количественный учет донной фауны открытых частей Аральского моря. Тр. Научн. рыбхоз. станции, т. 1, 1933.
- Николаев А.В. Изучение солей Казахстана за 20 лет. Успехи геологического изучения Казахстана. Юбилейный выпуск Казахского филиала АН СССР, 1941.
- Николаев И.Г. Геологические обследования района залива Балхаша Алакуль. Изв. Геолкома, т. 40, 1928.

Никольский А.М. Путешествие на озеро Балхаш и в Семиреченскую область. Зап. Зап.-Сиб. отд. РГО, кн. III, вып. 1, 1885 а.

Никольский А.М. Геология Балхаша. Тр. СПб общ. естествоиспыт., т. 16, вып. 1, 1885 б.

Никольский А.М. Об ихтиологической фауне Балхашского бассейна. Тр. СПб общ. естествоиспыт., т. 16, вып. 1, 1885 в.

Никольский А.М. О фауне позвоночных животных дна Балхашской котловины. Тр. СПб общ. естествоиспыт. природы, т. 29, 1887.

Никольский А.М. Фауна озера Балхаш. Тр. СПб общ. естествоиспыт., отд. зоол., т. 19, № 88, 1888.

Никольский А.М. Остаточные озера и их животное население. Естествознание и география, № 2, 1896.

Никольский А.М. К истории озера Балхаш. Зап. Одесского общ. естествоиспыт., т. 44, 1928.

Никольский Г.В. Рыбы среднего и нижнего течения р.Чу. Ежегодн. Зоол. музея АН СССР, т.32, вып. 2, 1931.

Никольский Г.В. Рыбы Таджикистана. Тр. Тадж. базы АН СССР, т. 7, зоология и паразитология, 1938.

Никольский Г.В. Рыбы Аральского моря. М., 1940.

Никольский Г.В. и Евтюхов Н.А. Рыбы равнинного течения р.Или. Бюлл. МОИП, т. 49, вып. 3-4 и 5-6, 1940.

Обручев В.А. Пограничная Джунгария, т. 3. Географическое и геологическое описания. Вып. 1, 1932; вып. 2, 1940, изд. АН СССР.

Обручев В.А. Пограничная Джунгария. Орографический очерк. Землеведение, т. II (XII), 1948.

Озеро Балхаш. Энциклопедический словарь Брокгауза и Эфрона, т. 2, 1893.

Озеро Балхаш. Землеведение, т. X, кн. 4, 1903.

Озеро Балхаш (журналы гидрохимических исследований за 1928-1938 гг.). Фонды Балхашск. отд. ВНИОРХ, 1939.

Палатханов П.Б. Перспективы Балхаша. Нар. хоз. Казахстана, 3, 1931.

Палатханов П.Б. и Фрейденберг С. Рыбная промышленность Казахстана и перспективы ее развития. Нар. хоз. Казахстана, 7-8, 1930.

Пальчинский П.К. К вопросу об озере Балхаш, как месторождении исходных материалов для получения тепла, энергии и промышленного сырья в связи с экономическими перспективами Чу-Балхашского района. Нефтяное и сланцевое хозяйство, 1/3, 1920.

Панов А.П. Химическая оценка воды озера Балхаш. Иссл. озер СССР, вып. 4, 1933.

Панов Б.П. Уровни озера Балхаш. Иссл. озер СССР, вып. 1, 1932.

Петров В.В. Материалы к оценке кормовой базы и сырьевых ресурсов озера Балхаш. Фонды Балхашск. отд. ВНИОРХ, 1940 а.

Петров В.В. Рыбопромысловая карта Балхаша. Фонды Балхашск. отд. ВНИОРХ, 1940 б.

Петров В.В. О современном состоянии промысла на озере Балхаш и путях его дальнейшего развития. Информ. бюлл. ВНИОРХ, № 5-6, 1941.

Петров М.П. Пустыни Центральной Азии. Т. 1: Ордос, Алашань, Бейшань, 1965; т. II: Корридор Хэси, Цайдам, Таримская впадина, 1966, Л. Изд. «Наука».

Пивоваров Н.И. О распространении биомассы зоопланктона озера Балхаш. Фонды Балхашск. отд. ВНИОРХ, 1940.

Плано Карпини. История Монголов. СПб., 1911.

Площадь озера Балхаш. Вестн. ирригации, № 8, 1924.

Покровский А.С. О рыболовстве в Семиреченской области. Матер. к познанию русск. рыболовства, т. II, вып. 10, 1913.

Покровский В.В. Запасы и прогнозы уловов маринки, сазана и окуня в оз.Балхаш. Фонды Балхашск. отд. ВНИОРХ, 1944 а.

Покровский В.В. Посезонное распределение маринки, сазана и окуня в оз.Балхаш. Фонды Балхашск. отд. ВНИОРХ, 1944 б.

Покровский В.В., Савица Н.О., Самонов А.М., Чучина В.С., Ежова А.Д. Рыбохозяйственное исследование озер южной части дельты Или. Фонды Балхашск. отд. ВНИОРХ, 1942.

- Покровский В.В. и Беляева. О балхашском губаче (*Nemachilus strauschi*). Уч. зап. Карело-финск. ГУ, т. II, биол. науки, вып. 3, 1948.
- Поляков В.В. Растительность дельты Или. Матер. иссл. растительн. Казахстана, 1941.
- Поляков И.Р. Поездка в бассейн оз.Балхаш. Изв. РГО, т. 14, 1879.
- Попов М.Г. Растительный мир Казахстана. М.-Л., 1940.
- Попов М.Г. Высотные пояса Заилийского Алатау. Растительность Казахстана. М.-Л., Изд. АН СССР, 1941.
- Попова С.А. Первые итоги искусственного разведения балхашской маринки. Рыбные ресурсы водоемов Казахстана и их использование, вып. 5, Алма-Ата, 1966.
- Посохов Е.В. Содовые озера Илийской впадины. Изв. Каз. фил. АН СССР, сер. геол., вып. 8, 1946а.
- Посохов Е.В. О заселении оз.Балхаш и о мерах опреснения западной его половины. Вестн. АН КазССР, № 7-8, 1946 б.
- Посохов Е.В. Лечебные грязи полуострова Бертыс. Вестн. АН КазССР, вып. 7, 1949а.
- Посохов Е.В. Соленые озера Северо-Западного побережья. Изв. АН КазССР, сер. геогр., вып. 10, 1949б.
- Посохов Е.В. Минеральные богатства соленых озер Казахстана. Алма-Ата, 1949в.
- Посохов Е.В. Соленые озера Казахстана. М., Изд. АН СССР, 1955.
- Почвы Голодной степи, как объект орошения и мелиорации. Тр. Почв. инст. АН СССР, т. 29, 1948.
- Прасолов Л.И. О почвах Лепсинского уезда. Тр. Почв.-ботанич. экспед. переселенч. упр., 1909.
- Преображенская Е.И. Количественное распределение планктона Балхаша по материалам 1935 г. Фонды Балхашск. отд. ВНИОРХ, 1936.
- Пустовалов Л.В. Петрография осадочных пород. М.-Л., Гостехиздат, 1940.
- Ренат И.Г. Карта Джунгарии, составленная во время плена у калмыков с 1716 по 1733 г. Зап. РГО по общей географии, т. 2, 11, СПб, 1834-1838.
- Ренгартен П.А. Герцинские структурно-фациальные зоны Восточного Прибалхашья. Сов. геология, № 4, 1958.
- Романовский Г.Д. Материалы для геологии Туркестанского края. Протоколы С.-Петербургск. минералогич. общ., 1882.
- Рубруквис Вильгельм. Путешествие в восточные страны. Пер. А.И. Мамина. СПб, 1911.
- Рубцов Н.И. Озеленение Прибалхашья и Балхашский ботанический сад. Сов. ботаника, № 6, 1936.
- Рубцов Н.И. Геоботанический очерк окрестностей г.Балхаша. В кн.: Растительность Казахстана. М.-Л., Изд. АН СССР, 1941а.
- Рубцов Н.И. Заметка о растительности дельты Или. В кн.: Растительность Казахстана. М.-Л., Изд. АН СССР, 1941б.
- Румянцев П. Лепсинский уезд. Издание Переселенч. упр., вып. 1, СПб, 1911.
- Русаков М.П. К вопросу о состоянии уровня озера Балхаш. Изв. ГГИ, № 17, 1926.
- Русаков М.П. К вопросу о наличии надвигов и сбросов в восточной киргизской степи. Изв. Главн. геол.-развер. упр., т. 40, 1930.
- Русаков М.П. К проблеме водоснабжения Коунрадского медеплавильного комбината. Нар. хоз. в Казахстане, № 7, 1931.
- Русаков М.П. Геологический очерк Прибалхашья (полезные ископаемые районы). М., Цветметиздат, 1933.
- Рылов В.М. К сведениям о планктоне оз.Балхаш. Иссл. озер СССР, вып. 4, 1933.
- Савина Н.О. Весенние скопления промысловых рыб в Балхаше. Рыбн. хоз., № 5, 1949.
- Савина Н.О. Экология и промысловое значение балхашской маринки. Изд. ЛГУ, 1950а.

- Савина Н.О. Зимние промысловые скопления рыб в оз.Балхаш. Рыбн. хоз., № 2, 1950 б.
- Савина Н.О. Биология балхашской маринки. Изв. ВНИОРХ, т. 37, 1956 а.
- Савина Н.О. и Покровский В.В. Посезонное распределение промысловых рыб в озере Балхаш. Изв. ВНИОРХ, т. 37, 1956.
- Сазонов Н.И. Балхашиты залива Алакуль. Нар. хоз. в Казахстане, № 4, 1931.
- Самонов А.М. Распределение биомассы бентоса в озере Балхаш. Фонды Балхашск. отд. ВНИОРХ, 1940 а.
- Самонов А.М. Результаты экспедиции на Алакульские озера в 1940 г. Фонды Балхашск. отд. ВНИОРХ, 1940 б.
- Самонов А.М. Некоторые данные по бентосу Балхаша. Фонды Балхашск. отд. ВНИОРХ, 1944.
- Самонов А.М. Питание мальков балхашской маринки. Рыбные ресурсы Казахстана и их использование, вып. 5, Алма-Ата, 1966.
- Сапожников Д.Г. Известково-доломитовые илы оз.Балхаш. ДАН СССР, 36, № 4, 1942.
- Сапожников Д.Г. Современные осадки и геология озера Балхаш. Тр. Инст. геол. наук АН СССР, вып. 132, геол. сер. № 53, 1951.
- Сапожников Д.Г. Озеро Балхаш и его донные осадки. Природа, № 2, 1954.
- Сарымсаков Г.А., Бугаев В.А. и Джорджио В.А. К формированию погоды в Средней Азии. ДАН СССР, т. 58, № 9, 1947.
- Сарычев. Озеро Балхаш в географическом и этнографическом отношении. Зап. Семипалатинск. отд. РГО, т. 15, 1925.
- Сваричевская З.А. К истории Балхаш-Алакульской впадины. Вестн. ЛГУ, № 7, 1952.
- Северцев Н.А. Вертикальное и горизонтальное распределение туркестанских животных. Изв. Общ. любителей естествозн., антропол. и этногр., т. 8, вып. 2, 1973.
- Селевин В.А. Из Прибалхашья. Журн. „Охота“, № 3, 1930.
- Селевин В.А. О колебании уровня озера Балхаш. Природа, № 7, 1933.
- Селевин В.А. Пустыня Бетпак-Дала. Нар. хоз. Казахстана, № 5-6, 1936 а.
- Селевин В.А. Результаты Бетпак-далинской экспедиции Средне-Азиатского университета. Фаунистические материалы. Ташкент, Изд. Средне-Азиатск. ГУ, 1936 б.
- Семенов П.П. Географический словарь Российской империи. Вестн. РГО, кн. 5, отд. 2, 1858.
- Семенов-Тянь-Шанский П.П. Путешествие в Тянь-Шань в 1856-1857 гг. Мемуары, т. П, М., 1946.
- Серов Н.П. Успехи акклиматизации судака в озере Балхаш. Сб. работ по ихтиологии и гидробиологии Инст. зоол. АН КазССР, вып. 2, 1959.
- Серов Н.П. Восточный лещ в бассейне озера Балхаш. Рыбн. хоз., № 12, 1962 а.
- Серов Н.П. Успехи акклиматизации рыб в бассейне Балхаша. Акклиматизация животных в СССР. Алма-Ата, 1962 б.
- Серов Н.П. Вопросы рыбного хозяйства р.Или. В кн.: Илийская долина, ее природа и ресурсы. Алма-Ата, Изд. АН КазССР, 1963.
- Серов Н.П. Гибрид серебристый карась х сазан. Рыбные ресурсы водоемов Казахстана и их использование, вып. 5, 1966.
- Серов Н.П. Акклиматизация рыб в Балхаше. В сб.: Акклиматизация рыб и беспозвоночных в водоемах СССР, Фрунзе, 1972.
- Симаков Н.В. Запасы энергии ветра в Казахстане. Л., Изд. АН СССР, 1927.
- Синицин В.М. К четвертичной истории Таримской впадины. Бюлл. МОИП, сер. геол., № 1, 1948.
- Синицин В.М. Геологическая история Лобнорской низменности и озера Лоб-нор. Изв. АН СССР, сер. геол., № 6, 1954.
- Синицин В.М. История аридной области Центральной Азии в мезокайнозое. В кн.: Доклады на ежегодных чтениях памяти В.А. Обручева, 1-5, 1956-1960 гг. М.-Л., Изд. АН СССР, 1961.
- Скворцов Б.В. О фитопланктоне озера Ала-куль. Изв. Средне-Азиатск. отд. РГО, т. 17, 1928.
- Скворцов Ю.А. Центральные Кара-кумы. Тр. САГУ, сер. геогр., вып. 4, 1929.

- Скворцов Ю.А. К вопросу о синхронизации четвертичных отложений. Бюлл. Ком. по изуч. четвертичн. периода, № 4, 1938.
- Слудский А.А. Ондатра и акклиматизация ее в Казахстане. Алма-Ата, 1948.
- Слудский А.А. Тигр в СССР. Изв. АН КазССР, № 125, 1953.
- Снегур И.П. К вопросу о тепловом балансе оз.Балхаш. Сб. работ Алма-Атинской гидрометеорол. обсерв., вып. 2, 1967.
- Справочник по водным ресурсам СССР, Северный Казахстан, т. 8, Л., Изд. ГГИ, 1933.
- Стец В.М. Мелиоративные мероприятия в Голодной степи. Ташкент, Изд. АН УзбССР, 1946.
- Страхов Н.М. Доломитированные осадки оз.Балхаш и их значение для понимания доломитообразования. Сов. геология, № 4, 1945 а.
- Страхов Н.М. О значении современных озерных лагунных водоемов для познания процессов осадкообразования. Изв. АН СССР, сер. геол., № 1, 1945 б.
- Страхов Н.М. Историческая геология. Часть I и II, М.-Л., Госгеодезиздат, 1948.
- Страхов Н.М. Основы теории литогенеза. Т. 1 и 2. М., Изд. АН СССР, 1960.
- Страхов Н.М., Бродская Н.Г., Князева Л.М., Разживина А.Н., Ратеев М.А., Сапожников Г.Д., Шишова Е.С. Образование осадков в современных водрезах, М., Изд. АН СССР, 1954.
- Страутман Е.И. Оценка запасов ондатры в дельте р.Или. Ресурсы фауны промысловых зверей в СССР и их учет. М., Изд. АН СССР, 1963.
- Сулин В.А. Условия образования, основа классификации и состав природных вод. М., Изд. АН СССР, 1948.
- Суслов С.П. Физическая география СССР. Азиатская часть, 2-е изд. М., Гос. учпедиздат, 1954.
- Тагильцев Н. Озеро Балхаш и прибалхашский край. Нар. хоз. Казахстана, № 11-12, 1928.
- Таранова Л.В. Сазань дельтовых водоемов р.Или и его использование. Алма-Ата, Изд. Инст. зоол. АН КазССР, 1954.
- Таранова Л.В. Морфологическая характеристика сазана дельты реки Или. Сборник работ по ихтиологии и гидробиологии Инст. зоол. АН КазССР, вып. 2, 1959.
- Тарасов М.Н. Гидрохимия озера Балхаш. М., Изд. АН СССР, 1961.
- Татарский В.И. К вопросу о происхождении доломита. Зап. Мин. общ., ч. 66, вып. 4, 1937.
- Терлецкий Б.К. Балхаш-Алакульская впадина. Гидрогеологическое описание северного Джеты-Су. Тр. Главн. геол.-развед. упр., т. У, вып. 105, 1931.
- Терлецкий Б.К. Основные черты гидрогеологии Казахстана. В кн.: Казахстан. Вопросы экономического развития во 2-й пятилетке. Л., Изд. СОПС АН СССР, 1932.
- Терлецкий Б.К. Геологическое описание Восточного Прибалхашья. Матер. по геол. полезн. ископ. Казахстана, вып. 7, 1940.
- Толстов В.И. Озеро Балхаш, как водохранилище для орошения низовьев р.Чу и Сырдарьи. Вестн. ирригации, 1929.
- Трифонов В.Г. Грабенообразные структуры северного Прибалхашья и их происхождение. Тр. ГИН АН СССР, вып. 80, 1963.
- Трифонов В.Г. Позднепалеозойская структура северного Прибалхашья и ее происхождение. М., изд. «Наука», 1967.
- Турдаков Ф.А. Рыбы Киргизии. Фрунзе, Изд. Кирг. фил. АН СССР, 1962.
- Тютеньков С.К. К вопросу о питании шипа *Acipenser nudiventris* Lov. в реке Или. Изв. АН КазССР, сер. биол., вып. 3, 1953.
- Тютеньков С.К. Акклиматизация каспийских мизид в Балхаше. В кн.: Основы рыбного хозяйства. Томск, Изд. Томск. ГУ, 1959 а.
- Тютеньков С.К. Бентос озера Балхаш и его значение в питании рыб. Сб. работ по ихтиологии и гидробиологии Инст. зоол. АН КазССР, вып. 1, 1959 б.
- Тютеньков С.К. Понто-каспийские мизиды в Балхаше. Вестн. АН КазССР, № 2, 1961.
- Тютеньков С.К. Акклиматизация мизид и возможность вселения других понто-каспийских беспозвоночных в озеро Балхаш. Вопр. рыбн. хоз. Казахской ССР, вып. 4, Алма-Ата, 1963.

- Федорович Б.А. Лик пустыни. М., Госиздат, 1948.
- Филиппова М.Ф. К вопросу о составе и генезисе юрских пород хребта Каратау, богатых остатками растений, насекомых и рыб. Тр. Палеонтол. инст. АН СССР, т. 15, вып. 1, 1948.
- Финш О. и Брэм А. Путешествие в Западную Сибирь. М., 1882.
- Фишер П.В. Поездка водою на таранчинском каюке по р.Или от старой Кульджи (тарачинской) до выселка Илийского. Журн. „Инженер“, № 10, № 11, 1872.
- Фишер П.В. Озеро Балхаш и течение р.Или от выселка Илийского до ее устья. Зап.-Сиб. отд. РГО, кн. У1, 1883.
- Флора СССР, тт. 1-XXX. М.-Л., изд. «Наука», 1934-1960.
- Фортунатов М.А. Некоторые новые вопросы лимнологии в связи с современным значением мировой водной проблемы. В кн.: Круговорот вещества и энергии в озерных водоемах. М., изд. «Наука», 1966.
- Хавин А.Ф. Караганда - третья угольная база СССР. Л., Углетехиздат, 1953.
- Цилленков Е.П. Озеро Лоб-нор. Природа, № 11, 1952.
- Цурикова А.П. Гидрохимическая характеристика озер системы Ала-куля. Фонды Балхашск. отд. ВНИОРХ, 1941.
- Червинский В.Ф. Вопросы организации и экономики пастбищного животноводства. Изв. АН СССР, сер. биол., № 4, 1959.
- Чубуков А.А. Комплексная климатология. М.-Л., Изд. АН СССР, 1949.
- Шамсов Г.И. Сток возмещенных наносов рек СССР. Тр. ГГИ, вып. 20 (74), 1949.
- Шахов А.В. В камышах Балхаша (из Записок охотника). Вокруг света, № 6, 1955.
- Шнитников А.В. Элементы водного и солевого баланса оз.Балхаш. Тр. Соляной лаборатории АН СССР, вып. 11, 1936.
- Шнитников А.В. Изменчивость общей увлажненности материков северного полушария. М.-Л., Изд. АН СССР, 1957.
- Шнитников В.Н. Поездка по Семиречью. Каратау - Балхаш. Изв. Туркестанск. отд. РГО, т. 16, 1923 а.
- Шнитников В.Н. Общий обзор фауны позвоночных Семиречья. Научн. изв. Гос. Смоленск. унив., т. 1, естествознание и медицина, 1923 б.
- Шнитников В.Н. Уровни озера Балхаш. Изв. ГГИ, № 14, 1924 а.
- Шнитников В.Н. К вопросу о колебании уровня озер в Средней Азии. Изв. ГГИ, № 11, 1924 б.
- Шнитников В.Н. Пресмыкающиеся Семиречья. Тр. общ. по изуч. Казахстана, т. 8, вып. 3, Кызыл-Орда, 1928.
- Шнитников В.Н. Животный мир Казахстана, ч. 1-2, Алма-Ата, 1934-1935.
- Шнитников В.Н. Звери Казахстана. Алма-Ата, 1942.
- Шнитников В.Н. Птицы Семиречья. М.-Л., Изд. АН СССР, 1949.
- Шокальский Ю.М. География, ее место среди других наук и значение при улучшении природы. Сб. памяти Ю.М. Шокальского, М., Изд. АН СССР, 1946.
- Шренк А. Остров Арал-тюбе на Ала-куле. Горн. журн., январь 1842, СПб.
- Штегман Б.К. О принципах зоогеографического деления Палеарктики на основе изучения типов орнитофауны. М., Изд. АН СССР, 1936.
- Штегман Б.К. Основы орнито-географического разделения Палеарктики. В кн.: фауна СССР, 1. Птицы. М., Изд. АН СССР, 1938.
- Штегман Б.К. Типология водоемов дельты реки Или применительно к биологии ондатры. Изв. АН КазССР, сер. зоол., вып. 7, 1947 а.
- Штегман Б.К. Методика количественного учета ондатры. Изв. АН КазССР, сер. зоол., вып. 6, 1947 б.
- Штегмая Б.К. Реликты Тетиса в авиофауне Казахстана и Средиземного моря. ДАН СССР, т. 60, № 8, 1948.
- Штегман Б.К. О путях формирования фаун и методике их изучения. Изв. ВГО, т. 82, вып. 4, 1950.
- Штегман Б.К. К истории формирования дельты р.Или. Географический сб., № 1, 1952.
- Штурм Л.Д. Казахстанский сапропелит и балхашская экспедиция. Вестн. АН СССР, внеочередной номер. Экспедиция АН СССР в 1931 г., 1932.

- Штурм Л.Д. Исследование Алакульского озера и вопрос о происхождении балхашита. Тр. Сапропелевого инст. АН СССР, т. 1, 1934.
- Шелкановцев Я. Прямокрылые, собранные Балхашской экспедицией (Л.С. Берга) в 1903 г. на берегах Балхаша и р.Или. Ежегодн. зоол. музея Росс. АН, 12, 1907.
- Эберлинг Л. Сапропель Алакульского залива оз. Балхаш. Горно-заводское дело, 37, Харьков, 1915.
- Экспедиция на озеро Балхаш. Человек и природа, № 16, 1929.
- Юнусов Г.Р. Казахстан. М., Изд. АН СССР, 1950.
- Ядринцев Н.М. Маршрут атамана Волошина в Кульджу в 1771 г. Изв. РГО, т. 29, вып. 4, СПб, 1883.
- Яковлев Д.И. Гидрологические наблюдения, произведенные в озерах Западного Прибалхашья и в западной части Чу-Илийских гор в 1928 г. Изв. Геолкома, т. 40, вып. 5, 1929.
- Яковлев Д.И. Голодная степь Казахстана. Чу-Илийский водораздел. Бетпак-Дала и муюн-кумы. Тр. Каз. фил. АН СССР, вып. 3, 1941.
- Янковская А.Н. Механический и химический состав грунтов озера Балхаш и распределение в нем моллюсков. Иссл. озер СССР, вып. 4, 1933.
- Я.М. Исследование на озере Балхаш. Восточное обозрение, 15-16, 1888.
- Ярмоленко С.О. О разрежении стада окуня на Балхаше. - Рыбн. хоз., № 1, 1941.

- Almasy G. Vandor-utam Aszia czivebe. Butapest, 1903.
- Arens K. Zur Kenntnis Karbonatassimilation der Wasserpflanzen. Planta, Bd. 10, 1930.
- Arens K. Physiologisch plarisierter Massenaustausch und Photosynthese bei submersen Wasserpflanzen, II. Die  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  Assimilation. Jahrb. f. Wiss. Bot., Bd. 83, H. 4, 1936.
- Baer und Helmersen. Beiträge zur Kenntnis des Russischen Reiches. Bd. 7, 1845.
- Bergeron P. Relation des voyages en Tartarie de fr. Guillaume de Rubruquis fr. Jean du Plan Carpin, fr. et St. Dominique, qui furent envoyes par le pape Innocent IV et le roy S. Louys etc. Paris.
- Brandt Y.E. Observations sur les differentes especes de Susliks de Russie. Bull. phys.-math. Acad. Sci. St. Petersburg, 1844.
- Cobbold A. Tripto lake Balchasch contemp. Rev. 75, London, 1899.
- D'Anville, Nouvelatlas de la Chine par M-r d'Anvill, a la H-ye. 1737.
- Fedorov W. Vorläufige Berichte, S.V. W.W. Lamansky. Das Absterben der Gletscher und die Eiszeit. Zeitsch. f. Gletscherkunde, Bd. VIII, 1914.
- Finsch O. Reise nach West-Sibirien im Jahre 1876. Verhandb. Zool. Bot. Ges., Wien, 29, 1879.
- Helmersen G.V. Nachrichten über China, Buchara, Chokand und den nordwestlichen Theil des chinesischen, Staates gesammelt von dem Präsident der asiatischen Grenz-Comission in Orenburg, General-Major Gens, bearbeitet und mit Anmerkungen versehen von Gr.V. Helmersen. Mit einer Karte Beitr. z. kennntn. d. Russ Reiches u.d. angrenz. Länder Asiens, Bd. 11, St-Petersburg.
- Helmersen G.V. Über Muresmuschen aus der nördlich von Syr-Daria liegenden Sandwüste Kara-Kum. Bull. Acad. Sci., Bd. 13. St.-Petersburg, 1869.
- Humbold A.V. Central-Asien. Untersuchungen über die Gebirgsketten und die vergleichende Klimatologie. Aus dem französischen übersetzt und durch Zusätze vermehrt herausgegeben von Dr. Wilhelm Mahlmann, Berlin, 1844.



Jones J.D. and Vallentyne J.R. Biogeochemistry of organic matter, I, Polypeptides and aminoacids in Fossil and Sediments in relation to geothermometry. *Geochim. et cosmochim. acta*, 21, 1-2, 1960.

Karelin G.S. Reisen zur Erforschung des sogenannten Kleinen Altai und der Sajanischen Gebirge. *Arch. f. Wiss. Kunde*, V, Russland, herausgegeben von A. Erman, Bd. 2, Berlin, 1842.

Karelin G.S. Extract du journal d'un voyage fait en Djoungarie on Soungarie par Gregoire Karelin en 1841. *Jubilacum semise-culare doct. med. et phil. G. Fischer de Waldheim*, 1847.

Kessler K. Beiträge zur Ichthyologie von Central Asien. *Mel. biol. triers du Bull. Akad. St.-Petersb.*, X, 1879.

Klaproth H.G. *Memoires relatifs a l'Asie Carte de l'Asie Centrale*. Paris, 1836.

Klaproth H.G. *Carte de Dzungarie dresse par le seudons Renat*, ЦП6, 1881.

*Recueil de voyages et de memoires, publie par la Societe de Geographis*, t. IV, Paris, 1839.

Richthofen F. *China*, Bd. I, Berlin, 1887.

Schrenk A. Die Insel Aral-tjube in See Alakul und die Gebirgszüge Tarbagatai und Altai t. *Wiss. Kunde*, V, Russland, herausgegeben von A. Erman, Bd. 2, Berlin, 1842.

Schrenk A. Bericht über eine im Jahre 1840, in die östliche Dzungarische Kirgisensteppe unternommene Reise. Aus dem russischen Manuscript übersetzt von C.A. Meyer. *Beitz. r. Kenntn. d. Russ. Reiches u.d. angrenz. Zänder Asiens*, herausgegeben von Baer und Helmersen, Bd. VII, St.-Petersburg, 1845.

Sievers W. Briefe aus Sibirien. Neue nordische Beiträge zur physikalischen und geographischen Erd- und Völkerbeschreibung, *Naturgeschichte und Oekonomie*, Bd. VII, St.-Petersburg und Leipzig, 1796.

Stuckenberg A.J. *Hydrographis des Russischen Reiches*, Bd. II, IV, 1848.

Suess E. *Das Antlitz der Erde*, Bd. III, 1 Hülftte, Prag, Wien, Leipzig, 1901.

Wislouch S.M. Beiträge zur Diatomeen flora von Asien, I. Die Diatomeen des Balchasch-Sees. *Ber. d. Bot. Gesell.*, 41, 8, 1923.

Wlangalis. Reise nach der östlichen Kirgisen-Steppe mit einer Karte. *Beitz. Z. Kennt. d. Russ. Reiches u.d. angrenz. Länder Asiens*, Bd. XX, St.-Petersburg, 1856.

Wocikow A. Untersuchugen über der Balchasch See im Jehr. 1903.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие . . . . .	3
ГЛАВА 1. К истории исследования Балхаша . . . . .	5
ГЛАВА II. Физико-географическая характеристика бассейна Балхаша . . . . .	7
1. Площадь бассейна . . . . .	7
2. Рельеф бассейна . . . . .	7
3. Геологическое строение . . . . .	10
4. Климат . . . . .	13
5. Почвенно-растительный покров . . . . .	16
6. Притоки озера . . . . .	18
7. Солевой и твердый сток . . . . .	22
ГЛАВА III. Происхождение озера . . . . .	25
1. Происхождение Прибалхашской котловины . . . . .	25
2. Время образования котловины . . . . .	27
3. Размеры древнего Балхаша . . . . .	28
4. Основные этапы в жизни Пра-Балхаша . . . . .	32
5. Примерная датировка основных этапов в жизни Пра-Балхаша . . . . .	35
ГЛАВА IV. Котловина, берега и дно современного Балхаша . . . . .	37
1. Котловина Балхаша . . . . .	37
2. Берега . . . . .	39
3. Полуострова и острова . . . . .	42
4. Дно и донные отложения . . . . .	43
5. Скорость заноса котловины Балхаша осадками, поднятия и опускания берегов . . . . .	58
ГЛАВА V. Гидрология и гидрохимия . . . . .	61
1. Водные массы озера . . . . .	61
2. Водный баланс озера . . . . .	62
3. Сезонные колебания уровня . . . . .	62
4. Температурный режим воды . . . . .	64
5. Соленость . . . . .	68
6. Почему Балхаш имеет низкую соленость воды? . . . . .	70
7. Метаморфизация воды в озере Балхаш . . . . .	71
8. Газовый режим . . . . .	74
9. Цвет и прозрачность воды . . . . .	75
10. Волнения, течения и перераспределение ими донных осадков . . . . .	77
11. Влияние озера на климат Прибалхашья . . . . .	80
ГЛАВА VI. Растительный мир Балхаша . . . . .	84
1. Водоросли . . . . .	84
2. Высшие растения . . . . .	89

ГЛАВА УП. Зоопланктон . . . . .	93
1. Видовой состав . . . . .	93
2. Закономерности распределения . . . . .	96
3. Биомасса зоопланктона . . . . .	100
ГЛАВА УШ. Фауна дна и зарослей . . . . .	102
1. Видовой состав . . . . .	102
2. Закономерности распределения . . . . .	104
3. Биомасса бентоса . . . . .	112
ГЛАВА ІХ. Позвоночные животные . . . . .	113
1. Сазан . . . . .	114
2. Балхашская маринка . . . . .	119
3. Балхашский окунь . . . . .	124
4. Губач Штрауха . . . . .	128
5. Одноцветный губач . . . . .	130
ГЛАВА Х. Происхождение и история растительного и животного мира Балхаша . . . . .	131
1. Постановка проблемы . . . . .	131
2. Хан-Хай и Балхаш . . . . .	132
3. Арал и Балхаш . . . . .	134
4. Нагорная Азия и Балхаш . . . . .	135
5. Заселение через сушу . . . . .	137
6. Роль человека . . . . .	137
7. Основные этапы в жизни флоры и фауны Балхаша . . . . .	138
8. Об эндемизме . . . . .	140
ГЛАВА ХІ. Положение Балхаша в аспекте сравнительного озероведения . . . . .	143
1. Стадии развития Балхаша . . . . .	145
2. Садка карбонатов . . . . .	146
3. Процесс дистрофикации . . . . .	148
4. Положение Балхаша среди озер галотрофного типа развития . . . . .	149
ГЛАВА ХІІ. Значение Балхаша в народном хозяйстве и очередные задачи его изучения . . . . .	154
1. Рыболовство . . . . .	155
2. Водоснабжение . . . . .	160
3. Водный транспорт . . . . .	161
4. Использование нерыбных сырьевых ресурсов Балхаша . . . . .	162
5. Рекреационное использование Балхаша . . . . .	164
Литература . . . . .	166

ИСПРАВЛЕНИЯ

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать
72	26 сверху	$\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CaCl}_2 + 2\text{HCl},$ $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{MgCl} = \text{MgSO}_4 + \text{NaCl}$	$\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CaCl}_2 = \text{CaSO}_4 + 2\text{NaCl},$ $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{MgCl}_2 = \text{MgSO}_4 + 2\text{NaCl}$

В. Н. Абросов. Озеро Балхаш

4

861

1 р. 83 к.



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»  
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ