



МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ  
И ЭКОЛОГИИ КАМЧАТСКОГО КРАЯ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

**ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОЗЕРА  
КУЛТУЧНОЕ, МЕРЫ ПО ЕГО УЛУЧШЕНИЮ  
И ВОЗМОЖНОСТИ ХОЗЯЙСТВЕННОГО  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**



г. Петропавловск-Камчатский  
2017 год

**МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ  
И ЭКОЛОГИИ КАМЧАТСКОГО КРАЯ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования**

**КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОЗЕРА  
КУЛТУЧНОЕ, МЕРЫ ПО ЕГО УЛУЧШЕНИЮ  
И ВОЗМОЖНОСТИ ХОЗЯЙСТВЕННОГО  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

**Петропавловск-Камчатский  
Издательство «Камчатпресс»  
2017**

УДК 504.33:338.26  
ББК 28.088  
Э40

**ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ озера Култучное, меры по его улучшению и возможности хозяйственного использования.** Сборник докладов научно-практической конференции / Сост. и научн. ред. Е. Г. Лобков, В. И. Карпенко/. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во «Камчатпресс», 2017.

ISBN 978-5-9610-0287-4

В сборнике представлены расширенные варианты докладов участников научно-практической конференции «Экологическое состояние озера Култучное, меры по его улучшению и возможности хозяйственного использования», организованной Камчатским государственным техническим университетом (КамчатГТУ) 24 ноября 2015 г. в г. Петропавловске-Камчатском. Целью конференции было проанализировать современное состояние оз. Култучное и обсудить возможности его восстановления и хозяйственного использования. Перед участниками конференции были поставлены следующие задачи: произвести комплексную оценку состояния оз. Култучное и антропогенного воздействия на его экосистему; разработать предложения по очистке акватории, дна и прибрежной защитной полосы озера с одновременным ее благоустройством; содействовать развитию творческих связей между учеными и специалистами Камчатского края и углублению интеграционных процессов между вузами, научными и административными организациями.

УДК 504.33:338.26  
ББК 28.088

Рецензент: А. М. Токранов, доктор биологических наук, директор Камчатского филиала Тихоокеанского института географии ДВО РАН.

На обложке: озеро Култучное в центре Петропавловска-Камчатского, 30 июля 2017 г.  
Фото В.В. Зыкова.

ISBN 978-5-9610-0287-4

© ФГБОУ ВПО КамчатГТУ, 2017  
© Министерство природных ресурсов  
и экологии Камчатского края, 2017

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Карпенко В. И., Лобков Е. Г.</i> Введение .....	4
<i>Гаврилов С. В.</i> Озеро, город и горожане .....	6
<i>Введенская Т. Л.</i> Озеро Култучное – вчера, сегодня, завтра: оценка экологического состояния .....	34
<i>Бровкин А. Е., Потапов В. В., Хорошман Л. М., Власова И. М.</i> Оценка объемов поверхностных сточных вод, поступающих в озеро Култучное города Петропавловска-Камчатского .....	56
<i>Ступникова Н. А.</i> Экологический статус озера Култучное и его устойчивость к эвтрофированию .....	68
<i>Чернягина О. А., Девятова Е. А.</i> Сосудистые растения озера Култучное и его берегов .....	80
<i>Лобков Е. Г.</i> Птицы озера Култучное и их роль в формировании орнитологической обстановки в центре города Петропавловска- Камчатского. ....	86
<i>Шурыгина А. А., Абрамова А., Давыдова Д., Файзрахманова Л., Панихина А., Чикина Д.</i> Ондатра на озере Култучное ( <i>Ondatra zibethicus terra incognita</i> ).....	115
<i>Саушкина Л. Н., Лонгинова Р. В.</i> О возможности улучшения экологического состояния озера Култучное .....	119
<i>Белов О. А.</i> Перспективы формирования рекреационно- туристического центра на озере Култучное.....	123
Решение конференции .....	125

## ВВЕДЕНИЕ

24 ноября 2015 г. по инициативе Камчатского государственного технического университета (КамчатГТУ) и Министерства природных ресурсов и экологии Камчатского края состоялась Региональная научно-практическая конференция «Экологическое состояние озера Култучное, меры по его улучшению и возможности хозяйственного использования». Целью конференции являлся анализ современного состояния озера Култучное и обсуждение возможностей его восстановления и хозяйственного использования. Исходя из этого, задачами конференции были:

- комплексная оценка состояния озера Култучное и антропогенного воздействия на его экосистему;
- выработка предложений по очистке акватории, дна и прибрежной защитной полосы озера с одновременным его благоустройством;
- развитие творческих связей между учеными и специалистами Камчатского края и углублению интеграционных процессов между вузами, научными и организационными организациями.

В конференции приняли участие около 70 человек - сотрудников различных образовательных, научных и административных учреждений города Петропавловска-Камчатского и Елизова; было заслушано 14 докладов на трех секциях, которые проходили поочередно. Всего выступили около 20 участников, включая участников дискуссии. Высокую активность проявили краевые власти, в том числе депутаты Законодательного собрания Камчатского края. К сожалению, руководители г. Петропавловска-Камчатского (администрация города и городская дума) проигнорировали данную конференцию.

По результатам конференции была принята Резолюция, которая была направлена в правительство Камчатского края, Законодательное собрание и градоначальнику города Петропавловска-Камчатского. Впоследствии некоторые меры по оздоровлению Култучного озера, предложенные участниками конференции, были запланированы и началась их реализация. К сожалению, процесс реализации практических мероприятий идет очень медленно. Кроме того, их правильность и эффективность в настоящее время не может быть достаточной. Это подтверждают примеры проведения аналогичных мероприятий как в Камчатском крае, так и в других регионах Дальнего Востока и даже других государствах Тихоокеанского региона.

Необходимо отметить, что русские первопроходцы всегда выбирали такие места для своих поселений, где, кроме удобных гаваней, имелись пресноводные водоемы. В частности, в период открытия и освоения Аляски будущие столицы этой территории обязательно имели озера, на берегах которых располагались селения жителей. Их население с особым трепетом относились к состоянию и содержанию этих водоемов, оберегая их как жемчужины своих столиц. Так, в одной из первых столиц Аляски – городе Ситка – в центре имеется небольшое озеро, находящееся в настоящее время практически в первозданном состоянии. Вокруг него располагаются церкви разных конфессий и культурные центры - музеи, а в озере живут местные рыбы, гнездятся птицы и сохранена водная и прибрежная растительность.

Крупное озеро Оак имеется в современной столице штата Аляска - городе Джуно. Хотя оно не располагается в центре города, но является его настоящим туристическим центром. Во-первых, озеро Оак – это водоем воспроизводства достаточно крупной популяции нерки юго-восточной Аляски, а во-вторых, в него сползает ледник - знаменитый глетчер, напротив которого располагается туристический центр обозрения всех красот озера и его окрестностей. Кроме того, в вытекающей из озера реке построен небольшой экспериментальный лососевый завод по дополнительному воспроизводству нерки, показывающий самую высокую эффективность разведения этого вида.

Култучное озеро в центре г. Петропавловска-Камчатского всегда было жемчужиной Камчатской столицы. Его природное состояние старались поддерживать жители в течение

почти двух с половиной веков. По воспоминаниям старожилов, в годы Великой Отечественной войны, в осенне-зимний период кижуч, который заходил в озеро, спасал работников рыбоперерабатывающего завода, находящегося в северной части города, от голода. Они добывали рыбу подо льдом озера, когда возвращались домой в жилую зону города из района бухты Сероглазка после нескольких рабочих дней на производстве.

Состояние озера Култучное в настоящее время вызывает большую тревогу и озабоченность жителей. Доклады, представленные на Региональной научно-практической конференции «Экологическое состояние озера Култучное, меры по его улучшению и возможности хозяйственного использования» убедительно подтвердили это. Их публикация и возможность знакомства жителей Камчатки с проблемами этого природного сокровища города является важным событием, которое поможет найти правильные решения в сохранении и улучшении состояния озера.

Положительным примером тому стали уже осуществленные шаги по сохранению и улучшению состояния другого сокровища полуострова Камчатка - Авачинской губы. Публикация материалов по этому природному объекту была организована в свое время Государственным комитетом по охране окружающей среды Камчатской области и Японской Ассоциации Сотрудничества городов-портов и реализована. В 1998 г. был выпущен «Сборник научных статей по экологии и охране окружающей среды Авачинской бухты» на двух языках - русском и английском. После этого были расширены научные исследования по оценке ее современного состояния, организован регулярный мониторинг, а также начата ее очистка от затопленных судов, нефтеразливов, бытового загрязнения и иного неблагоприятного воздействия. Хотя к настоящему времени получены только первые положительные результаты, они показывают правильность принимаемых мер.

Такой же путь, вероятно, предстоит пройти в деле сохранения и улучшения состояния Култучного озера. Предлагаемые в настоящем сборнике доклады Региональной научно-практической конференции направлены именно на это, что позволит жителям города проследить судьбу Култучного озера.

Модератор конференции - Карпенко В. И., д.б.н., профессор

Ответственный редактор издания - Лобков Е. Г., д.б.н.

## ОЗЕРО, ГОРОД И ГОРОЖАНЕ

**С. В. Гаврилов**

*Камчатский государственный технический университет (КамчатГТУ)*

В год 275-летнего юбилея самого старого города Дальнего Востока России — Петропавловска-Камчатского — вполне понятен интерес горожан и специалистов природоохранных областей к одному из главных его природных украшений — Култучному озеру, придающему столице Камчатского края особый, ни с чем не сравнимый облик.

*Первые упоминания и ранние планы озера. Вопрос о названии. Родниковое поле.* Одно из первых упоминаний об озере датируется 1787 г. и принадлежит перу «консула французского» Ж.-Б. Лессепа, состоявшего под началом великого мореплавателя Лаперуза. Лессепс, высаженный в Петропавловской гавани, получил задание доставить сухопутьем материалы, накопленные экспедицией Лаперуза, в Париж. В дневнике своего путешествия Лессепс записал: «...Против самого входа (в гавань. — С. Г.), на возвышении, вдавшемся в море, на котором открылось озеро довольно великое, видны развалины гошпитала... В некотором разстоянии от сего места похоронен был у дерева капитан Клерк... Вход в сию гавань защищается укреплениями; они служат сверх того прикрытием сей части города, назначенной строиться по плану на месте бывшего гошпитала, то есть между губою и озером на возвышении. Равным образом поставлена батарея на косе, отделяющей озеро от Авачинской губы, дабы она защищала сию часть города...» [1].

Упомянутые фортификационные сооружения — батареи — видны на «Плане Гавани Святого Петра и Павла», составленном около 1790 г. Г. А. Сарычевым. На них в общей сложности стояли двадцать пять пушек [2]. Одна из батарей размещалась около озера, но его названия не упоминают ни Лессепс, ни Сарычев. На плане последнего оно изображено целиком, но не показана протока, соединявшая его с Авачинской губой. Не обозначены на озере и отмели, хорошо заметные на более поздних изображениях, которых, возможно, тогда не было.

В октябре 1789 г. Г. А. Сарычев записал: «В сие время можно было ходить только по тропинкам, проложенным жителями чрез косогор на кошку и по разлогу к северу до озера, лежащего от селения в трехстах саженях. По сей последней дороге, недалеко от селения, в правой стороне, на берегу текущаго в гавань ручья погребены два знаменитые мужа, один близь другого: профессор де Лилль де ла Кроер, бывший в экспедиции командора Беринга астрономом, и начальствовавший над двумя английскими судами после смерти капитана Кука капитан Клярк. От вышеупомянутого озера хотя и можно в малую воду обходить кругом по подножию утесов гористый полуостров, закрывающий гавань с западной стороны...» [3].

1797-м годом подписан «План Авачинскаго залива и гавани Санкт-Петропавловской», составленный англичанином на русской службе поручиком Яковом Шильцом, на котором представлены и озеро, и протока, соединявшая его с губой [4]. Озеро здесь также никак не названо, его очертания сильно отличаются от представленных на плане Г. А. Сарычева, но зато указаны два втекающих в него ручья: один в юго-восточной, второй — в северо-восточной части водоема, на том месте, которое позже стало именоваться родниковым полем (рис. 1).

1889 г. датировано одно из первых найденных нами фотоизображений озера, сделанное кем-то из офицеров клипера «Разбойник», побывавшего в Петропавловске. Водоем здесь также не назван, а обозначен как «лагуна за Петропавловском» (рис. 2). Никаких следов деятельности человека, кроме тропинки на склоне Петровской сопки не заметно.

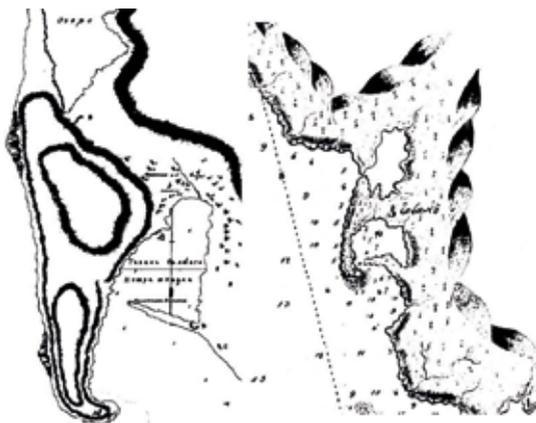


Рис. 1. Планы Кулучного озера, составленные Г. Сарычевым и Я. Шильцем (из фондов ККОМ)



Рис. 2. «Лагуна за Петропавловском», 1889 г. (из фондов ККОМ)

В то время и после озеро использовалось местными обитателями как место охоты и рыбалки. Первое упоминание о нем как возможном объекте экономической деятельности относится к 1815 г., когда американский коммерсант П. Добелл, живший в Петропавловске с 1812 г., в статье, опубликованной в журнале «Сын Отечества», предложил устроить там ремонтный док для обслуживания торговых судов. Он считал, что «при берегах можно скоро и легко построить пристани». Существовавшая в то время в Ковше Петропавловская гавань не имела никаких причальных сооружений и средств для обслуживания редко заходивших парусных судов и нуждалась в обустройстве [5]. Тогда проект Добелла не осуществился: для этого не имелось никаких ни технических, ни материальных условий. Интересно, что еще одно предложение по устройству в озере именно базы флота было высказано уже в середине XX в.

Из разных источников, в частности [6], известно, что озеро в разное время называлось Долгим (видимо, из-за вытянутой формы) и Верхним. Краевед В. П. Кусков упоминает о еще одном названии — Дальнее, объясняя его так: «Северная окраина города тогда не доходила до Култушного озера, почему оно и называлось тогда Дальним» [7]. Как мы знаем от Г. А. Сарычева, расстояние от берега Ковша, где расположился тогдашний Петропавловск, до южного берега озера было около трехсот саженей, то есть примерно

шестьсот сорок метров. Видимо, для тогдашних городских обитателей это было дальнейшее расстояние.

По свидетельству сына военного губернатора В. С. Завойко Степана, в начале 1850-х гг. со льда протоки зимой в больших количествах ловили корюшку, а летом «у нас с братом были удовольствия другого рода. На упомянутом озере у нас была устроена небольшая пристань, к которой была привязана шлюпка-двойка. За весла садились я с братом, а рулем правил приставленный к нам денщик, и мы катались по этому озеру. В это озеро впадало несколько ручьев, и мы с братом в них ловили руками форелей, покамчатски “гольцы”» [8].

На планах Петропавловской гавани, составленных по описям, произведенным экипажами крейсеров «Африка» в 1882 г. и «Крейсера» в 1896 г., озеро не отмечено вообще.

В начале XX в. водоем уже именовался Култушным или Култучным. По словарю В. И. Даля, слово «култук» означает в переводе с тюркского «угол», «кут», «мешок» или «тупик». В латинской транскрипции култуком называется мелководный рукав или морской залив, а слово «култучный» значит «к нему относящийся». Видимо, тогда же протоку назвали Култучным ручьем. Названия «Култушный» и «Култучный» долгое время использовались на равных как бытовом обиходе, так в официальных бумагах и печатных изданиях. В настоящее время шире применяется название «Култучное», более соответствующее вышеприведенным словарным формам.

В самом же озере «култуком» местные обитатели называли его сильно вытянутую, лежащую между подошвами Петровской и Мишенной и ограниченную Зеркальной сопкой северо-восточную часть, берега которой обильно заросли девственным лесом. По воспоминаниям старожила города В. В. Бооля, «в северной части озеро упиралось в лесистый распадок, образованный склонами Петропавловской и Зеркальной сопки. Дно распадка на всю его ширину было из серого галечника, покрытого водой. Слой воды постепенно увеличивался и незаметно переходил в озеро. Поверхность воды здесь постоянно бурлила от бьющих из-под галечника ключей. Место это называлось родниковым полем. (Применительно к современной планировке города оно начиналось от пединститута, между улицами Пограничной и МаксUTOва простиралось до стадиона “Спартак”, переходя в озеро примерно в том месте, где сейчас начинаются трибуны.) В бурлящие воды родникового поля шумно врывался полноводный ручей. Родниковое поле питало и очищало озеро. Давало ему жизнь» [9].

Предположительное изображение озерного култука приведено на фотографии, выполненной известным камчатским спортсменом и путешественником-велосипедистом, «человеком с железным оленем», Г. Л. Травиним в конце 1920-х — начале 1930-х гг. (рис. 3). Хорошо видно, что вырубка леса, обрамлявшего восточные берега озера, в это время уже шла полным ходом.



Рис. 3. Култук (из фондов ККОМ)

*Как озерные берега обрамлялись городской чертой.* Вдоль западного берега озера уже в первой трети XIX в. пролегла пешеходная тропа, тянувшаяся в сторону селения Авача и нынешнего городского района Сероглазка. В годы правления военного губернатора Камчатской области В. С. Завойко (в 1851 г.) по ее протяженности силами горожан была проложена дорога (точнее, прорублена просека), ставшая первой колесной на полуострове. Ее длина оценивалась в 10 — 12 верст. Через протоку перекинули мостик. Эта работа длилась три дня, а описывают ее почему-то как прогулку или пикник.

В 1908—1909 гг. участники экспедиции Рябушинского производили обследование озера, сделали поперечную нивелировку Озерной кошки от уровня воды озера до Авачинской губы. Данные этих обследований подробно излагались в трудах участника экспедиции профессора В. Л. Комарова «Путешествие по Камчатке» [10]. По свидетельству профессора, в 1908 г. дорога по кошке вновь обратилась в тропу. За Никольской сопкой на кошке, недалеко от юго-западного угла озера, размещались рыболовные участки горожан, сушились их сети, стояли амбарчики для сушки и хранения улова. Здесь же летом обитали во множестве привязанные к кольям ездовые и охотничьи собаки, принадлежавшие местным обитателям (рис. 4).



Рис. 4. Озерновская кошка (коса) в 1912 г. (из фондов ККОМ)

В 1913 г., к трехсотлетию Дома Романовых, на тогдашней северной окраине Петропавловска открылся городской базар. Здесь под деревянным навесом в ряд расположились несколько прилавков, а также лавки китайских торговцев. Навес украшала надпись «1741—1913», обозначающая даты основания города и окончания строительства базара. С этого момента городская граница вплотную придвинулась к южному берегу уникального природного водоема. Первый городской базар просуществовал до конца 1928 г. [11, с. 499], после чего был разобран. Правда, торговые места при этом никуда не исчезли, а вскоре — в августе 1932 г. — на этом месте заработал «первый городской колхозный рынок». Нетрудно догадаться, куда девались отходы, непременно возникавшие в ходе торговой деятельности. Зимой торговать на рынок приезжали на собачьих упряжках окрестные колхозники и крестьяне-единоличники. Их собаки также содержались на берегу, а то и льду озера. Впоследствии, по мере разрастания городской застройки, рынок переместился на Озерновскую косу. Здесь он оставался до середины 1960-х гг. (рис. 5, 6).



Рис. 5. Собаки на льду озера, конец 1920-х гг. На переднем плане видны столбы для привязывания собак



Рис. 6. Городской рынок на Озерновской косе, 1959 г. (из фондов ККОМ)

Уже до революции к южному берегу водоема вела грунтовая дорога (рис. 7, 8). Единственная тогдашняя газета полуострова «Камчатский листок» 11 октября 1916 г. сообщила, что «дорога от фирмы Чурина к озеру после ненастных дней стала совсем непролазной... Чтобы пройти к второклассному церковному училищу, необходимо запастись охотничьими сапогами, так как без них ни проехать, ни пройти нельзя».



Рис. 7. Дорога к озеру, 1912 г. (из фондов ККОМ)



Рис. 8. Южный берег озера и примыкающая к нему часть городской застройки, 1922 г. (из фондов ККОМ)

В революционном 1917 г. на берегу озера появились первые «признаки цивилизации». 20 декабря 1917 г. «Камчатский листок» известил, что неизвестными хулиганами разбит вновь поставленный на озере фонарь. «И теперь, благодаря неимению запасных стеклянных колпаков, нужное место осталось без освещения. Колпаки эти с большим трудом пришлось достать из Швеции, откуда они были выписаны» [12, с. 44].

В 1923 г. северо-западный берег озера снова стал объектом научного исследования: во время поездки известного исследователя Дальнего Востока В. К. Арсеньева по Камчатке здесь производились археологические раскопки.

В первой половине 1920-х гг. окраинная улица Набережная, обрамлявшая юго-восточный берега озера, заканчивалась примерно в районе расположения современного здания КамчатНИРО. Она довольно быстро застраивалась, и к началу 1930-х гг. дошла примерно до места расположения нынешнего краевого суда (рис. 9, 10).



Рис. 9. Вид на Кулутчное озеро с Мишенной сопки, 1912 г. (из фондов ККОМ)



Рис. 10. Замерзшее озеро. Видна зимняя дорога, связывавшая Петропавловск с другими населенными пунктами полуострова. Середина 1920-х гг. (из фондов ККОМ)

В июле 1926 г. при Камчатском окрестке работала комиссия для отвода требовавшему расширения Петропавловскому порту дополнительной территории [13, л. 2, 5]. Вскоре горсовет решил выделить ему весь городской берег протяженностью восемь верст, включавший Озерновскую косу, «не оставив за городом ни одной сажени свободной городской береговой территории, и этим лишил жителей города доступа к воде». Это вызвало многочисленные протесты петропавловцев и заставило горсовет уже нового состава еще раз вернуться к обсуждению этого вопроса в следующем 1927 г.

Новый состав горсовета, учитывая интересы, как порта, так и горожан, а также организаций и учреждений, вынес этот вопрос на их обсуждение. Мнения разделились почти поровну, но сто одиннадцать горожан подали протест, в котором они так обосновывали неправильность принятого решения: «На Озерной кошке сосредоточено почти все городское хозяйство, отведено место для привязи ездовых собак, здесь же заготавливается ежегодно корм для них, складывается для зимнего хранения жителями города сено, дрова, шлюпки, кунгасы, есть выстроенные жителями лабазы для хранения рыбы и рыболовных принадлежностей. Кроме того, в дальнейшем... на Озерной кошке будет сосредоточена вся хозяйственная база города... Если с государственной точки зрения является необходимостью устройство в Петропавловске порта, то для устройства такового мы считаем вполне достаточно шестиверстной береговой полосы без Озерной кошки. На основании вышеизложенного мы, нижеподписавшиеся жители г. Петропавловска, просим оставить Озерную кошку за городом, так как без нее население города будет лишено места, где бы оно могло производить хозяйственные заготовки и причалы».

30 мая 1927 г. секция коммунального хозяйства горсовета постановила: отвести порту территорию, в которую вошла «и кошка от озера, вся до конечного пункта Дальгосторга» [14, л. 36].

Северный берег озера еще не был занят никакими строениями и по-прежнему использовался как место отдыха. Так, в воскресенье 12 августа 1928 г. с трех часов дня «за озером» шумело массовое гуляние горожан. Прошли спортивные состязания по волейболу и футболу, бегу и стрельбе, состоялось небольшое представление — «инсценировка на воздухе». Играли струнный и духовой оркестры, работал буфет «по дешевке» [11, с. 545]. Официально «площадка за Култучным озером» для проведения массовых гуляний и спортивных состязаний была отведена горсоветом 27 мая 1930 г. Это стало результатом намеченного на июнь физкультурного «двухнедельника», проводившегося по решению окружного совета физкультуры и слета вожатых пионерских отрядов с целью «мобилизации общественного внимания вокруг вопросов физкультуры». Вечером 12 июня

1931 г. на этой площадке состоялась товарищеская встреча футболистов парохода «Орочон» и городских профсоюзников. «На поле перемежались красные майки петропавловцев и пестрые моряков».

В зимнее время прилегавшая к городской черте часть акватории озера превращалась в каток. Об этом, в частности, свидетельствует объявление о сдаче работ по его устройству и обслуживанию на месте «близ старой комхозовской бани», опубликованное 19 ноября 1929 г. Камчатским окружным профсоюзным бюро и клубом Союза советских торговых служащих.

Дальнейшее развитие городской территории и довольно быстрое «обрамление» берегов озера связано с деятельностью возданного по решению советского правительства в 1927 г. Акционерного Камчатского общества (АКО). Его первый полноценный промысловый сезон завершился в 1928 г. К концу этого года были построены склады АКО в Петропавловске, поначалу называвшиеся «складами на Култучном озере». С 1929 г. они официально именовались «Озерновскими» по месту расположения — на Озерновской косе (рис. 11).



Рис. 11. Озерновские склады, 1930 г.

Служащие правления АКО, или, как его еще называли — «главной конторы», прибыли в Петропавловск из Владивостока на пароходе «Сергей Лазо» 1 августа 1930 г. В Петропавловске к этому времени уже действовало управление делами общества и отделы экономики, труда, планово-экономический, сельскохозяйственный, колонизационный, дорожно-строительный, горный, лесной, а также бухгалтерия и два бюро — рационализации и исследований. К концу августа 1930 г. с приездом и размещением финансового, морского и коммерческого отделов столь долго ожидавшийся перевод правления этой уникальной хозяйственной организации на Камчатку был завершён. Вместе с этим встал естественный вопрос: где размещать прибывшую массу народа, ведь для нее требовались жильё и рабочие места. Еще в начале года земельная комиссия при горсовете разрешила снос ряда построек в центральной части города, на месте которых намеревались заложить дома АКО из расчета на три тысячи человек. Этого было мало, поэтому часть зданий намеревались перенести «за озеро». Становилось понятно, что территория города в ближайшие годы потребует расширения, а потому комплекс сооружений АКО (вскоре прозванный АКОпоселком или АКОградом) целесообразнее все-таки строить на северном берегу озера под Мишенной сопкой (рис. 12, 13).



Рис. 12. Застройка АКОграда, 1930 г. На заднем плане — Петровская сопка



Рис. 13. Застройка АКОграда, 1930 г. На заднем плане справа — култук озера

Преимуществами этого являлись, например, близость к Озерновской косе, где предполагалось оборудовать пристани для пароходов и уже стояли склады. Это позволяло разгрузить тесный портовый Ковш с его единственной пристанью, уменьшить расходы по перевозке грузов из порта за город и обратно в магазин общества. В климатическом отношении место за озером было ничуть не хуже центра и даже более солнечным — не мешали сопки. Благоприятно разрешался и вопрос с водоснабжением нового района. Площадь южного склона Мишенной сопки многократно превышала площадь западного склона Петровской, к которой приткнулся старый Петропавловск. Разница заключалась в том, что с Петровской сопки ключи выходили наружу, а с Мишенной они текли под небольшим слоем почвы и впадали прямо в озеро. Один из них летом 1929 г. исследовала аковская комиссия. Но она упустила большой ключ, вытекавший с восточного склона Петровской сопки, огибавший ее и впадавший в восточный конец озера. Его не заметили, скорее всего, потому, что перед озером он «почти исчезает». Но по расходу воды он превышал «центральный» городской ключ, питавший добрую половину старого города, баню и служивший источником пополнения запасов на пароходах. Кстати, при бункеровке последних из-за недостатка в воде нередко приходилось прекращать подачу воды в жилье и останавливать баню.

Метрах в ста пятидесяти от последнего домика на улице Набережной, по направлению к Ближнему совхозу, еще был заметны следы старой дороги, шедшей влево от существующей тропинки вниз к озеру. Этот след обрывался возле самой воды. Местные жители рассказывали, что дорога здесь еще существовала лет двенадцать тому назад, проходившая возле самой воды, у берега, то есть у подножия Петровской сопки, до восточного угла озера. Но уже в 1930 г. от нее ни осталось никакого следа: она скрылась

под водой, и по этому проехать по берегу озера не было никакой возможности. Горожане-старожилы отмечали, что в последние годы уровень воды в озере поднялся, отмели возле Озерновской косы значительно уменьшились, а сама коса «как будто уменьшается или понижается». Для объяснения подъема уровня предлагались две версии: замыв стока из озера в губу и обычный приток ключевых и ручейных вод или «вследствие других каких-либо причин, как например, вследствие медленного опускания всей территории Култучного озера. Это также вполне возможно в такой местности, где имеются действующие вулканы» [10]. Выяснение вопроса о состоянии уровня озера и причин его повышения расценивалось как имеющее большое практическое значение для работ, ведущихся АКО на кошке (постройка различных зданий, складов, механической мастерской и дороги).

В праздничный день, 7 ноября 1930 г., ровно в восемь часов утреннюю тишину разрезал громкий гудок построенного на косе лесопильного завода АКО — первого промышленного предприятия в городе. В ответ загудели стоявшие на рейде парходы. Это стало сигналом к началу сбора трудящихся в праздничные колонны. В 1931 г. к лесопилке добавились стоявшие севернее механические мастерские АКО, предшественник будущего Петропавловского судоремонтно-механического завода (ПСРМЗ), рис. 14.



Рис. 14. Лесозавод и механические мастерские АКО на Озерновской косе, 1932 г.

Территорию в районе култука — родникового поля, питавшего озеро водой, — постепенно стали осваивать военные. В конце 1920-х гг. здесь появились первые сооружения оборонного назначения, стала формироваться так называемая «маневренная группа Камчатского пограничного отряда». Так, неподалеку от дороги к селению Халактырка, шедшей между Петровской и Зеркальной сопками, был разбит гарнизонный полигон. Утром 21 августа 1931 г. на нем прошли состязания по стрельбе из гладкоствольных и нарезных ружей между членами спортивного общества «Динамо» и товарищества охотников. Палили «по тарелочкам и движущимся изображениям зверей». А 26 августа командование Петропавловского гарнизона сообщило, что, начиная с этого дня и по 1 октября, на полигоне ежедневно будет производиться стрельба боевыми патронами. Поэтому для предупреждения несчастных случаев здесь запрещалось всякое хождение и выпас скота. Военные «осваивали» озеро и так. Зимой оно служило местом для проведения парадов и показательных маневров, в которых участвовали и слушатели оборонных кружков из числа гражданского населения. 23 февраля 1932 г. в честь четырнадцатой годовщины Красной Армии состоялся парад частей Петропавловского гарнизона. К десяти часам они выстроились на заснеженном льду, «имея правый фланг у Никольской горы и левый — к АКОГраду, фронтом — на озеро».

Петропавловск быстро рос. Если в 1928 г. его население составляло 1 700, в 1929 г. — 1 900, в 1930 г. — 2 100, в 1931 г. — 6 000, то в августе 1935 г. — уже 16 685 чел. В 1936 г. старый город теснился на склоне восточного берега ковша, занимая площадь около семидесяти гектаров. Его новая часть площадью сорок гектаров размещалась в двух километрах к северу от основного массива на южном склоне сопки Мишенной, на берегу озера (рис. 15).



Рис. 15. Вид с Никольской сопки на Озерновскую косу и АКОград, 1932 г.  
(из фондов ККОМ)

Между собой обе части города сообщались шоссейной дорогой, шедшей по Озерновской косе (рис. 16), и тропой вокруг озера. В середине 1930-х к ним добавились катера-«трамвайчики», ходившие по озерной глади между пристанями, стоявшими на его южном и северном берегах. По воспоминаниям старожила В. В. Бооля, «с борта катера кристально прозрачная вода просматривалась на значительную глубину. Пассажиры «трамвайчиков» как бы парили над фантастическим миром подводного царства» [9].



Рис. 16. Прокладка дороги по будущей улице Микояновской (ныне Ленинградская)

В 1934 г. газета «Камчатская правда» писала [15]: «Мы бы его назвали озером Бодрости. И это не праздное название. В нем кроется «производственный» эффект. Летом и зимой оно в состоянии вселять бодрость, крепить здоровье трудящихся, шлюпка, гребля, коньки, лыжи, санки, купанье. Мало ли что еще может дать озеро! Самое главное —

бодрость. Бодрить оно будет своим видом, бодрить также будет и своей силой» (рис. 17). Зимой замерзшая озерная гладь обращалась и в посадочную площадку для учебных самолетов Петропавловского аэроклуба.



Рис. 17. Физкультурный парад на Кулутчном озере. На заднем плане — здание управления АКО

Все здания в городе были деревянными, за исключением двух бань из бетонных блоков и кирпичной электростанции АКО, водой он снабжался от колонок, питавшихся из ключей, бивших на склонах сопок. Канализации в Петропавловске в то время не было, бытовые стоки большей частью уходили в озеро. Улицы покрытия не имели, за исключением Микояновской (ныне Ленинградской), тянувшейся по АКОпоселку и Озерновской косе (рис. 18, 19). Город не располагал никаким общественным транспортом, электроэнергией его снабжали три станции: городская, АКО и порта. «1936 г. является переломным для экономики города. В нем начаты постройкой хлебозавод, спиртоводочный завод, приступлено к организации регулярных авиалиний по полуострову, проектируется крупная электростанция. Строится шоссе Петропавловск — Большерецк» [16, л. 4—5].



Рис. 18. Акватория озера, конец 1930-х гг. Фото П. И. Русских

Остатки стен построенной в 1936 г. капитальной АКОвской бани еще можно наблюдать и сейчас ниже школы единоборств (бывшего кинотеатра «Октябрь»). Сливавшаяся в озеро теплая мыльная вода вместе с другими бытовыми стоками долгие годы образовывали в ледовом покрове большую парящую полынью (рис. 20).



Рис. 19. Дорога по Озерновской косе у Никольской сопки. Фото П. И. Русских



Рис. 20. Незамерзающая полынья во льду озера, 1973 г.

В 1936 г. на полуострове работала Камчатская комплексная экспедиция (ККЭ). Одним из результатов ее пребывания в Петропавловске стало предложение устроить в Култучном озере «достаточно крупный порт». Для этого требовалось углубить его среднюю часть, отсыпать территорию у берегов и прорыть канал через Озерновскую косу. Но признавалось, что «такой вариант нецелесообразен невозможностью зимней навигации. Ввиду незначительного пресного стока бассейн замерзает на семь месяцев, и лед из него ветрами выноситься не может» [16, л. 278—299]. С учетом того, что особенностью местного рельефа являлся недостаток горизонтальных площадок, озеро впервые предлагалось засыпать.

Опираясь на составленные ККЭ рекомендации, 16 ноября 1936 г. горсовет принял постановление № 522 «Об отводе территории под строительство Петропавловского-на-Камчатке рыбного и торгового порта». В соответствии с ним, порту из городских земель, в числе прочих, отдавался участок «в современных границах Озерновской кошки, исключая

участок, отведенный под новую городскую электростанцию в южной части Озерновской кошки». Дальнейшее расширение потовой территории в районе кошки предусматривалось за счет засыпки части озера, начиная с его западного берега [16, л. 257]. Планы засыпки стали осуществляться, но позже, после начала Великой Отечественной войны.

В ходе разработки первого генерального плана развития Петропавловска, ведшейся в 1939 г. ленинградским институтом «Гипрогор», предусматривалось существенное уменьшение (более чем вдвое) акватории озера и обрамление его берегов капитальными набережными. Сильно расширялась Озерновская коса, превращаясь в «восточный промрайон», территория питавшего озера пресной водой родникового поля становилась местом интенсивной застройки. Здесь, в частности, намеревались расположить новый городской стадион. Сюда же тянулась новая городская магистраль по восточному берегу озера (современная ул. Набережная). В районе нынешнего монастыря между улицами Ленинградской и Ключевой должен был стоять огромный памятник вождю народов И. В. Сталину, на берегах Култушного озера появились бы фонтаны и лодочные станции... В определенной степени эти замыслы оказались осуществленным. Так, теперешняя же набережная озера со стороны площади им. В. И. Ленина весьма сильно напоминает изображенную на проекте 1939 г., да и конструируемый сейчас стадион находится примерно на указанном генпланом месте (рис. 21).



Рис. 21. Култушное озеро на генеральном плане развития города, 1939 г.  
(из фондов ГАКК)

В военном 1942 г. началась прокладка широкой дороги по восточному берегу озера. Эта трасса считалась стратегической: в случае, например, разрушения бомбардировкой неширокой Озерновской косы, нарушалась связь двух частей города. С помощью новой дороги можно было маневрировать войсками, перебрасывать стратегические грузы, при необходимости эвакуировать население. Разрабатывавшиеся в ходе стройки на склонах Петровской сопки почва и скальный грунт сбрасывались в воду (участки I и VII проектной засыпки, рис. 22).

Вот что об этом вспоминает старожил города Г. Б. Rogozin. Его сестра Анна в 1942 г. окончила школу-семилетку. «После работы посещала всевобуч, то есть занималась военной подготовкой: рыла окопы на Никольской сопке, почти без всякой техники строила объездную дорогу вокруг Култушного озера. Теперь она называется улицей Набережной» [17, с. 135] (рис. 23).

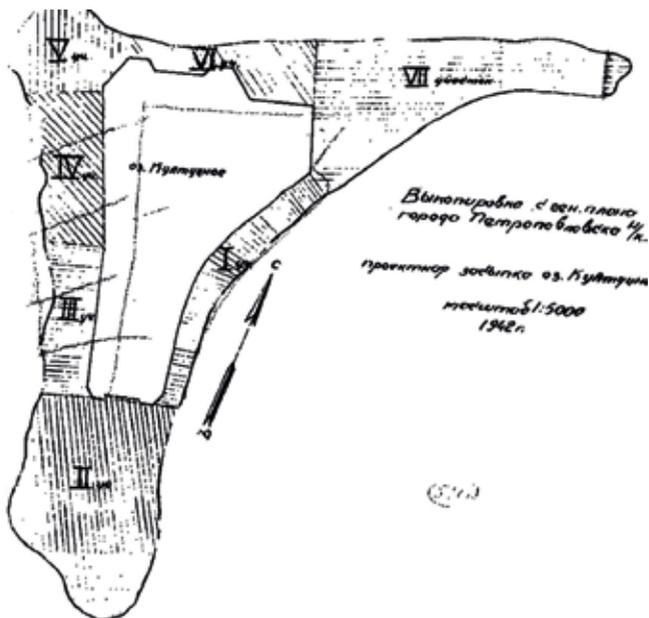


Рис. 22. План засыпки части Култучного озера, 1942 г. (из фондов ГАКК)



Рис. 23. Прокладка дороги по улице Набережной, 1942 г. (из фондов ККОМ)

Дорогу сооружали не только добровольцы, мобилизованные горожане и курсанты всеобщая, но заключенные и даже военнопленные. Вот свидетельство на этот счет еще одного горожанина — В. Г. Очеретина: «В сентябре 1945 г. мама вернулась из заключения. Она лопатой и киркой строила объездную дорогу вокруг Култучного озера. Эту дорогу также строили пленные японцы...» [17, с. 130]. Пробитая дорога стала кратчайшим путем из города к питавшему озеро родниковому полю за дровами, что заготавливались возле него. С 1943 г. здесь производилась расчистка территории от леса, началось интенсивное строительство [9].

С конца 1941 г. через Петропавловский порт в массовом порядке начали поступать оборонные грузы из США и Канады в рамках союзнической помощи (по программе ленд-

лиза). Вскоре выяснилось, что для их складирования в пределах порта отсутствуют достаточные площади. Вновь было обращено внимание на бывшие планы по засыпке озера. Складочные площадки намечали устроить на Култучном озере и в устье ручья Поганка, создав там территории путем рефулирования (перемещения морского грунта). Для связи этих вновь создаваемых площадей с причалами намеревались проложить узкоколейную железную ветку от озера через Озерновскую косу вокруг Никольской сопки, пересекающую мыс Сигнальный, к району генеральных грузов и далее к устью ручья [18, л. 1—8].

В 1943 г. силами пришедшего из Николаевска-на-Амуре земснаряда «Зея» намывалась новая территория на Озерновской коске. Видимо, именно тогда естественная протока, шедшая через кошку наискосок, была заменена нынешним перпендикулярным ей каналом (рис. 24, 25).

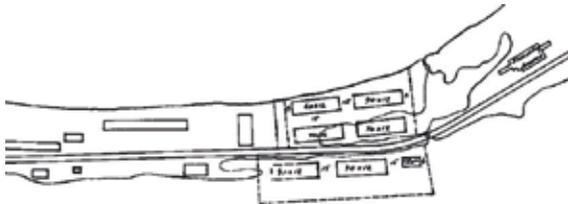


Рис. 24. План намывки Озерновской косы, 1942 г. (из фондов ГАКК)



Рис. 25. Земснаряд намывает Озерновскую косу (из фондов ККОМ)

В 1952 г. возник проект, несколько напоминавший предложение почти полуторавековой давности П. Добелла, — создать в озере базу Управления тралового флота (УТФ). В это время шло активное пополнение его среднетоннажными рыболовными траулерами типа СРТ-300 и СРТ-400, на десятилетие ставшими основных типом промысловых судов полуострова. Дело дошло до правительственного решения на эту тему. Так, из справки инструктора обкома КПСС Бруснецова по докладной записке начальника политотдела УТФ А. П. Ильюшина от 14 июля 1954 г. следует, что Совет Министров СССР в марте 1954 г. решил строить на озере базу флота. «В данное время ведутся изыскательские работы Гипрорыбпрома. В Петропавловск прибыла землечерпалка для проведения земляных работ на озере» [19, л. 34]. Его намеревались превратить в морской залив, соединив с Авачинской губой достаточно широким проходом, на акватории разместить плавучие доки, а на берегах — ряд цехов, причалы, склады и слипы для вытягивания корпусов судов на сушу. Но этот проект по ряду причин не осуществился.

В это время в озере уже начались необратимые процессы, проще говоря, оно умирало. Боцман Камчатского межколхозного производственного объединения В. И. Рубан

вспоминал в 1983 г.: «Я родился и вырос в Петропавловске, поэтому хорошо помню, каким было Култушное озеро... По чистому голубому водоему ходил катер. Рыбалка была отменная. Красоты озеро было неопишущей, поэтому все называли его украшением нашего города... Жемчужину природы изуродовал человек. Сначала сюда свалили отходы лесопильные предприятия, затем потекли сточные воды, мусор с улиц, нечистоты. Распахивались окружающие сопки, и в озеро пополз грунт...» [20] (рис. 26).



Рис. 26. Улица Набережная в середине 1950-х гг.

Более подробно об этом в 1988 г. рассказал В. В. Бооль: «В результате вырубки лесов родниковое поле теряет силы. Часть галечников обсохла. Уровень воды в озере понизился, обнажились широкие отмели. Теперь «трамвайчики» ходили уже по определенному фарватеру. Неправильным ударом по жизненным устоям озера было начало строительства на родниковом поле. После засыпки земель на отвоеванных территориях строились склады, а позднее жилые и промышленные здания... Но и после войны родниковое поле по традиции планомерно засыпалось землей. Какой-то период времени это было единственное место в городе, разрешенное для отвала грунтов. Вода в озере помутнела. Появились илистые отложения. Сток через Озерновскую косу обрел неприятный запах. Озеро умерло в середине пятидесятых, когда началась отсыпка грунта под строительство первой очереди стадиона «Спартак». Тогда, видимо, и были заглушены, завалены грунтом последние родники» [9] (рис. 27).



Рис. 27. Дамба между улицами Микояновской (ныне Ленинградская) и Набережной. Справа здание управления Главкамчатрыбпрома (бывшее АКО), слева — моррыбтехникум, август 1949 г. (из архива Г. Б. Рогозина)

Краевед А. П. Пирагис указывает, что план засыпки озера частично продолжал воплощаться в жизнь. «К середине 1950-х годов на засыпанной северо-восточной части озера от бывшего моста комсомольцы города заложили парк – высадили деревья. В 1957 г. в так называемом парке проходили праздничные мероприятия в дни Международного фестиваля молодежи и студентов в Москве. Парк просуществовал недолго. В 1959 г. методом «народной стройки», как писали в то время газеты, на его месте был построен стадион «Спартак». Возведенный на бывшем озере, стадион проседал, и его несколько раз реконструировали, совершенствуя дренаж. Озеро со стороны стадиона продолжали засыпать до 1978 г., пока не одели берег в бетон» [6] (рис. 28). В это время бывшее родниковое поле, некогда питавшее озеро чистой пресной водой, уже почти исчезло. Его остатки, обнажившиеся после размыва или проседания почвы после сильных осадков, проявлялись еще в 1960—1970-х гг.



Рис. 28. Строительство стадиона «Спартак», 1956 г. (из фондов ККОМ)

4 мая 1959 г. Петропавловск поколебало сильное землетрясение. Выбежавшие из раскачивавшегося здания студенты пединститута, собравшиеся у бровки восточного берега, стали свидетелями уникального, ранее невиданного природного явления. «Зеркально ровная и тихая до сего времени гладь озерной воды вдруг забурилась, заклокотала. На ней образовалось много гейзерообразных выбросов высотой от десятков сантиметров до трех метров. Количество выбросов на глаз достигало тридцати. Они располагались вдоль. Полоса бурлящей воды метровой ширины протянулась примерно на 40—50 метров. Она находилась в десяти метрах от берега. Это явление продолжалось немногим меньше минуты, а примерно через полчаса со стороны озера потянуло запахом сероводорода...»

Главный геолог геологуправления И. Н. Карбивничий пришел к выводу, что «в пределах Петропавловска имеются глубокие трещины, в которых «закупорены» водяные горячие смеси, крайне необходимые для решения задач теплофикации города за счет подземных вод... Благоприятное расположение Култушного озера, наличие под его водами тектонической трещины с газодяными выбросами выдвигает последнее в число первостепенных объектов для постановки буровых работы, без которых решение задачи теплофикации города за счет подземных вод немислимо» [21].

К 1960 г. была намыта территория в центре города на основании Озерновской косы, а сама коса частично асфальтирована и забетонирована (рис. 29).



Рис. 29. Вид на намытую площадку, ныне площадь Ленина (из фондов ККОМ)

В это время озеро вместо городского украшения довольно быстро превращалось в антисанитарный рассадник. Особенно его захламлял лесозавод Камчаткестроя. Горожане, несмотря на запрет властей, продолжали разводить огороды на сопках, благодаря чему почва смывалась в озеро [22, с. 353].

Уместно будет привести здесь весьма красочное описание того противоречия, с которым сталкивались и горожане, и гости нашего города, принадлежащее нашему камчатскому писателю Н. В. Санееву: «...Незнакомый город, чужие улицы, дома, люди. Бредет человек по вечерней Ленинской. Запрокидывает голову вверх, удивляется... Расцветены сопки огнями. “Ишь, пригнздились где дома. Чудной город”. Бредет новичок по незнакомой улице, жадно схватывает все глазами. Справа высется дома, дома, а слева... “Вот это сказка”, — завороженный останавливается он у берега.

Озеро кишело звездами. Небесными и теми, земными, что поспрыгивали сюда с обрывов сопки, с улиц. Скучиваемые легким ветерком, они игриво вспархивали на морщинистых складках волн, манили взгляд, приковывали к себе.

“До чего же умница природа, — отмечал про себя новичок. — Знала где создать такой уголок. Озеро в центре города! Где еще найдешь такое! Обязательно напишу друзьям...”

Обманчивая ночь. Как многое она скрывает от людских глаз. Скрыла она от восторженных глаз прибывшего в Петропавловск новичка в десятки грязных клоак, питающих зловонием редкую природную достопримечательность города — Култушное озеро. Утром оно потеряло краски, поблекло» [23].

Но пока поверхность водоема по-прежнему оставалась самой большой спортивной площадкой города: зимой на ней прокладывали лыжные трассы, где занимались и состязались школьники и студенты средних учебных заведений, в частности Петропавловского мореходного училища, рыбного техникума. В марте 1962 г. ДОСААФ провело здесь первенство по мотокроссу. Дистанция проходила по льду озера и его крутым берегам. Быстрее всех пять кругов сделал, завоевав первое место среди мотоциклов с объемом цилиндра до трехсот пятидесяти «кубиков», судоремонтник А. Моисеев. 7 июня 1962 г. горсовет решением № 395 установил места отдыха горожан: сопка Никольская, лесной массив пятого километра, Малая Океанская, Халактырское и Култушное озеро, ул. Ленинская, пос. Советский и «обязал автобусное хозяйство и морпорт усилить движение транспорта в установленные места» [22, с. 372, 377].

В 1963 г. с трибуны совещаний и сессий городского Совета медработники с тревогой отмечали, что озеро продолжает превращаться в возможный источник заболеваний. Это было особенно странно с учетом признания его зоной отдыха. В летнее время здесь, например, действовала лодочная станция. Рядом с ней располагалась база технического снабжения, на берегу же у самой воды прилепилась уборная. Далее виднелся островок — свалка отходов ПСРМЗ. Судоремонтники валили в озеро мусор и металлическую стружку. Правда, они же, словно оправдываясь, в этом году разбили рядом молодой сквер. Дальше всех врзалась в водную гладь «дамба» лесозавода. Древесные отходы отсюда не вывозились, а бульдозером сгребались в водоем. Из воды торчали горы опилок, плавали

бревна и доски. В углу озера приютился автопарк, «украшавший» поверхность воды радужными разводами горюче-смазочных материалов. Спортсмены сетовали, что они лишаются своей базы, а культработники — уголка отдыха.

В выходные дни водную станцию посещали не меньше четырехсот человек, многие приходили с детьми. Лодок не хватало, в очереди приходилось стоять по два часа. На берегу имелась лишь конурка кассы, присесть в ожидании было не на что. На станции в то время трудились начальник, он же моторист и спасатель В. Золотухин и медсестра-инструктор Н. Куклина [23] (рис. 30).



Рис. 30. Водная станция на Култужном озере, середина 1960-х гг. (из фондов ККОМ)

В апреле 1964 г. областные власти приняли решение о развитии на Камчатке парусного спорта. Одной из баз для этого было определено среднее Петропавловск-Камчатское мореходное училище. Работа с парусами должна была воспитывать у его курсантов качества, необходимые для работы в море. Училище получило десять яхт-шверботов типа «кадет». На Култужном озере будущие моряки начали обучаться хождению под парусами и гребле.

31 мая 1964 г., в воскресенье, лодочная станция открыла свой очередной сезон. Через день горком КПСС и горисполком приняли постановление, вновь называвшее озеро «местом массового отдыха горожан». В середине ноября на льду начали тренироваться хоккеисты Управления тралового и рефрижераторного флота, спортобществ «Водник» и «Дорожник» [22, с. 395, 406].

20 мая 1969 г. на бюро горкома КПСС первый секретарь П. И. Загоруй отметил, что город обзавелся пятью свалками, в числе коих он упомянул и ту, «что у Култужного озера». Председатель горисполкома И. Г. Коваленко заявил: «У нас в городе более шестисот мелких и крупных организаций и учреждений, многие из них существуют от пяти до тридцати лет, многие руководители по столько же лет живут в городе и имеют возраст пятьдесят лет. Неужели им не хватило пятьдесят лет советской власти, чтобы осознать свой долг и не собирать сегодня такого большого совещания, чтобы указать ему себя из-под носа грязь вывезти?» [22, с. 452].

Кроме бытового мусора и неизбежных ливнестоков в озеро шли отходы с улицы Ленинградской, из балочки, что возле кинотеатра «Октябрь», в случае аварии сбрасывались нечистоты из коллектора водоканала, поступали отходы завода пивобезалкогольных напитков [24].

*Законодательные меры по защите водоема от загрязнения.* Наверное, первой из них, зафиксированной на бумаге, следует считать распоряжение исполняющего дела начальника Петропавловского уезда А. М. Пименова. 28 января 1917 г. он предписал: «Для свалки мусора и вообще нечистот отведено место по дороге в Сероглазку около кладбищенской горы, и это место обозначено столбами с соответствующими надписями (в

районе нынешнего мужского монастыря. — С. Г.). Обыватели города Петропавловска... обязаны вывозить на указанное место, в противном случае виновные подлежат законной ответственности». Здесь же отмечалось, что «между прочим, некоторые из обывателей этого требования не выполняют и валят навоз, мусор и нечистоты на лед Култучного озера» [25].

Но время шло, а мало что менялось. Так, 10 мая 1931 г. из-под снега на берегу вытаяла свалка нечистот. «Как будто городской совет решил засыпать это озеро. Идея осушить озеро — хорошая, но материал выбран неподходящий. Навоз будет разлагаться, озеро протухнет, и население будет задыхаться от вони», — писала газета «Камчатская правда».

5 ноября 1925 г. Камчатский губревком принял обязательное постановление № 3 «Об объявлении лесов в пределах Никольской и Петровской гор, верховьев Фермерского и Култушного ключей и 250-саженной полосы вдоль Авачинской бухты защитными». С этого дня в означенных районах воспрещалась любая рубка леса. Правда, действовало это постановление в течение одного года [26].

В начале июня 1929 г. горсовет распорядился убрать всех ездовых собак, ранее содержавшихся у подножья Никольской сопки и на берегу Култучного озера, в район опытного пригородного поля.

В августе 1934 г. «Камчатская правда» писала: «Кто и когда только не любят этим озером. Нет никакой надобности разукрашивать его пером. Но в Петропавловске нашлись люди, которые этим-то и занялись. Пишут об этом озере буквально целые тома резолюций. Склоняют его во всех падежах, приспособливают его под всякие цели. А тем временем жители — соседи озера загаживают его мусором. Беззастенчиво, среди бела дня» [15].



Рис. 31. Култучное озеро в 1940 г. (из фондов ККОМ)

27 мая 1964 г. вступило в действие решение горсовета «Об охране зеленых насаждений г. Петропавловска», запрещавшее вспашку земли и посадку сельскохозяйственных культур на тридцати семи улицах, в том числе Озерновской косе, Пограничной, МаксUTOва, Ленинградской, Ключевской, а также по склонам сопки Мишенной.

Это лишь малая часть подобных решений и постановлений, не давших, как мы видим из перечисленного выше, никакого существенного результата.

*Проекты и попытки очистки и благоустройства.* 4 августа 1964 г. горком КПСС и горисполком вынесли особое решение об озере: приступить в 1965 г. к его благоустройству по проекту института «Гипрокоммустрой». Предполагалось начать строительство «соединительного канала между Авачинской губой и озером, а также моста

через соединительный канал»; все склады, торговые точки, то есть киоски и ларьки, убрать, переселить обитателей Озерновской косы и частично улицы Ленинградской, жилье которых вплотную примыкало к берегам [22, с. 399].

В январе 1966 г. институт «Гипрокоммунстрой» завершал составление упомянутого выше проекта. Он, как мы знаем, включал строительство моста и канала «для связи озера с Авачинской бухтой, углубление его дна». После освождения Озерновской косы от складских строений и рынка здесь, как утверждал главный архитектор Петропавловска Л. Ленченков, будет разбит второй приморский бульвар, органически входящий в состав зеленой зоны Култучного озера. Рядом с мостом и каналом появится водоспасательная станция. С окончанием этих работ и благоустройством парка на Никольской сопке центральный район города должен стать «красивым и удобным местом отдыха горожан» [22, с. 419]. Этот проект, насколько нам известно, не осуществился.

В высказывавшихся отдельными лицами в 1960-х и 1970-х гг. инициативных предложениях оздоровления озера, в частности, для очистки дна, рекомендовалось использовать агрегат типа рыбонасоса, смонтированного на понтоне, коим и перемещать илистый грунт.

21 мая 1977 г. по инициативе комсомольцев ПСРМЗ началась «операция “Чистое озеро”»: прошел субботник, в котором участвовали почти семьсот человек. Массовый выход на благоустройство состоялся и 25 июня, в день всесоюзного комсомольско-молодежного субботника. За две эти «трудовые вахты» комсомольцы отправили на склады Вторчермета шестьдесят заполненных разными отходами грузовиков, сожгли гору хлама, убрали битое стекло, кирпич, снесли старую котельную, «закрывавшую вид на бухту».

23 июня 1977 г. газета «Камчатская правда» опубликовала статью «Еще раз о Култучном», отчет об организованном редакцией «круглом столе». Известный ученый И. И. Куренков, автор исследования «Озера Камчатки», заявил здесь: «Надо либо расстаться с озером навсегда и засыпать его, либо очистить. В таком виде его оставлять нельзя». Первый секретарь обкома ВЛКСМ А. Парохин с комсомольской прямотой высказал очевидное: «Давно пора открыть глаза общественности и руководителям предприятий Петропавловска на недопустимость такого обращения с уникальным реликтовым озером. Оно должно жить! Это — достояние народа, и впредь те, кто загрязняет Култучное, должны отвечать за это перед законом». Хотя глаза общественности, а в особенности ее носздри, уже давно ощущали эту самую «недопустимость». Но прежде чем чистить озеро, следовало прекратить его загрязнять. Предложено подключить баню на Ленинградской к сточному коллектору, до которого было всего-то три десятка метров, поставить песколовки на пути речушки, стекавшей в озеро со стороны стадиона «Спартак». Она несла с собой грунт с сопки Петровской и уже намыла отмель, заметно уменьшившую площадь водного зеркала (рис. 32).



Рис. 32. На переднем плане справа — отмель на озере (из фондов ККОМ)

В качестве возможного средства очистки вспомнили о земснаряде «Камчатский», хорошо потрудившемся на строительстве нового района Усть-Камчатска, но выяснилось, что в озеро его никак не «втащить», а других пригодных средств землечерпания нет [24].

Эта статья вызвала ряд откликов неравнодушных горожан. А. Г. Порханюк предлагал чистить озеро, черпая из него грунт, для чего установить на понтонах экскаватор, поднимаемый ил грузить на баржу, а потом «с помощью бульдозера сгребать озёрный мусор в бухту». Вспоминали и о том, что озёрный ил — хорошее удобрение для полей (о его составе тогда толком еще не знали). Молодежь объединения «Камчаткстройматериалы» была более реалистична. Она добилась согласия руководства на безвозмездную передачу своего земснаряда, правда, требовавшего восстановительного ремонта. Он мог работать на шестиметровой глубине, имел осадку менее метра и шестисотметровый пульпопровод. Предлагалось восстановить земснаряд на городских судоремонтных предприятиях [27].

В 1983 г. свою точку зрения высказал С. Е. Трифонов — директор ПСРМЗ, входившего тогда в состав Дальневосточного производственного судоремонтного объединения «Петропавловская судовой верфь им. В. И. Ленина»: «Уверен: ни один производственный коллектив не заинтересован в такой степени в оздоровлении озера и создании на его берегах зоны активного отдыха горожан, как наш... И каждый рабочий, служащий предприятия приложит максимум усилий для того, чтобы выполнить нужный объем благоустроительных работ». Он сообщил, что заводчане по собственной инициативе составили эскизный проект реконструкции водопутепровода между озером и губой, предусматривавший рациональный водообмен, способствующий очистке хотя бы зеркала озера и устранения гнилостного запаха в летние месяцы, «которые станвятся уже нетерпимым». Заводские специалисты считали, что очистку дна и выравнивание береговой линии можно произвести грейфером. С его же помощью следует подготовить ложе для укладки плит нового путепровода и установки шлюза. К сотрудничеству призывались сотрудники Камчатских отделений института «Гипрорыбпром» и ТИПРО, Камчатрыбвода, территориальной гидрохимлаборатории, а сами заводчане гарантировали благоустройство берега и территории, прилегающих к их предприятию.

Председатель областной плановой комиссии и заместитель председателя облисполкома Б. П. Кашинцев в ответ на это предложение сообщил, что начата разработка проекта благоустройства центра города, включающего площадь им. Ленина, берега губы и озера, прорабатывается вопрос об оборудовании мест для прогулок и отдыха, озеленения и даже сооружения яхт-клуба. Еще в июле 1982 г. решением облисполкома Петропавловскому горисполкому совместно с Камчатрыбводом, гидрохимлабораторией, трестом «Камчатморгидрострой», объединением «Камчатгеология», местными отделениями институтов «Гипрорыбпром» и «Дальгисиз», судовой верфью и трестом «Камчатремрыбспецстрой» поручено рассмотреть вопрос целесообразности очистки озера, а сотрудникам «Гипрорыбпрома» подготовить его технико-экономическое обоснование. И эта работа уже проведена: «Гипрорыбпром» представил горисполкому документацию на три варианта оздоровления озера, из которых наиболее оптимальным и целесообразным признал третий, называвшийся «Технико-экономические обоснования по очистке озера Култунского», предусматривавший разработку грунта земснарядом. Принято и предложение об утверждении заказчиком проектирования и строительства управления коммунального строительства горисполкома (позже трест «Спецкоммунремстрой»), подрядчиком — треста «Камчатморгидрострой», проектировщиком — местное отделение института «Гипрорыбпром» [28].

Разговоры о судьбе озера активизировались во второй половине 1980-х гг. в связи с подготовкой к предстоящему в 1990 г. 250-летию Петропавловска. Наряду с официальными шли и общественные обсуждения проектов благоустройства водоема. Так, весной 1986 г. инженер Ю. Засядько предлагал устроить на нем фонтан, ну прямо как на Женевском озере. 16 мая 1986 г. «Камчатская правда» [29] напечатала письмо горожан за девятнадцать подписями, выступивших против этого, считавших, что «проблемы

Култушного озера, к сожалению, гораздо шире, чем эстетически сомнительное устройство фонтана». Они в очередной раз предложили прекратить сброс канализационных вод, отводя их в городские очистные сооружения, и использовать способностью озера к самоочищению. А для помощи в ней «провести ряд сравнительно недорогих инженерных мероприятий». В их числе поиски и очистка родников, снятие от двух до четырех метров слоя ила в центре дна, расчистка протоки в губу без углубления, дабы приток морской воды не вызвал застой воды на дне, способствующий появлению сероводорода. «Но даже если будут проведены все очистные мероприятия, на наш взгляд, устанавливать фонтан на озере ни к чему. Во-первых, не следует забывать, что основная функция фонтана — увлажнять воздух, а в нашем городе и так достаточно высокая влажность. Во-вторых, установка и эксплуатация фонтана — достаточно дорогостоящая, если учитывать приливы и отливы, засоление воды, обростание водозабора. Кроме того, подпор воды увеличит ее застой, что усилит отложение илистых осадков, введет в зеркало озера берега, покрытые гумусом, и вызовет дополнительное разложение органических остатков в воде, ухудшит гидрологический режим озера». (Следует отметить, что элементы фонтана позже были таки заказаны и изготовлены, привезены в Петропавловск и даже испытаны. В начале 1990-х гг. они хранились на складе одной из дорожно-ремонтных организаций, но потом были утрачены.)

А вот еще одно предложение (В. Рогачев, середина 1980-х гг.): «Чтобы серьезно рассчитывать на чистое озеро, надо, прежде всего, подать в него чистую воду. Решение лежит буквально под ногами. Достаточно перехватить воду ручья Поганка и подать ее самотеком по водоводу в озеро. Для этого нужно проложить две нитки водовода диаметром 150 мм каждая от отметки 180—190 м над уровнем моря (там, где городская объездная дорога делает крутой поворот и пересекает ручей) до площади им. В. И. Ленина. Это будет одна нитка, и до стадиона «Спартак» — вторая. Поступающая в озеро насыщенная кислородом вода вытеснит из озера грязную и вызовет в нем активные процессы самоочищения природного ила».

Для осуществления этой идеи требовалось около восьми километров труб, смонтированных на поверхности, например, из имевшихся на полуострове воинских комплектов. «Думаю, это было бы хорошим подарком от военных к юбилею города». Перепад высот почти в двести метров позволял доставлять воду в озеро самотеком. Эта идея в свое время была озвучена на градостроительном совете Петропавловска, возражений не получила, напротив была принята и одобрена, но развития не имела [30].

В конце декабря 1987 г. Петропавловский горком КПСС изучал вопрос прекращения сбросов в озеро. Облводоканалу и институту «Камчатсккомунпроект» предписано выпустить проектно-сметную документацию на перекладку и ремонт канализационных сетей вокруг озера до 1 марта 1988 г., чтобы полностью исключить попадание загрязненных вод [31].

18 февраля 1988 г. заместитель председателя горисполкома В. Г. Малинин сообщил о том, что вариантов проекта благоустройства озера разработано уже пять. В их числе:

- соединение его с губой и разработка грунта морским земснарядом. Удовольствие дорогое, но зато работу можно завершить за два месяца. Правда, снаряд черпает грунт на почти пятиметровую глубину, а это значит, что потребуются вывозить его огромное количество, а потом засыпать канал между озером и губой, для чего понадобится завезти 57 тыс. куб. м щебня из береговых карьеров;

- очистка черпачковым земснарядом, собранном в самом озере. В этом случае исключено его загрязнение водами губы во время западных и северо-западных штормов, несших с собой мусор и мазут;

- понижение уровня воды насосами и подъем грунта наземными механизмами. Помимо прочего, при этом варианте пришлось бы перекрывать движение по Озерновской косе.

После оценок выбран наиболее приемлемый — разрабатывать грунт речным земснарядом, намывая дополнительную территорию для ПСРМЗ. Преимущества этого

проекта: загрязненный грунт разрабатывается на ту глубину, на которую залегают, уровень озера почти не меняется, коммуникации не перекадываются. Ил органического происхождения удаляется при этом почти полностью, а остаток в виде взвеси быстро окисляется. Работы будут финансироваться за счет средств на благоустройство города.

Для осуществления предложенного требовалось построить три канализационно-насосные станции, пруд-отстойник для очистки ливневых и сточных вод (это предполагалось сделать на части территории стадиона «Спартак») и три фонтанирующие установки. «Это будет красиво, будет напоминать наши гейзеры. К тому же, как считают специалисты, это будет и полезно: с их помощью вода в озере станет постоянно обогащаться кислородом». Стоимость всех работ оценена в 8 290 тыс. руб., первой очереди — в 3 506 тыс. На берегах уже закрыли баню,несли индивидуальные свчерадики и прочие строения, загрязнявшие воду. Однако некоторые предприятия еще продолжали сбрасывать свои отходы, например, завод пивобезалкогольных напитков. Поэтому, несмотря на ликвидацию злополучной бани, запах никуда не исчез, а прогулки по Набережной еще не обрели былое очарование.

Неразрешимым оставался вопрос: куда же девать вынутый со дна отравленный грунт? Из-за состава использовать «на удобрения» его было нельзя. Елизовская агрохимлаборатория, сделав анализ проб, выяснила, что 70—80 % грунта составляет песок, который будет засорять поля. Поначалу решили было использовать его для расширения территории ПСРМЗ, но тут вмешались гидрохимлаборатория и Камчатрыбвод, опасавшиеся, что часть ила попадет в губу. Вывозить его морским путем за ворота и сбрасывать нельзя в соответствии с требованиями международной конвенции. Предлагалось доставлять его на баржах в район Халактырского пляжа или отвести для него место прямо в городе, а затем постепенно вывозить куда-нибудь за городскую черту автотранспортом... [31].

Долгая эпопея, начатая 5 мая 1983 г., когда Камчатский облисполком утвердил один из вариантов очистки, согласно которому озеро предстояло черпать земснарядом, подходила к концу. С 1984 г., то есть шесть лет, отделение института «Гипрорыбпром» работало над этим проектом. Были рассмотрены десятки вариантов, изучены сотни мнений и аналогов, все это неоднократно обсуждалось на заседаниях в горисполкоме и на градостроительном совете, куда приглашались представители природоохранных организаций, ТИПРО, Гидрометеослужбы, Камчатрыбвода, гидрохимлаборатории, горсанэпидстанции, депутаты, горожане. Варианты проектных решений выставлялись на обозрение в фойе драмтеатра. Общественное мнение изучалось с помощью газеты «Камчатская правда». На основании всего этого областной комитет по охране природы 30 ноября 1989 г. выдал разрешение «на специальное водопользование очистки». Затем проект прошел скрупулезную экспертизу и 5 декабря 1989 г. был утвержден распоряжением облисполкома [32].

В январе 1990 г. на Озерновской косе монтировался земснаряд, которому предстояло работать с наступлением весны. Камчатморгидрострой арендовал его у хабаровского стройуправления «Трансгидромеханизация», которое в свою очередь приобрело механизм в г. Цимлянске Ростовской области. Руководил сборкой бригадир М. В. Подберезовский. Работы намеревались вести в течение примерно двух лет приезжими вахтами, трудившимися по пятнадцать дней, а бригадира и мастера поселить на это время в Петропавловске. Бригадиру даже дали двухкомнатную квартиру гостиничного типа. В феврале ждали приезд группы электриков для завершения монтажа земснаряда, а пока приспособлялись понтоны, трубы, готовилась техническая документация. Для питания механизмов прокладывали линию напряжением шесть тысяч вольт от подстанции у кинотеатра «Октябрь».

Окончательный проект предусматривал четыре каскада отстоя. Первый — на самом озере. Он, сильно заболоченный, существует и сейчас в виде заброшенной очистной дамбы. Сюда земснаряд подавал грунт вместе с водой, после отстоя та сбрасывалась обратно в озеро. За территорией ПСРМЗ возводилась пятисотметровая дамба с тремя

каскадами. После отстоя в первом вода должна была идти во второй и третий, и только осветленная после лабораторного анализа уходить в губу. Так намеревались избежать массового попадания в губу ила, оседающего на «картах отстоя» и образующего новые намывные площади на территории завода. Толщина очищаемого слоя загрязненного грунта на дне озера оценивалась в два метра, то есть намеревались убирать слой, нанесенный за последние три-четыре десятка лет. Его количество определено в 450 тысяч «кубов». Стоимость работ вместе с благоустройством на сей раз оценена в четыре миллиона рублей. Ожидалось, что после этого заработают озерные донные родники, сейчас заглушенные [33].

Подача воды в озеро морской воды в разрешенный учеными период, работа родников, предотвращение всех стоков, последующее обогащение воды кислородом должны были, наконец, дать озеру вторую жизнь...

Но появились непредвиденные сложности. Выяснилось, что отстойные каскады на ПСРМЗ, выполненные из крупного скалистого грунта, пропускают грязную воду с ядовитым илом, в том же 1990 г. в городе ходили слухи, что во время отсыпки дамбы перевернулся бульдозер и пострадал управлявший им механизатор... А потом работы были остановлены: в стране начиналась новая жизнь, в которой места для доведения задуманного до конца пока не находилось. Нам же на память о былых проектах осталась упомянутая дамба и отрезанный ею северо-западный угол озера, сейчас населенный небывалыми ранее в Петропавловске лягушками, громкое пение которых летними вечерами оглашает окрестности, да несколько утиных семейств, выводящих здесь свое немногочисленное потомство...

Но всякому внимательному наблюдателю заметно, что озеро за последние два десятка лет стало чище, неприятный запах беспокоит горожан уже не каждое лето даже в самые теплые месяцы. Правда, появились новые угрозы. Ученые с тревогой говорят о том, что в воде появились ранее отсутствовавшие ядовитые сине-зеленые водоросли и патогенные, то есть способные вызывать инфекции, микроорганизмы. Озеро вновь может стать потенциальным рассадником заразы. Не допустить этого и сохранить уникальный водоем для последующих поколений — общая обязанность ученых, государственных мужей, городских руководителей и простых граждан.

*Утопления и происшествия.* Впервые в криминальной хронике озеро упоминается в 1916 г. «Камчатский листок» сообщил: «В ночь на 2 октября неизвестными злоумышленниками произведено дерзкое, возмутительное преступление. Убит мальчик — ученик высшего городского училища Терентий Дергач. Труп Дергача найден И. Новограбленовым под мостом за Култучным озером (мостиком, перекинутым через протоку. — С. Г.). К розыску злоумышленников приняты энергичные меры» [12, с. 33]. Это событие для Петропавловска, насчитывавшего в ту пору всего тысячу двести жителей, знавших друг друга буквально в лицо, стало настоящим чрезвычайным происшествием. Но о том, было ли расследовано это злодейское убийство и нашли ли преступников, мы не знаем.

Нередко в озере тонули люди. В их число чаще всего попадали подростки и дети, пытавшиеся резвиться на его еще неокрепшем зимнем покрове. Старожилы Петропавловска помнят, что наиболее отчаянные и «подогретье» граждане в 1960-х — 1970-х гг. возвращались с традиционной ноябрьской демонстрации по только что вставшему тонкому, прогибающемуся под ногами и скрипящему льду.

2 мая 1956 г. курсант мореходного училища А. Ансимов, шедший из кинотеатра, выйдя на берег, заметил группу плачущих детей. Присмотревшись, курсант увидел во льду широкую полынь и в ней мальчишку, уцепившегося за край льдины. Он разделся и ступил в холодную воду, ощутив вязкое и топкое дно, затем поплыл... Так был спасен ученик третьего класса школы № 4 [34].

А вот несколько трагических случаев, выявленных историком В. П. Пустовитом. В начале ноября 1967 г., проезжая мимо Култучного озера на машине, администратор драмтеатра В. Королев обратил внимание на возбужденную толпу. В шестидесяти метрах

от берега тонул мальчик. Администратор бросился в воду, доплыл до ребенка и вытащил его на берег. Спустя несколько дней, как раз перед ноябрьскими праздниками, в полынье вновь оказался мальчуган. Его спас участковый уполномоченный, младший лейтенант милиции Ю. Насонов. А 6 июля 1968 г. погиб выпивший взрослый. Этого не случилось бы, если бы он не пожелал покататься на лодке, предоставленной водной станцией. В ноябре 1969 г. капитан-наставник портофлота А. Ф. Сотников спас тонущую девочку. Он услышал ее крик с автобусной остановки «Заводская» и, сняв одежду, бросился в воду... [22, с. 438, 447, 455].

Последний случай утопления отмечен утром 21 августа 2013 г. Уходя от полицейской погони, прыгнул в воду, желая попасть на противоположный берег, совершивший правонарушение молодой человек. Он вырвал из рук у посетительницы кафе на берегу мобильный телефон и бросился бежать. Полицейский наряд бросился в погоню, а тот прыгнул в воду, заплыл на середину водоема и исчез из поля зрения... В течение нескольких дней после этого тело искали водолазы, нашедшие только куртку злоумышленника, в карманах которой оказался украденный телефон и документы на имя двадцатитрехлетнего жителя Бурятии. «В полиции уточнили, что Култучное озеро очень опасно и не предназначено для купания: илистое дно завалено старой арматурой и хламом» [35].

Криминал случался и ранее. Так, ночью 9 октября 1968 г. милицейская машина догоняла угонщика грузовика. У складов на Озерновской косе его настигли. Автоинспектор на ходу вскочил на подножку грузовика, распахнул дверцу и, увидев, что водитель пьян, сел за руль. Угонщик прыгнул в озеро, поплыл и вдруг исчез. Его тщетно искали на воде автомобильными фарами, решили, что утонул. Но спустя два часа кто-то стал осторожно выбиратья из-под стоявшего на сваях в воде склада. Пловца доставили в городской отдел милиции... [22, с. 449].

Ночью 10 сентября 2013 г. полицейские едва успели вытащить из воды пребывавшую в стоянии алкогольного опьянения пятнадцатилетнюю школьницу. «Сотрудники патрульно-постовой службы полиции дежурили на площади имени Ленина краевой столицы. Они услышали плач и увидели девочку, которая держалась за ограждение за памятником святым апостолам Петру и Павлу. Полицейские едва успели схватить школьницу, когда она, обессилев, отпустила руки от заграждения и начала погружаться в воду». В состоянии переохлаждения ее доставили в реанимационное отделение детской краевой больницы. На сей раз все обошлось благополучно. Несовершеннолетняя не только пребывала на улице в ночное время без сопровождения взрослых, но и распивала алкоголь в кафе-шашлычной [36].

Как видно, заповолившие западный берег озера «злчные заведения» стали не только рассадниками антисанитарии и источниками загрязнений водоема, но и местами морального разложения молодежи. Городским властям Петропавловска, намеревающимся воплотить план благоустройства центральной части города, есть, о чем подумать...

## ЛИТЕРАТУРА

1. Лессепсово путешествие по Камчатке и южной стороне Сибири. — М., 1801. — С. 13—15.
2. *Вутер И. В.* Хроника строительства города Петропавловска (1740—1923). Петропавловск-Камчатский, 1997. — 112.
3. *Сарычев Г. А.* Путешествие флота капитана Сарычева... с 1785 по 1793 год. — СПб., 1802. — С. 167—168.
4. Камчатский краевой объединенный музей (КОКМ). НВФ 2466/7.
5. *Гаврилов С. В.* Три века Петропавловского порта. — Петропавловск-Камчатский, 2004. — С. 22.

6. *Пирагис А. П.* Петропавловск-Камчатский: Культучное озеро (исторический очерк). [Электронный ресурс]. — Режим просмотра: <http://www.piragis.ru/publikatscii-po-istorii-kamchatki/kultuchnoe-ozero.html/>.
7. *Кусков В. П.* Топонимика Камчатки. Дисс... канд. геогр. наук. — Л., 1971. — С. 143—144.
8. *Завойко С. В.* Воспоминания // Камчатка. — Петропавловск-Камчатский, 1993. — С. 107.
9. Камчатская правда. — 1988. — 7 июля, № 154.
10. Полярная звезда. — 1930. — 30 окт., № 84.
11. *Гаврилов С. В.* Петропавловск. Год 1928-й // Вопросы истории Камчатки. — Вып. 6. — Петропавловск-Камчатский, 2012. — с. 656.
12. *Гаврилов С. В.* Маленькие камчатские истории. — Петропавловск-Камчатский, 2002. — 302 с.
13. Государственный архив Камчатского края (ГАКК), ф. Р-30, оп. 1, д. 22.
14. Там же, ф. Р-166, оп. 1, д. 10.
15. Камчатская правда. — 1934. — 24 авг., № 195.
16. ГАКК, ф. Р-541, оп. 1, д. 89.
17. Вопросы истории рыбной промышленности Камчатки. — Вып. 8. — Петропавловск-Камчатский, 2005. — 247 с.
18. ГАКК, ф. П-2, оп. 2, д. 597.
19. Там же, д. 1775.
20. Камчатская правда. — 1983. — 25 марта, № 37.
21. Там же. — 1960. — 29 июля, № 179.
22. *Пустовит В. П.* Столица Камчатки. Годы 1960-е // Камчатский летописец. — Вып. 2. — Петропавловск-Камчатский, 2012. — 576 с.
23. Камчатская правда. — 1963. — 17 авг., № 194.
24. Там же. — 1977. — 23 июля, № 172.
25. Камчатский листок. — 1917. — 28 янв., № 7.
26. КОКМ. НВФ 2815.
27. Камчатская правда. — 1977. — 6 авг., № 184.
28. Там же. — 1983. — 25 марта, № 37.
29. Там же. — 1986. — 16 мая, № 116.
30. Там же. — 1990. — 15 сент., № 213.
31. Там же. — 1988. — 18 февр., № 41.
32. Там же. — 1990. — 24 янв., № 11.
33. Там же. — 1990. — 24 июля, № 154.
34. Там же. — 1956. — 6 мая, № 108.
35. ЕвроСМИ [Электронный ресурс]. — Режим просмотра: [http://www.eurosmi.ru/676v\\_petropavlovskoe\\_kamchatskom\\_grabitel\\_ubegaya\\_ot\\_politseyskih\\_utonul\\_v\\_ozere.html/](http://www.eurosmi.ru/676v_petropavlovskoe_kamchatskom_grabitel_ubegaya_ot_politseyskih_utonul_v_ozere.html/)
36. Аргументы и факты. Камчатка [Электронный ресурс]. — Режим просмотра: <http://www.kamchatka.aif.ru/incidents/volcano/459289/>.

## ОЗЕРО КУЛТУЧНОЕ — ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА: ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

Т. Л. Введенская

*Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии  
(КамчатНИРО)*

Озеро Култучное находится в центре г. Петропавловска-Камчатского. Раньше этот водоем имел рекреационное и рыбохозяйственное значение, но по мере того, как город расширялся, осваивая все новые территории, акватория озера уменьшалась, происходило изменение гидрологического режима, а озерные воды загрязнялись различными стоками. Загрязненные озерные воды влияли на все элементы экосистемы, к настоящему времени водоем полностью потерял свое рыбохозяйственное значение и перешел в разряд эвтрофных. Эвтрофикация вод оз. Култучное в основном происходит за счет притока биогенных элементов извне. Основными источниками загрязнения являются несанкционированные сбросы через трубы, выведенные в акваторию озера, поверхностные воды, которые несут смывы с дорог и с окружающих озеро территорий. Значительные загрязнения вносятся и самими жителями города во время пребывания на прилегающих к берегу участках.

Для сохранения озера и изменения его экологического состояния в лучшую сторону необходимо иметь сведения обо всех его составляющих — гидрологических, гидрохимических и гидробиологических, чтобы предпринимать конкретные мероприятия по устранению отрицательного воздействия.

Данная работа посвящена анализу гидрохимических, гидрологических и гидробиологических исследований и оценки экологического состояния экосистемы озера.

### ВЧЕРА

#### *Историческая справка*

Почему озеро называется Култучным? В Кратком топонимическом словаре [1] описывается история возникновения современного названия озера. На карте 1800 г. оно назвалось как Долгое. В 1851 г. К. Дитмар [2] назвал его Верхним, видимо, исходя из того, что к югу от Петропавловской гавани, вниз, к устью Авачинской губы, на восточном ее берегу располагались еще два озера, также отделенных от бухты галечными косами — Богородское и Соленое. Теперь эти косы ликвидированы. Образовались бухты — до сих пор именующиеся озерами.

В рапортах и других документах, связанных с укреплением города в 1854 г. офицеры называли его просто «озером». Култучным стало называться оно примерно в 1908 г. Название происходит от слова «култук» — узкий залив. Озеро тогда широко сообщалось с морем [3].

Вода над отмелью бурлила от множества восходящих родниковых струй — отмель называлась «Родниковое поле». К XX столетию слово «култук» вышло из употребления в русском языке и осталось только в географических названиях. В 1941–1942 гг., при строительстве ул. Набережной, через залив был построен мост для выезда на ул. Микояновскую (теперь Ленинградская). С началом работы морского порта по приему и перевалке военных грузов, поступающих для фронта из США, потребовались территории для их складирования. Место под площадки, строительство складов, других сооружений выбрали сразу за озером. При планировке местности, устройстве террас на склонах сопки, местом для отвала грунта послужило «Родниковое поле», а затем и весь залив. В 1959 г. была закончена отсыпка территории, на которой расположен современный стадион и прилегающие к нему площади. Озеро лишилось култучка, и его название стало загадкой для горожан.

Ранее протока соединяющая озеро с бухтой была значительно шире, в него впадало множество ручьев и небольшая речка, местное название которой была Кижучевая. Косу (в

местном наречии — «кошку») прорезал полноводный сток руч. Култучный. Через него заходили на нерест кижуч, голец, корюшка, возможно и другие виды рыб. В кристально чистой, родниковой воде озера, как в зеркале, отражалась Меженная (Мишенная) сопка.

В первые десятилетия XX в. г. Петропавловск-Камчатский ютился между Култучным озером и песчаной косой, где сегодня находится Морвокзал, а в 30-х гг. стал расширяться. Именно в это время окрестности озера начали застраивать. В 1931 г. на берегу Култучного озера появился лесозавод, на северном берегу возвели административное здание акционерного камчатского общества (АКО), на Озерновской косе — мастерские, которые к 1954 г. преобразовались в судоремонтно-механический завод.

В эти годы воды озера были чистыми, из дна в районе песчаной отмели — Култука, которую потом называли «Родниковым полем» — били источники. Рыба в водоеме водилась вплоть до 60-х гг. К тому времени его частично засыпали: на новом участке суши сначала открыли Молодежный парк, а потом построили стадион «Спартак». К 70-м годам на территорию за стадионом перенесли городской рынок, который когда-то располагался на берегу озера в районе нынешней Театральной площади, потом на Озерновской косе — недалеко от причала.

Вода в озере долгое время оставалась почти прозрачной, изобиловала рыбой и, по-прежнему, была излюбленным местом отдыха горожан.

При подготовке новых строительных площадок были засыпаны подземные родниковые источники, за счет которых питалось озеро. Со временем сюда свели канализационные стоки предприятий, учреждений и оздоровительного комплекса «Бодрость», на берегу появилась баня, а по дорогам, окольцевавшим озеро, год от года проезжало все больше машин и на дне озера оседал песок, поступали загрязненные воды с дорог и много мусора непосредственно оказывалось в озере от отдыхающих на его берегах горожан.

Береговую территорию, некогда освобожденную от городских бань, вновь застроили: выросли автостоянка, АЗС и кафетерии.

Со временем вода озера превратилась в органический бульон, и слой антропогенных илов на разных участках дна достиг нескольких метров толщины. В месте выхода выпускного коллектора он перекрыл водную толщу и почти замыл коллектор. В водоеме не прекращались процессы цветения планктона, бактериального брожения и гниения органики, о чем свидетельствовал неприятный запах, ощущаемый в этом районе.

В связи с этим в начале 90-х гг. встал вопрос о необходимости в очистке Култучного озера. Для этого в акваторию озера был поставлен земснаряд. За территорией мехзавода вдоль берега бухты была отсыпана дамба. Отсеченная часть морской акватории поперечными перегородками была разделена на 4 кармана. Карманы, в свою очередь были последовательно соединены трубами. Дамбу и земснаряд соединял трубопровод. Предполагалось, что по нему илистый грунт из озера в виде жидкой пульпы будет перекачен в первый карман дамбы. Там он оседет, отстоявшаяся вода через трубу перетечет в соседний карман, а по мере его заполнения — в следующий. Постепенно карманы один за другим заполнятся грунтами оз. Култучное, а отстоявшаяся осветленная вода через систему труб самотеком потечет в бухту. Этот проект вызвал у экспертов множество нареканий. Однако, несмотря на возражения специалистов, работа по нему была начата. После первой же пробной закачки вся пульпа, содержащая токсическую минеральную взвесь и растворенную органику, через тело дамбы, оказавшееся проницаемым, прошла в прилегающую акваторию бухты и вскоре вызвала массовую гибель морских гидробионтов: звезд, мидий, волосатых крабов, зарослей ламинариевых водорослей. Закачка илов из озера в карманы дамбы была приостановлена. В самом озере срочно была сооружена новая временная дамба, отсекавшая небольшой участок от его основной части. Туда временно были складированы вынутые грунты.

Прошли годы, временная дамба в озере превратилась в постоянную, а площадь озера, соответственно, значительно уменьшилась. Отсеченный от него участок до сих пор не окультурен и превратился практически в болото. В озеро по-прежнему из

канализационного коллектора продолжают течь неочищенные стоки. Дно озера засыпается новым слоем антропогенных грунтов. Участок побережья Авачинской губы, испытавший катастрофическое антропогенное воздействие при очистке озера, подвергся почти полной деградации.

В последние годы экологическое состояние озера несколько улучшилось в связи с сокращением канализационных стоков.

## СЕГОДНЯ

### *Краткая физико-географическая характеристика*

Длина озера составляет 815 м, ширина — 283 м, глубина в озере достигает 6–7 м, толщина ила — 3 м. С Авачинской губой озеро сообщается протокой, протяженностью 96 м. Через дорогу вода из озера протекает по арочному бетонированному кульверту. Ледовый покров на озере устанавливается в ноябре, а распаление происходит в первых числах мая.

Площадь озера в связи с хозяйственной деятельностью жителей города постепенно сокращалась. В 90-х годах прошлого столетия в западном районе озера соорудили дамбу и отсекли часть озерной акватории (рис. 1). В настоящее время этот отсеченный участок в северо-западном районе озера превратился в болото.



Рис. 1. Култужное озеро в 30-х годах прошлого века и современный вид озера и образовавшегося болота (май, 2016 г.)

## **Эвтрофикация**

Эвтрофикация вод оз. Култужное происходит за счет притока биогенов извне. Сброс и выпуск сточных вод производится напрямую, без их очистки. Загрязнение озерных вод происходит также за счет смыва с дорог, т. к. ливневка отсутствует, и из атмосферы. Высокий уровень загрязнения жизнедеятельного слоя воздуха создают повышенные концентрации формальдегида, бенз(а)пирена, оксида азота. В атмосфере г. Петропавловска-Камчатского увеличились средние концентрации оксида азота (на 4,3%), бенз(а)пирена (на 12,5%), диоксида азота (на 18,8%) и диоксида серы (на 40,0%) [4, 5]. Дополнительные биогены поступают от птиц, как перелетных, так и оседлых. В мае, после распаления льда на озере появляются утки. Численность их одновременно достигала 100 особей и более. Длительность нахождения птиц на озере зависит от времени становления льда. Значительное поступление биогенов привносит при разложении водно-прибрежная растительность и водоросли, особенно нитчатые.

### ***Гидрохимические и микробиологические исследования***

В работах Т. И. Кузьякиной и О. В. Хуриной [6] дана оценка по содержанию биогенных, органических веществ и определение роли микроорганизмов в процессах окисления органических соединений и самоочищающей способности водоема. Основным фактором процесса самоочищения в озере являются биохимические процессы разложения органических веществ, осуществляемые аммонифицирующими и нитрифицирующими бактериями.

В 2011 г. гидрохимический анализ поверхностных вод показал, что антропогенное эвтрофирование водоема сопровождается значительными колебаниями количественных показателей [7]. Минимальные величины как абсолютного, так и относительного содержания растворенного в воде кислорода наблюдали в восточной части акватории. Это обусловлено, возможно, его потреблением на разложение органического вещества, количество которого в связи с большим притоком аллохтонных веществ (исходя из величины перманганатной окисляемости) на этой станции было значительно выше, чем на остальной акватории озера.

Концентрация водородных ионов незначительно меняется по акватории озера: на большинстве станций она слабощелочная, в северном районе близка к нейтральной; исключение — сильно щелочная реакция воды на болоте.

Содержание минерального фосфора в воде высокое и неоднородно по акватории: минимальная величина в болоте почти на порядок ниже, чем в северном районе озера. Высокое содержание фосфатов в воде свойственно водоемам, загрязненным сточными водами (или городскими стоками). Источником высокого содержания фосфатов в условиях значительного прогрева поверхностного слоя водоема могут быть также донные отложения.

Высокое содержание аммония в прибрежной части акватории озера также свидетельствует о его загрязнении сточными водами, а наличие максимума его концентрации, отмеченное в восточной части, где наиболее сказывается влияние поверхностного стока, значительное содержание нитритов и низкая величина растворенного в воде кислорода указывают на неблагоприятный для развития гидробионтов режим. Большое количество аммония наряду с высоким содержанием фосфатов и нитритов и низкой величиной растворенного в воде кислорода позволяют предположить в этом районе наличие дополнительного (скрытого) источника загрязнения.

Несмотря на хорошую аэрированность озера, в нем отмечены высокие концентрации нитритов, являющихся промежуточным соединением в окислительно-восстановительных процессах, которые обусловлены, очевидно, также загрязнением водоема; в незагрязненных водоемах их содержание составляет обычно не более нескольких единиц мкг/л.

Содержание железа и кремния имело различные концентрации, минимальное количество этих биогенов отмечено в болоте, максимальное — в северном районе озера.

Высокое содержание определяемых гидрохимических показателей в оз. Култучное является показателем интенсивного поступления загрязненных вод в акваторию озера.

### ***Гидробиологические исследования***

Современное понимание нормативов качества окружающей среды связывается, в частности, с «обеспечением устойчивого функционирования естественных экологических систем и предотвращением их деградации» [8, статьи 25–26]. Оценка качества пресноводных водоемов в такой трактовке осуществляется не только по контролируемым показателям состава и свойств водной среды, но и по совокупности критериев, определяющих специфику структурно-функциональной организации сообществ гидробионтов и динамику их развития. Изменения, выходящие за пределы естественных флуктуаций, создание угрозы деградации или нарушения функций воспроизводства этих сообществ являются надежным показателем степени экологического неблагополучия водоемов.

### **Зоопланктон**

И. И. Куренков в монографии «Зоопланктон озер Камчатки» [9] дает описание двух видов рачков. При более детальном обследовании планктона Т.В. Бонк описывает 10 видов коловраток (*Asplanchna priodonta*, *Brachionus angularis*, *B. calyciflorus*, *Keratella cochlearis*, *K. quadrata quadrata*, *Synchaeta oblonga*, *Notholca acuminata extensa*, *Polyarthra* sp., *Conochilus unicornis*, *Bdelloidea* spp.), четыре вида ветвистоусых (*Cyclops vicinus*, *Diacyclops bicuspidatus*, *Eucyclops serrulatus Macrocyclops albidus*) и два вида веслоногих (*Daphnia longispina*, *Bosmina longirostris*) рачков [10]. Виды, обитающие в озере, эвритермны и эвригалинны, относятся преимущественно к  $\beta$ -мезосопробам. Доминирующим видом в различных р-нах озера являлся *C. vicinus*, численность его изменялась в зависимости от сезона — от максимума (199,5 тыс. экз./м<sup>3</sup>) в мае до минимума (7,5 тыс. экз./м<sup>3</sup>) в сентябре. В мае основу численности (99,0%) составляли науплиусы циклопов, в июне популяция была представлена всеми возрастными стадиями. Наибольшая (64 %) численность (41,7 тыс. экз./м<sup>3</sup>) приходилась на молодь, а в сентябре были отмечены самки в количестве 1,3 тыс. экз./м<sup>3</sup>. Рачок *D. bicuspidatus* присутствовал в мае только при тотальном просмотре пробы, а в сентябре в небольшом количестве (6,25 тыс. экз./м<sup>3</sup>) был отмечен молодью и раками пятой копепоидитной стадии. Другие два вида веслоногих раков *E. serrulatus* и *M. albidus* являются представителями литоральной зоны, обитают в зарослях макрофитов, где они и были обнаружены в озере. Среди кладоцер преобладала *D. longispina*, наибольшее обилие было отмечено в сентябре, когда численность их достигала 30 тыс. экз./м<sup>3</sup>. Максимальный размер рачков в этот период составлял 1,5 мм. Наибольшее видовое разнообразие коловраток было отмечено в июне 2011 г. в пелагиали озера. Общая численность коловраток составила 45 тыс. экз./м<sup>3</sup>, 67,0% численности определяли коловратки рода *Brachionus*. Коловраток родов *Polyarthra* и *Synchaeta* не удалось определить из-за небольшого количества экземпляров в пробе.

Также в майских сборах были обнаружены глосидии моллюсков *Beringiana beringiana* (размером 250–275 мкм) в количестве 500 экз./м<sup>3</sup>.

Исследуемый водоем испытывает достаточно сильное антропогенное влияние и это сказывается на видовом составе планктонной фауны, представители которой могут обитать при заметном загрязнении.

### **Зообентос**

Биомониторинг антропогенного воздействия обладает определенным преимуществом по сравнению с другими методиками, поскольку биологические объекты вследствие эффекта кумуляции чувствительны даже к сравнительно слабым изменениям качества среды обитания. Основным объектом его служит макрозообентос, отличающийся обилием, продолжительностью жизненных циклов большинства видов и их биотопической приуроченностью. Донные беспозвоночные, постоянно присутствуя в водоеме, реагируют на любые загрязнения, которые при физических и химических методах контроля, рассчитанных на дискретный во времени отбор проб, могут остаться не учтенными [11].

Донные биотопы были исследованы в разных р-нах озера и состав макрозообентоса представлен различными типами беспозвоночных: Тип Nematelminthes — круглыми червями (Nematoda), тип Annelides — малочетинковыми червями (Oligochaeta), пиявками (Hirudinea), тип Mollusca — двустворчатыми (Bivalvia) и брюхоногими (Gastropoda) моллюсками, тип Arthropoda — ракообразными (Crustacea), клещами (Hydracarina), комарами-звонцами (Chironomidae), бабочницами (Psychodidae), долгоножками (Tipulidae), стрекозами (Odonata), мокрецами (Ceratopogonidae), веснянками (Plecoptera), поденками (Ephemeroptera), мухами-толкунчиками (Empididae), ручейниками (Trichoptera).

Состав бентосных беспозвоночных, структура, численность и биомасса в разных районах озера сильно различалась.

Северный район граничит с территорией стадиона «Спартак». В этом месте вода подходит к бетонной стенке и на дне пышно произрастает водная растительность, в основном рдест пронзеннолистный *Potamogeton perfoliatus*. Дно сильно заилено. В забетонированной стене, высотой около двух метров, вмонтированы две трубы, диаметром около одного метра. Из них постоянно, с разной интенсивностью, вытекает загрязненная вода. В северо-западном участке выходит еще одна труба, диаметром около одного метра. Вытекающая небольшой струйкой вода 20 июля 2011 г. была чистой, прозрачная и без запаха, но, вероятно, поток воды бывает более полноводным, и качество ее сильно отличается. Грунт в этом месте вязкий, состоит из песка с илом черного цвета. В некоторых местах при его шевелении выходят пузырьки газа, и ощущается запах фекалий (рис. 2).



Рис. 2. Поступление загрязненных вод в северном районе озера



Рис. 3. Северный район, место сбора проб бентоса

Бентосные пробы были взяты недалеко от этих мест (рис. 3).

В одной пробе (недалеко от выхода загрязненных вод из двух труб) беспозвоночные не обнаружены, а во второй пробе (недалеко от выхода загрязненных вод из одной трубы) состав зообентоса (27 мая и 20 июля 2011 г.) представлен в основном малощетинковыми червями, среди которых встречаются отдельные экземпляры длиной до 2,5 см и массой 2,0 мг. На долю червей от всех обнаруженных организмов приходится 87,0–92,2% по

численности и 28,6–85,4% по биомассе. Среди других представителей макрозообентоса можно выделить комаров-звонцов (личинок и куколок). Биомасса была очень высокой и доля их от всех представителей макрозообентоса изменялась в пределах 14,5–60,7%, при очень низкой численности (6,0–6,1%). Такое, казалось бы, несоответствие объясняется присутствием в пробах крупных по размерам личинок IV возрастной стадии и предкулонок. Общая численность и биомасса макрозообентоса в мае составляла соответственно 67,6 тыс. экз./м<sup>2</sup> и 89,2 г/м<sup>2</sup>, июле — 26,0 тыс. экз./м<sup>2</sup> и 5,4. Столь резкое снижение общих показателей макрозообентоса, видимо, связано, во-первых, с усилением загрязнения данных участков и выживанием на них червей и, во-вторых, с вылетом комаров-звонцов. Другие представители зообентоса — мокрецы (Ceratopogonidae), круглые черви (Nematoda) и двусторчатые моллюски попадали в единичных экземплярах.

*Южный район.* Грунт здесь сильно заилен, водная растительность не произрастает (рис. 4). Обильны поселения нитчатых водорослей по всему этому району.



Рис. 4. Южный район озера



Рис. 5. Южный район озера. На поверхности видны радужные пятна и мелкие кусочки пластика

Пробы бентоса отбирали на двух станциях с глубины около 50 см, на удалении одного метра и трех метрах от бетонной стены. Грунт состоит из песка, который покрыт толстым слоем ила. При взятии проб бентоса из грунта выделяются пузырьки газа, представляющие по запаху сероводород. Одновременно на поверхности появляются радужные нефтяные пятна. В толще воды и на поверхности присутствует измельченная пластмасса. На фотографии она видна в виде беленьких пятнышек (рис. 5). Отрицательная роль пластмассы заключается в том, что постепенно пластик встраивается в пищевые цепи различных гидробионтов, в результате чего происходит их гибель.

В донных сообществах были обнаружены различные черви (*Turbellaria*, *Nematoda*, *Oligochaeta*), клещи (*Hydracarina*), пиявки (*Hirudinea*), ракушковые рачки (*Ostracoda*), моллюски и личинки насекомых (*Chironomidae*, *Psychodidae*, *Psychodidae*) (табл. 1).

Таблица 1.  
Состав и количественные показатели макрозообентоса в южном районе озера

Таксон	Июль 2009 г.		Сентябрь 2010 г.	Май 2011 г.
	ст. 1	ст. 2	ст. 2	ст. 2
	численность, %			
<i>Turbellaria</i>	0,0	0,0	2,4	0,0
<i>Nematoda</i>	20,0	25,1	2,4	0,0
<i>Oligochaeta</i>	77,6	71,5	69,4	88,0
<i>Hydracarina</i>	0,1	0,1	0,0	0,0
<i>Hirudinea</i>	0,0	0,0	1,2	0,0
<i>Ostracoda</i>	0,0	< 0,1	3,5	0,0
<i>Mollusca</i>	0,0	0,0	2,4	5,0
<i>Chironomidae</i> larvae	1,7	2,3	18,8	7,0
<i>Chironomidae</i> pupae	0,0	0,1	0,0	0,0
<i>Psychodidae</i> larvae	0,5	1,0	0,0	0,0
<i>Tipulidae</i> larvae	0,1	0,0	0,0	0,0
Численность, тыс. экз./м <sup>2</sup>	1068,0	209,8	200,0	93,5
	биомасса, %			
<i>Turbellaria</i>	0,0	0,0	2,7	0,0
<i>Nematoda</i>	0,3	0,9	0,1	0,0
<i>Oligochaeta</i>	93,4	95,6	39,3	34,7
<i>Hydracarina</i>	< 0,1	< 0,1	0,0	0,0
<i>Hirudinea</i>	0,0	0,0	36,7	0,0
<i>Ostracoda</i>	0,0	< 0,1	0,2	0,0
<i>Mollusca</i>	0,0	0,0	3,3	10,2
<i>Chironomidae</i> larvae	1,1	2,7	17,7	55,1
<i>Chironomidae</i> pupae	0,	0,2	0,0	0,0
<i>Psychodidae</i> larvae	0,1	0,6	0,0	0,0
<i>Tipulidae</i> larvae	5,1	0,0	0,0	0,0
Биомасса, г/м <sup>2</sup>	771,8	57,2	70,6	115,3

Из всего состава макрозообентоса самыми массовыми были малощетинковые черви, причем в основном встречались трубчатники *Tubifex tubifex*. Численность их достигала колоссальных величин, максимальные значения зафиксированы в июле 2009 г., когда количество их в одном квадратном метре составляло 1 млн 376,3 тыс. экз., а биомасса — 720,1 г. В другие даты сбора проб численность червей была значительно ниже, но тем не менее оставалась довольно высокой. Визуально трубчатники отличались от других малощетинковых червей своей окраской — ярко красного цвета (рис. 6).

Общая численность и биомасса зообентоса изменяется в широком диапазоне, причем следует отметить, что даже наименьшие показатели являются очень высокими для мелководных водоемов.



Рис. 6. Отобранный бентометром грунт и помещенный для промывания в таз. Красная масса — трубочники



Рис. 7. Юго-западное побережье озера. Выведенная в озеро труба

*Западный район* озера из-за значительной изрезанности береговой линии имеет наибольшую протяженность. В этом районе находится протока, соединяющая озеро с Авачинской губой. Водная растительность встречается небольшими поселениями. Обильны на дне заросли нитчатых водорослей, особенно в районе протоки. Длинные нити покрывают сплошным ковром этот участок бентали. В одном месте обнаружена выходящая в озеро труба (рис. 7). Периодически из нее вытекает тонкая струйка воды, визуалью прозрачная и без запаха.

Пробы зообентоса отбирали в разных районах и с разной глубины. На мелководье грунт состоит из песка и камней разных размеров с небольшим содержанием ила.

В юго-западном районе на камнях обнаружены поселения двустворчатых моллюсков *B. beringiana*. Это широко распространенный берингийский вид, известный с Аляски,

полуострова Камчатка (юг и восток), северного Охотоморья и северных Курильских островов (о-в Парамушир) [12]. Обитает в крупных озерах и слабопроточных водоемах. Средние размеры моллюсков в озере составляют 10,6 см, масса тела 83,7 г., при максимальных значениях, соответственно, 11,0 см и 111,0 г. Плотность их достигает 50 экз./м<sup>2</sup> (рис. 8) Их плотные скопления достаточно хорошо просматриваются с берега (рис. 9).



Рис. 8. Двустворчатые моллюски *Beringiana beringiana*.



Рис. 9. Поселения двустворчатых моллюсков *Beringiana beringiana* в юго-западной части озера

В центральной и северной частях мелководья эти моллюски встречаются, видимо, очень редко. В бентосных пробах они не попадали, но пустые раковины иногда встречались на берегу. Основными представителями донной фауны являлись черви и моллюски-прудовики, которые представлены широкораспространенным пластичным полиморфным видом *Lymnaea auricularia* L. (подрод Radix) (табл. 2).

Таблица 2.

Состав и количественные показатели зообентоса в западном районе озера

Таксон	21 июля 2010 г.	15 сентября 2010 г.	27 мая 2011 г.
	около берега	протока	с глубины 1,5 м
	численность, %		
Nematoda	0,0	0,0	0,4
Oligochaeta	89,5	9,5	26,3
Hirudinea	0,6	0,0	0,2
Hydracarina	0,1	0,0	0,0
Mollusca	0,0	85,7	72,0
Chironomidae larvae	9,8	4,8	1,1
Численность, тыс. экз./м <sup>2</sup>	58,9	49,7	326,5
	биомасса, %		
Nematoda	0,0	0,0	< 0,1
Oligochaeta	99,8	3,7	18,6
Hirudinea	0,1	0,0	3,0
Hydracarina	< 0,1	0,0	0,0
Mollusca	0,0	92,6	74,9
Chironomidae larvae	0,1	3,7	3,5
Биомасса, г/м <sup>2</sup>	15,1	50,8	785,3

Следует отметить некоторые особенности в формировании донных сообществ на мелководных участках и на глубинах от 1,5 до 2 м. Мелководье заселено различными малощетинковыми червями (трубочники здесь практически не встречаются), обитателями более глубоких биотопов и протоки являлись многочисленные прудовики, где они достигали значительной численности и биомассы.

*Восточный район* характеризуется высокими берегами и отсутствием мелководной литоральной зоны. Глубина около берега достигает 1,2–1,5 м. Водная растительность в некоторых местах сплошным ковром покрывает дно. Грунт состоит из песка, покрытым толстым слоем ила. Берег только в юго-восточной части укреплен бетонной стеной. В других местах по берегам обильно разнотравье, произрастают кусты шиповника. Из деревьев около самой воды растут ивы, а выше — березы и тополя. Обитателями бентали являются малощетинковые черви и различные амфибиотические насекомые. Самыми массовыми представителями зообентоса являлись малощетинковые черви (83,4%) (табл. 3). Среди насекомых наибольшая численность принадлежала веснянкам и комарам-звонцам, а мокрецы и толкунчики встречались в меньших количествах. В формировании биомассы также наибольшее значение имели малощетинковые черви, далее следовали веснянки и, третье место принадлежало комарам-звонцам. Общая численность и биомасса зообентоса характеризовалась высокими значениями.

Таблица 3.

Состав, доля отдельных групп и количественные показатели зообентоса в озере 27 мая 2011 г.

Таксон	Восток	Запад	Север	Юг
	численность, %			
Nematoda	0,0	0,4	0,0	0,0
Oligochaeta	83,4	26,3	87,0	88,0
Hirudinea	0,0	0,2	0,0	0,0
Plecoptera larvae	7,5	0,0	0,0	0,0
Ephemeroptera larvae	0,0	1,1	0,0	0,0

Chironomidae larvae	4,8	0,0	5,2	6,9
Chironomidae pupae	0,0	0,0	0,9	0,0
Empididae larvae	2,1	0,0	0,0	0,0
Ceratopogonidae larvae	2,1	0,0	0,0	0,0
Mollusca	0,0	72,1	7,0	5,0
Численность, тыс. экз./м <sup>2</sup>	110,0	326,5	67,6	93,5
		биомасса, %		
Nematoda	0,0	< 0,1	0,0	0,0
Oligochaeta	42,3	18,6	29,5	34,7
Hirudinea	0,0	3,0	0,0	0,0
Plecoptera larvae	39,9	0,0	0,0	0,0
Ephemeroptera larvae	0,0	3,5	0,0	0,0
Chironomidae larvae	15,9	0,0	59,3	55,1
Chironomidae pupae	0,0	0,0	0,7	0,0
Empididae larvae	0,9	0,0	0,0	0,0
Ceratopogonidae larvae	0,9	0,0	0,0	0,0
Mollusca	0,0	74,9	10,5	10,2
Биомасса, г/м <sup>2</sup>	44,5	785,3	89,2	115,3

*Центр озера.* В центральном районе озера грунт образован илами черного цвета с небольшим содержанием песка. Периодические исследования донной бентали показали следующее: 15 сентября 2010 г. организмы в грунте не обнаружены; 27 мая 2011 г. единично встречались малощетинковые черви, их численность в пересчете на площадь составила, 1,8 тыс. экз./м<sup>2</sup>, при этом биомасса равнялась 0,9 г/м<sup>2</sup>; 27 июня 2011 г. также были обнаружены в грунте только малощетинковые черви, обилие которых значительно было выше — численность составила 65,3 тыс. экз./м<sup>2</sup>, биомасса 29,4 г/м<sup>2</sup>. Среди червей встречались трубочники — показатели чрезвычайно сильного загрязнения.

27 июня 2011 г. провели исследования донной бентали по разрезу — с запада на восток. Установленные семь станций располагались примерно на одинаковом расстоянии — по три станции с запада и востока до центра и одна станция в центре озера:

- Запад<sub>1</sub> — с глубины 2 м;
- Запад<sub>2</sub> — с глубины 3,5 м;
- Запад<sub>3</sub> — с глубины 5 м;
- Центр озера<sub>4</sub> — с глубины 4,5 м;
- Восток<sub>5</sub> — с глубины 4,5 м;
- Восток<sub>6</sub> — с глубины 3,5 м;
- Восток<sub>7</sub> — с глубины 4,5 м.

Грунт состоял из ила черного цвета с запахом сероводорода. Обитателями на разных глубинах и по всему разрезу, преимущественно, были малощетинковые черви, а в центре озера и на первой станции от центра к востоку они являлись единственными представителями зообентоса (табл. 4).

Таблица 4.

Состав и количественные показатели зообентоса в озере 27 июня 2011 г.  
по разрезу запад-центр-восток

Таксон	Запад <sub>1</sub>	Запад <sub>2</sub>	Запад <sub>3</sub>	Центр озера <sub>4</sub>	Восток <sub>5</sub>	Восток <sub>6</sub>	Восток <sub>7</sub>
	численность, %						
Nematoda	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,	0,0
Oligochaeta	73,2	90,4	36,4	100,0	100,0	92,0	98,7
<i>Tubifex</i> sp.	0,0	0,0	45,5	0,0	0,0	0,0	0,0
Chironomidae larvae	4,2	3,8	18,2	0,0	0,0	2,0	12,3

Trichoptera pupae	0,0	< 0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mollusca	22,3	5,8	0,0	0,0	0,0	6,0	0,0
Численность, тыс. экз./м <sup>2</sup>	197,6	30,6	6,5	65,3	0,6	29,4	45,3
	биомасса, %						
Nematoda	< 0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Oligochaeta	41,8	71,6	33,3	100,0	100,0	55,1	98,7
<i>Tubifex</i> sp.	0,0	0,0	33,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Chironomidae larvae	3,6	5,8	33,3	0,0	0,0	1,6	1,3
Trichoptera pupae	0,0	22,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mollusca	54,5	0,0	0,0	0,0	0,0	43,3	0,0
Биомасса, г/м <sup>2</sup>	161,8	7,8	2,6	29,4	0,1	29,9	27,1

Наиболее обильно черви заселяли грунт на глубинах около двух метров в западном районе, а наименьшая их численность и биомасса была обнаружена на станции Восток. Следует отметить, что в самом глубоком месте обитают не только малощетинковые черви, в том числе, и трубочники, но и личинки комаров-звонцов из подсемейств Tanypodinae и Ortocladiinae.

*Болото.* Этот участок бывшего бассейна озера в длину достигает около 198 м, в ширину — 120 м. Ледовый покров держится примерно такое же время, как и на озере. После распаления льда акватория болота заселяется прилетевшими на длительную стоянку утками (рис. 10).



Рис. 10. Постоянные обитатели болота

В летнее время дно в болоте практически все зарастает высшей растительностью, а на поверхности в изобилии появляется ряска маленькая (рис. 11).



Рис. 11. Растительность в болоте: высшая водная растительность на дне (слева), ряска на поверхности (справа)

Грунт в болоте образован илом с небольшой примесью песка и много содержится отмершей растительности. Организмы, обитающие в бентали, разнообразны по составу (табл. 5). Встречаются различные черви, моллюски и амфибиотические насекомые, такие как комары-звонцы, мокрецы, поденки и стрекозы.

Таблица 5.

Состав, доля отдельных групп и количественные показатели зообентоса в болоте

Таксон	14 октября 2010 г.	27 мая 2011 г.
	Численность, %	
Nematoda	2,8	0,0
Oligochaeta	75,4	18,8
Hirudinea	1,7	0,5
Ephemeroptera larvae	2,2	0,5
Chironomidae larvae	16,8	76,8
Chironomidae pupae	0,0	1,4
Odonata larvae	0,0	1,4
Ceratopogonidae larvae	0,0	0,5
Mollusca	1,1	0,0
Численность, тыс. экз./м <sup>2</sup>	1,5	13,8
	биомасса, %	
Nematoda	< 0,1	0,0
Oligochaeta	66,5	52,4
Hirudinea	6,5	1,7
Ephemeroptera larvae	1,3	0,8
Chironomidae larvae	21,4	27,2
Chironomidae pupae	0,0	8,7
Odonata larvae	0,0	8,7
Ceratopogonidae larvae	0,0	0,4
Mollusca	0,0	0,0
Биомасса, г/м <sup>2</sup>	1,9	16,0

Наибольшую долю по численности и биомассе составляют малочетинковые черви и комары-звонцы.

**Ихтиоценоз.** В очерке К. Дитмара, во время его пребывания на Камчатке в 1851–1855 гг., есть некоторые сведения касающиеся ихтиофауны озера. «Из глубины океана в бухту и во впадающие в нее реки тянется армия несметного количества рыбы. Это стаи лососей и сельдей, с невероятной правильностью и пунктуальностью посещающих все реки и бухты Камчатки. Теперь, поздней осенью, шел еще последний и вместе с тем, пожалуй, важнейший для камчадала вид. Этот вид важнейший — потому что время его хода продолжительно и распространяется на осень — кижуч (*Salmo sanguinolentus*), в это время года принимающий ярко-красный цвет, часто встречается даже в самых небольших и неглубоких ручьях: нередко можно видеть как он пробирается по каменистому дну, лишь наполовину покрытый водою, стараясь подняться еще дальше вверх по реке».

По данным А.С. Бараненковой [13] в декабре 1933 г. молодь кижуча, размерами 25–28 см, ловилась в озере удочками и подледными ставными сетями. Все экземпляры имели возраст 2+. Имеются косвенные сведения о нахождении в озере голецов и корюшки.

В настоящее время состав ихтиофауны представлен трехиглой колюшкой *Gasterosteus aculeatus* жилой морфы (*trachurus*), девятииглой колюшкой *Pungitius pungitius* и интродуцированным видом — карасем *Carassius auratus gibelio*. Доподлинно известно

вселение в озеро половозрелых карасей: по личной инициативе сотрудники КамчатНИРО в мае 2002 г. Куренков И. С., Шубкин С. В. и Лошников Н. П. выпустили в озеро около 40 экз. длиной 24–25 см, отловленных в Ушковском озере; в июне 2016 г. автор данной статьи пополнила этот список выпуском в озеро еще четырех экз. кижуча длиной около 20 см.

Самым массовым видом в озере в летнее время является трехиглая колюшка, далее следует карась и девятииглая колюшка.

*Трехиглая колюшка.* Из литературных источников известно [14], что трехиглая колюшка проходной формы (*trachurus*) обитает в прибрежных участках морей и заливов, откуда входит в реки и проникает до их верховьев, где приспособилась к жизни в пресной воде. Продолжительность жизни трехиглой колюшки составляет не более 3–4 лет, половая зрелость наступает в возрасте одного года. Численность трехиглой колюшки подвержена значительной флюктуации. Трехиглая колюшка ведет стайный образ жизни и может образовывать большие скопления. Нерестится колюшка порционно (икрометание до 20 раз), с апреля по июль, в зависимости от температурного и светового режима водоема. Перед нерестом самец строит гнездо, в котором несколько самок откладывают немногочисленные икринки. В конце июля появляются мальки; в августе они держатся стайками в зарослях морской травы, у берегов, и быстро растут. Достигают колюшки размеров 11–12 см, чаще встречаются рыбки длиной 4–6 см. На корм колюшкам идут разные мелкие организмы: беспозвоночные животные, диатомовые водоросли, личинки насекомых, черви, икра и молодь рыб, моллюски, воздушные насекомые. Спектр питания в каждом конкретном водоеме зависит от наличия доступной пищи в течение разных сезонов [14].

В оз. Култужное обитает проходная морфа, которая появляется в озере в мае–июне. В некоторые годы автор наблюдал массовый заход колюшек в озеро. Она полностью заполняла протоку и сплошной лентой заходила в озеро, распространяясь по всей акватории. Уже в июле в озере повсеместно встречались погибшие после нереста рыбы. Мальки встречались в июне–июле и образовывали плотные скопления около берегов.

В 2009 г. 15 июля неводные обловы были проведены в южном р-не озера. В улове попала только молодь. В 2010 г. неводные обловы проводили в этом же месте 27 июля, улов состоял из нескольких половозрелых особей трехиглой и девятииглой колюшек и одного экземпляра молоди трехиглой колюшки. В 2011 г. 27 мая отлов рыб осуществляли сачком, всего было отловлено 41 экз. половозрелых колюшек — 23 экз. трехиглой длиной 8,2–9,8 см (средняя 9,0 см) массой 6,1–9,5 г (средняя 7,4 г) и 18 экз. девятииглой длиной 5,5–7,0 см (средняя 6,4 см) массой 1,6–2,9 г (средняя 2,4 г). В 2012 г. 4 июля проанализировано 20 экз. половозрелых трехиглых колюшек длиной 8,0–9,7 см (средняя 8,8 см) и массой 4,7–8,7 г (средняя 6,3 г). В это время происходил нерест и икра в ястыках была разной зрелости. В 2016 г. в первой декаде мая по всему озеру расходилась рябь неизвестно от кого. Неводные уловы, проведенные 25 мая, выявили трехиглых колюшек проходной морфы и девятииглых колюшек. Численность за один заход трехиглых колюшек составила 2225 экз., длина их варьировала в пределах 8,3–10,5 см (средняя 9,4 см), соотношение самок и самцов соответствовало 1:2,5

Этому виду свойственно характерное питание в период их нереста. Так как икрометание у трехиглых колюшек порционное, то для созревания очередной порции икры в ястыках нужен калорийный корм, и этим кормом является уже отложенная самками икра в гнезда. Поэтому самцы охраняют гнезда от самок, но происходит это не очень успешно. В желудках самок во время нереста пища в основном состояла из собственной икры на разных стадиях эмбриогенеза. Пищевой спектр самцов отличался, т. е. питались они исключительно бентосными беспозвоночными, а икра в желудках встречалась крайне редко. Нерест у трехиглых колюшек в оз. Култужное происходит, когда температура повышается до 20–22°C. Созревание икры у самок и эмбриогенез в гнездах происходит в течение нескольких дней [15]. В КамчатНИРО 4–9 июля 2012 г. исследования темп развития икры в аквариумах, в условиях приближенных к озерным (табл. 6). Появление личинок трехиглой колюшки при температуре 21,5–22,0°C происходило через шесть суток.

Таблица 6.

Темп развития икры трехиглой колюшки в искусственных условиях при температуре 21,5–22,0°C

Дата	№ этапа	Этапы развития	Возраст, часов	Температура воды, °С
4 июля	II	Дробление. Крупноклеточная морула	6 ч	21,5
	II	16 бластомеров. Мелкоклеточная морула	14 ч	21,7
	II	Мелкоклеточная морула. Бластула. Инвагинация	17 ч. 21 ч	21,6
5 июля	III	Гастрюляция. Закладка несегментированного зародыша	34 ч. 36 ч	21,7
6 июля	IV	Сегментация зародыша. Появление купферова пузырька. Дальнейшая сегментация зародыша	48 ч. 63 ч	21,7
7 июля	IV	Появление хрусталика	78 ч	21,8
	V	Дальнейшая сегментация туловища. Пульсация сердца. Окончание сегментации туловища	80 ч. 90 ч	21,9
8 июля	VI	Отчленение заднего отдела туловища от желточного мешка. Окончание отчленения заднего отдела туловища. Появление зачатков плавников, печени. Вращение эмбриона. Пигментация глаз. Начало пигментации туловища. Отделение головы до заднего уровня глаз. Активное вращение эмбриона. Начало выклева	100 ч. 130 ч. 182 ч	22,0
9 июля	VII	Массовый выклев	6 сут	22

Размерно-массовые показатели у молоди были исследованы 2009 г. Обловы провели 15 июля и за один заход попало молоди трехиглой колюшки в количестве 3 тыс. экз. (рис. 12). Размеры ее колебались в пределах 16–32 мм (средняя 25,1 мм.) (рис. 13). Преобладающими были особи длиной 24 мм (33,8%). Весовые показатели также изменялись в широком диапазоне — от 25 до 275 мг, при средней величине 149,6 мг. Больше встретилось рыб массой 125 мг.



Рис. 12. Невождение в южном р-не озера 15 июля 2009 г. Улов составил около 3 тыс. экз.

Столь широкий размерный ряд является результатом разного по времени появления личинок, характерного для рыб с порционным икрометанием.

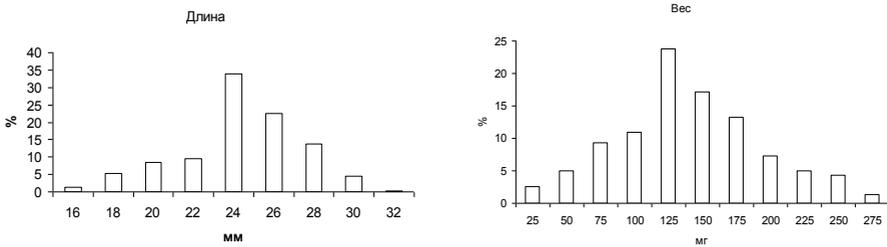


Рис. 13. Размерно-массовые показатели молоди трехиглой колюшки 15 июля 2009 г.

Спектр питания молоди представлен в таблице 7. Содержимое желудков проанализировано у разноразмерных особей, которых объединили в две группы — одна длиной до 20 мм, вторая — более 20 мм.

Таблица 7.  
Спектр питания молоди трехиглой колюшки, отловленной 15 июля 2009 г.

Пищевой компонент	Длина < 20 мм			Длина > 20 мм		
	1	2	3	1	2	3
Личинки комаров-звонцов	47	2,2	40,7	20	0,3	7,5
Куколки комаров-звонцов	11	0,1	9,7	25	0,7	29,4
Имаго хирономид	0	0,0	0,0	5	0,1	1,6
Малоцетинковые черви	21	0,5	39,6	15	0,5	31,5
Босмины	11	0,4	0,2	25	5,7	1,9
Циклопы	11	0,2	0,4	25	1,8	3,1
Дафнии	0	0,0	0,0	30	5,2	10,6
Водоросли	16	0,0	1,9	20	0,0	12,8
Детрит	16	0,0	3,4	5	0,0	1,6
Яйца рачков	11	0,0	4,1	0	0,0	0,0
Максимальный индекс наполнения желудка, $\frac{0}{000}$	690,0			430,1		
Средний индекс наполнения желудка, $\frac{0}{000}$	192,0			126,5		

Примечание: 1 — частота встречаемости организмов, %, 2 — кол-во организмов в одном желудке, экз., 3 — масса, %

В питании более мелкой молоди основными пищевыми организмами были личинки комаров-звонцов, которые встречались почти в каждом втором желудке и малоцетинковые черви, значение которых было несколько меньше. У более крупной колюшки состав пищи был более разнообразным. Помимо основного корма — малоцетинковых червей и куколок комаров-звонцов, молодь довольно активно потребляла дафний, водоросли и личинок комаров-звонцов. Интенсивность питания была выше у молоди меньших размеров, при этом доля рыб с пустыми желудками была одинаковой и составляла по 11% для каждой размерной группы.

В 2008 г. у молоди трехиглой колюшки, случайно попавшей в ловушку при сборе бентоса, исследовали содержимое желудков (табл. 8). Длина рыб соответствовала 7–14 мм.

Таблица 8.

Спектр и интенсивность питания молоди трехиглой колюшки 7 июля 2008 г.

Пищевой компонент	1	2	3
Личинки комаров-звонцов	22	0,2	2,0
Босмины	56	16,8	49,3
Циклопы	56	4,1	48,3
Хидорусы	11	0,1	0,5
Максимальный индекс наполнения желудка, ‰	265,0		
Средний индекс наполнения желудка, ‰	113,4		

Примечание как в таблице 7

Колюшки потребляли мелких беспозвоночных — рачков (босмины, циклопы, хидорусы) и мелких по размеру личинок комаров-звонцов I–II возраста. Чаще всего встречались босмины и циклопы, которые составляли практически всю массу пищевого комка. Интенсивность питания была довольно высокой. Из всех просмотренных желудков, два оказались пустыми (22%). Если сравнивать характер питания разновозрастных трехиглых колюшек, то можно отметить следующие особенности. У молоди по мере роста идет смена объектов питания и это связано с размерами кормовых организмов. Сначала она потребляет рачков, потом переходит на мелких личинок комаров-звонцов, и далее основными объектами питания становятся куколки комаров и черви (табл. 9).

Таблиц 9.

Спектр питания разновозрастной молоди трехиглой колюшки, % по массе

Пищевой компонент	1	2	3
Личинки комаров-звонцов	2,0	40,7	7,5
Куколки комаров-звонцов	0,0	9,7	29,4
Имаго комаров-звонцов	0,0	0,0	1,6
Малощетинковые черви	0,0	39,6	31,5
Босмины	49,3	0,2	1,9
Дафнии	0,0	0,0	10,6
Циклопы	48,3	0,4	3,1
Хидорусы	0,5	0,0	0,0
Водоросли	0,0	1,9	12,8
Детрит	0,0	3,4	1,6
Яйца рачков	0,0	4,1	0,0

Примечание; 1 — трехиглая колюшка 2008 г., длиной 7–14 мм; 2 — трехиглая колюшка 2009 г. длиной менее 20 мм; 3 — трехиглая колюшка 2009 г. длиной более 20 мм

Пищевое сходство разновозрастной молоди трехиглой колюшки изменялось в пределах 2,6–52,8%. У колюшек второй и третьей размерных групп степень пищевого сходства составила 52,8%, тогда как у рыб первой и второй — 2,6%, у первой и третьей — 7,0%.

**Десятииглая колюшка** в озере малочисленна. Так, в улове 25 мая 2016 г. количество десятииглых колюшек в улове составило 8 экз. (0,4% от всего улова). Длина их была 5,4–7,5 см (средняя 6,5 см), соотношение самок и самцов соответствовало 1:1,7. Питались они личинками хирономид, остракодами и детритом.

**Карась.** 15 сентября 2010 г. неводные обловы были осуществлены по всей акватории озера. В улове молодь карасей обнаружена в двух р-нах озера — в восточном и западном. В восточном р-не молодь карасей отловили около берега в густых зарослях растительности. Их численность за один замет составила около 100 экз. Длина

варьировала в широком диапазоне, минимальная составила 1,4 см, максимальная — 3,9 см при, соответственно, биомассе 0,060 г и 1,005 г. Пищевой тракт заполнен пищей, но состав определить не удалось, т. к. она представляла однообразную темную массу. В западном р-не озера растительность не образует таких мощных зарослей, как в восточном, и здесь караси встречались в единичных экземплярах. В северном р-не невождение провести не удалось, а в южном р-не карасей в улове не обнаружено.

В болоте молодь карасей отлавливали 14 октября 2010 г. и в конце сентября 2016 г. Улов состоял только из карасей. Численность рыб в 2010 г. за два невождения составила около 120 экз., в 2016 г. вместо невода использовали бредень и поэтому удалось поймать только трех карасей. Размерно-массовые показатели практически не отличались от таковых в восточном р-не озера.

Половозрелые караси в уловах не встречались. Единственное обнаружение крупных карасей — 27 мая 2011 г. на поверхности в болоте три мертвых экземпляра длиной 34,0, 15,5 и 14,0 см. Причину их гибели установить не удалось.

### **Экологическое состояние**

Экологическое состояние озера оценивали по известному индексу Гуднайта и Уитлея, где в зависимости от содержания малощетинковых червей различают три состояния: «хорошее» — до 60% червей, «сомнительное» — 60–80% и «тяжелое» — более 80%. Классификацию экологического состояния по Гуднайту и Уитлею дополнили характеристикой сапробности (степень загрязнения вод разлагающимися органическими веществами): олигосапробная зона — олигохет до ~30%, β-мезосапробная — 30–60%, β-а-мезосапробная — свыше 60 — до 70%, α-мезосапробная — свыше 70 — до 80% и полисапробная — свыше 80%.

Состав малощетинковых червей в оз. Култучное представлен *Tubifex tubifex*, *Bothrioneurum vej dovskyanum*, *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Propappus arhynchotus* и *Mesenchytraeus* sp. [16,17]. Появление трубочников *T. tubifex* в пробах обусловлено загрязнением и дефицитом кислорода. На дне скопилось много детрита, идет восстановительные процессы, железо присутствует в форме FeS, ил черный с запахом сероводорода. Доминирование и высокая их численность, а тем более присутствие только этого вида — крайняя стадия деградации водоема. В разных р-нах на мелководных участках состав червей представлен всеми пятью видами, но на черных илах с запахом сероводорода преобладают трубочники. В глубоководной бентали — этот вид является единственным представителем макрозообентоса.

**Северный р-н.** Основными обитателями бентали были малощетинковые черви, а на некоторых участках макрозообентос и вовсе отсутствовал. Экологическое состояние характеризуется как «тяжелое», соответствующее полисапробной зоне.

**Южный р-н.** Основными обитателями бентали являются малощетинковые черви, причем наибольшая доля (80%) среди них принадлежит трубочникам. Экологическое состояние в этом р-не «тяжелое» и соответствует полисапробной зоне.

**Западный р-н** отличается большой протяженностью, и экологическое состояние отдельных участков различается. В юго-западной части экологическое состояние «хорошее», а по сапробному показателю соответствует β-мезосапробной зоне, в протоке экологическое состояние соответствует «хорошему», а по сапробному показателю относится с олигосапробной зоне, в северо-западном участке экологическое состояние «тяжелое» и относится к полисапробной зоне.

**Восточный р-н.** Эта часть озера подвержена интенсивному загрязнению и экологическое состояние характеризуется как «тяжелое», соответствующее полисапробной зоне.

**Глубоководная часть озера.** Население бентали с глубины двух метров по разрезу запад-центр представлено преимущественно малощетинковыми червями, а в центре озера и ближе к восточной части только червями. Высокую численность они образовывали в западном р-не, а в некоторых местах их численность была очень низкой. Кроме того, на

глубине 5 м. были отмечены трубочники, присутствие которых характеризует очень высокую загрязненность. Экологическое состояние озера с глубины более двух метров «тяжелое» и соответствует полисапробной зоне, а некоторые участки находятся на грани полной деградации.

*Болото.* Экологическое состояние в разных участках болота довольно сильно различается. Некоторые биотопы заселены в основном малощетинковыми червями, другие — комарами-звонцами. В целом экологическое состояние оценивается как «хорошее», по сапробности болото относится к олигосапробному водоему.

### ***Прибрежно-водная растительность***

Естественная прибрежная растительность является важнейшим элементом «здорового» водного объекта, прибрежная зона должна быть достаточно широкой и иметь разнообразную растительность. Эта зона служит «буфером» между водоемом и загрязняющими источниками. В укреплении берегов и защиты их от эрозии большую роль играет прибрежная растительность, корни которой укрепляют почвы берегов и физически защищают водоем от сползания в него со склонов грунта. Поэтому произрастание на берегах деревьев и кустарников, а также воздушно-водной растительности (осоки, камыши, тростники, рогоз) имеют большое значение для стабильности берегов.

Берега оз. Култучное заселены разнотравьем, кустарниками и деревьями. На дне водоема произрастают растения, особенно они обильны в восточном, северном и западном р-нах. В августе на поверхности озера появляются плавающие сначала зеленоватые, а потом бурые островки, то, что обычно называют тиной. Это поднявшиеся со дна скопления колониальных нитчатых водорослей, всплывшие на поверхность, благодаря пузырькам воздуха, которые накапливаются среди запутанной массы нитей, составляющих колонию.

После распадения льда вода в озере очень мутная и прозрачность ее нулевая. В процессе осветления воды большую роль играют водная растительность и водоросли. К концу июля и началу августа вода в прибрежье становится прозрачной до самого дна.

### **ЗАВТРА**

Как уже было отмечено выше, основными источниками загрязнения являются поверхностные воды, которые несут смывы с дорог и с окружающих озеро территорий, несанкционированные сбросы через трубы, выведенные в акваторию озера. Значительные загрязнения вносятся и самими жителями города, во время отдыха на прилегающих участках к берегу. По состоянию зообентосных сообществ экологическая обстановка на большей территории озера соответствует «тяжелому» загрязнению, а по сапробности — полисапробному водоему и лишь некоторые участки, расположенные в западном р-не озера, их два — юго-западный и протока являются более чистыми.

Восстановление озера до его девственного состояния невозможно, т. к. изменен водный баланс, утрачены родники, которые играли основную роль в обеспечении озера чистой водой, но, тем не менее, улучшение экологического состояния вполне возможно и зависит от полного прекращения поступления в озеро загрязненных вод. Основные мероприятия заключаются в следующем:

1. В первую очередь необходимо вдоль дорог, окружающих озеро, проложить ливневку, которая предотвратит попадание загрязненных поверхностных вод с дорог и прибрежных территорий.

2. Провести очистку окружающего ландшафта озера и мелководья от различного мусора.

3. Ликвидировать несанкционированный сток загрязненных вод, которые открыто поступают в озеро, а также выявить и устранить скрытые на глубине источники сброса сточных вод какими-то предприятиями.

4. Убрать все постройки на берегу озера, в том числе и неработающие, находящиеся в законсервированном состоянии (АЗС).

5. Ликвидировать стоянки автомобилей около учреждений, расположенных рядом с озером.

6. Запретить заезд к берегу автомобилей и, соответственно, их стоянку.

7. Довести до сведения жителей города и гостей столицы Камчатки о мероприятиях по улучшению экологического состояния озера и повысить ответственность лиц за загрязнение озера в виде денежных штрафов.

Несмотря на столь «тяжелое» экологическое состояние донные гидробионты активно очищают озеро. В самоочищении принимают участие все составляющие биоты — от микроорганизмов (бактерий) до макрозообентоса и растений.

В целях разнообразия ихтиофауны возможно интродуцирование сазана, для которого некоторые участки озера вполне приемлемы для проживания.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Кусков Н.П.* 1990. Краткий топонимический словарь. Кишинев: Гл. ред. Молдав. Сов. Энциклопедии. 315 с.

2. *Дитмар К.* 2009. Поездки и пребывание в Камчатке в 1851-1855 гг. / (Текст печатается по изд.: Дитмар К. Поездки и пребывание в Камчатке в 1851–1855 гг. СПб, 1901). Петропавловск-Камчатский: Новая кн. 556 с.

3. *Комаров Е.В.* 1950. История освоения Камчатки. П-К.: Просвещение. 135 с 3.

4. Информация о состоянии окружающей среды в Камчатском крае в 2009 году. 2010. Петропавловск-Камчатский: Министерство природных ресурсов Камчатского края. 137 с.

5. Доклад об экологической ситуации в Камчатском крае в 2011 году. 2012. Министерство природных ресурсов и экологии Камчатского края. Петропавловск-Камчатский. 244 с.

6. *Кузякина Т.И., Хурина О.В.* 2007. Участие микроорганизмов в превращениях соединений азота в антропогенном водоеме (оз. Култучное, Камчатка) // Науч. журн. «Успехи современного естествознания». № 9. С. 94–95.

7. *Введенская Т.Л., Уколова Т.К.* 2011. Результаты гидрохимических исследований в озере Култучное (Петропавловск-Камчатский) // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Материалы XII международной научной конференции. Петропавловск-Камчатский: «Камчатпресс». С. 145–147.

8. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды». 2005. М. 31 с.

9. *Куренков И.И.* 2005. Зоопланктон ер Камчатки. Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатНИРО. 178 с.

10. *Введенская Т.Л., Улатов А.В., Бонк Т.В.* 2013. Экологическое состояние озера Култучного (Восточная Камчатка) // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Доклады XII–XIII международных научных конференций, 2011–2012 гг. Петропавловск-Камчатский: «Камчатпресс». С. 72–91.

11. *Баканов А.И.* 2000. Использование зообентоса для мониторинга пресноводных водоемов // Биология внутренних вод. № 1. С. 68–82.

12. *Затравкин М.Н., Богатов В.В.* 1987. Крупные двустворчатые моллюски пресных и солоноватых вод Дальнего Востока СССР. Владивосток: ДВО АН СССР. 153 с

13. *Грибанов В.И.* 1948. Кижуч *Oncorhynchus kisutch* (Walb.) // Изв. ТИНРО. Т. 28. С. 45–101

14. *Зюганов В.В.* 1991. Семейство колюшковых (Gasterosteidae) мировой фауны. Л.: Наука. 164 с.

15. *Макеева А.П.* 1992. Эмбриология рыб. М.: Изд-во МГУ. 216 с.

16. *Семерной В.П., Введенская Т.Л., Улатов А.В.* 2012. Новые данные по фауне Oligochaeta водоемов Камчатки / Экологические проблемы уникальных природных и антропогенных ландшафтов: мат-лы Всеросс. науч.-практич. конф. с междунар. участием (Ярославль, 9–10 ноября 2012 г.). Ярославль. С. 219–228.

17. Семерной В.П., Введенская Т.Л., Улатов А.В. 2015. Новые данные по фауне Oligochaeta водоемов Камчатки по материалам 2009, 2010 и 2014 годов // Современное состояние и методы изучения экосистем внутренних водоемов. Сборник материалов Всероссийской научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Игоря Ивановича Куренкова (7–9 октября 2015 г., г. Петропавловск-Камчатский). Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. С. 81–86.

# ОЦЕНКА ОБЪЕМОВ ПОВЕРХНОСТНЫХ СТОЧНЫХ ВОД, ПОСТУПАЮЩИХ В ОЗЕРО КУЛТУЧНОЕ ГОРОДА ПЕТРОПАВЛОВСКА-КАМЧАТСКОГО

А. Е. Бровкин<sup>1</sup>, В. В. Потанов<sup>2</sup>, Л. М. Хорошман<sup>3</sup>, И. М. Власова<sup>3</sup>

<sup>1</sup>КГУП «Камчатский водоканал»;

<sup>2</sup>Научно-исследовательский геотехнологический центр ДВО РАН;

<sup>3</sup>Камчатский государственный технический университет

## Введение

История озера Култучное, расположенного в самом центре г. Петропавловска-Камчатского, неразрывно связана с историей развития города. Длина его равняется 815 м, ширина — 283 м. Озеро мелководно: глубина в озере достигает в среднем 0,7 — 1,5 м (максимально — 4,5 м), толщина ила — 3 м (измерения сделаны С. В. Шубкиным в 2009 г.). Ледовый покров на озере устанавливается в ноябре, распадается в первых числах мая. На берегах нет древесной растительности (за исключением кустарников), а на мелководных участках отсутствует прикрепленная водная растительность, что явилось результатом хозяйственной деятельности.

Оно регулярно упоминается в исследованиях и научных трудах, посвященных Камчатскому Краю и его столице. Большая часть исследований экологического состояния городских территорий не обходят стороной это озеро. В прежние времена в него заходили на нерест кижуч, голец и корюшка, поэтому оно имело рекреационное и рыбохозяйственное значение. С развитием городской инфраструктуры воды озера стали подвергаться различным загрязнениям. Все это способствовало постепенному изменению гидрологического режима и трофического статуса водоема [1 — 7].

В свое время (в основном с 60-х годов XX века) в озеро производился выпуск неочищенных хозяйственно-фекальных, производственных, и атмосферных (дождевых) сточных вод. Особенно этот процесс усугубился в 90-е годы, когда в озеро Култучное производился выпуск хозяйственно-фекальных сточных вод от окружающих его районов города. [1] В процессе улучшения обстановки в стране и проведения реконструкции систем городской канализации, в 2000-х годах выпуск хозяйственно-фекальных и производственных сточных вод прекратился. Этому способствовало возобновление работы канализационной насосной станции (КНС) «Спартак», прекратившее попадание в озеро около 160 м<sup>3</sup>/час сточных вод городской канализации. Но, несмотря на проведенные работы, опасность загрязнения озера хозяйственно-фекальными сточными водами остается весьма высокой. В случае аварийной остановки КНС «Спартак» перекачиваемые ей сточные воды по аварийному выпуску будут поступать в озеро Култучное. При проведении работ по обслуживанию городских инженерных сетей неоднократно наблюдались случаи несанкционированного попадания хозяйственно-фекальных и производственных сточных вод в сети дождевой канализации, в том числе имеющей выпуски в озеро Култучное. Также регулярно хозяйственно-фекальные сточные воды попадают в дождевую сеть в результате аварий на городских сетях канализации (рис. 1). Состав городских хозяйственно-фекальных сточных вод в центральной части Петропавловска-Камчатского по данным МУП «Петропавловский водоканал» указан в табл. 1.

Вопрос количественного попадания хозяйственно-фекальных сточных вод в сети дождевой канализации и их влияния на состав вод в ней требуют изучения и представляют интерес в разрезе влияния этого фактора на экологическую обстановку в городе.



Рис. 1 . Фотография утечки хозяйственно-бытовой канализации по ул. Ключевская, 35, поступающей в дождевую канализацию, имеющей выпуск в озеро Култучное, 15.02.2017 года (фото авторов).

В настоящее время эвтрофикация озера Култучное в основном происходит за счет притока биогенных элементов в результате попадания поверхностного стока с дорожного покрытия и прилегающих территорий, особенно интенсивного в период таяния снега, через выпуски ливневой канализации и оставшиеся несанкционированные выпуски хозяйственно-фекальных сточных вод, выведенные в акваторию озера. Необходимо отметить факт несанкционированного

Таблица 1.

Среднегодовая концентрация сточных вод в Центральной части Петропавловска-Камчатского

№	Выпуск:	Загрязняющие вещества, мг/дм <sup>3</sup>									
		Взв. в-ва	БПК	Аммон-ион	Нитрит-анион	Нитрат-анион	АПАВ	Хлориды	Фосфор	Нефть	Железо
1	Мехзавод	130,83	117,20	32,63	0,32	1,24	1,42	44,45	3,66	0,71	0,70
2	Драм-театр	94,65	94,45	15,15	0,24	1,75	1,19	30,63	1,93	0,30	0,59
3	Рыбный порт	153,80	101,93	28,80	0,38	1,81	1,34	40,70	3,20	0,40	0,68
4	Фрунзе	132,75	119,35	38,60	0,20	1,01	1,54	41,95	4,13	0,81	0,57
5	Совхозный	146,23	109,75	32,33	0,38	1,05	1,61	38,08	3,28	0,64	0,71

попадания хозяйственно-фекальных сточных вод в ливневую канализацию. Также немалую роль в процессе играет бытовой мусор, попадающий в озеро во время традиционных массовых гуляний населения и от расположенных вдоль берега кафе.

### Экологическое состояние озера Култучное

В 2007 — 2008 гг. были проведены сезонные гидрохимические и микробиологические исследования озера с целью контроля его состояния и определения его самоочищающей способности.

В результате исследований отмечалось накопление химических токсикантов в разных средах, в снижении продуктивности. Местами наблюдается полная или частичная деградации водных экосистем.

В северном районе озера экологическое состояние оценивается как сильно загрязненное, соответствующее полисапробной зоне. В воде много неразлагающихся белков, значительное количество сероводорода и углекислого газа. Не лучше обстоит дело и в южном районе. Западный район отличается большей протяженностью и экологическое состояние отдельных его участков неодинаково. Восточный район подвержен интенсивному загрязнению и, соответственно, находится в тяжелом экологическом состоянии. Экологическое состояние озера на глубинах более двух метров очень тяжелое и соответствует по степени загрязнения полисапробной зоне, а некоторые участки находятся на грани полной деградации.

Воды озера Култучное имеют значение pH в пределах 6,8 — 7,4 (нейтральное значение).

Из установленных показателей качества воды в водоеме можно отметить:

— Аммоний — содержание его ионов составляет 0,2 — 5,25 мг/л в поверхностном горизонте и 0,08 — 9,82 мг/л в придонном горизонте при ПДК 0,5 мг/л. Высокие концентрации аммонийного азота говорят о поступлении в озеро сточных вод.

— Анализ содержания легкоокисляющегося органического вещества показал высокие значения перманганатной окисляемости, особенно в летний период, ввиду значительного поступления органических веществ в озеро с водами ливневой канализацией, а также снижение этих показателей в осенний период в результате процессов самоочищения.

— Биохимическое потребление кислорода (БПК<sub>5</sub>) – в 2007 г. составляло 1,0 до 6,5 г/л, а в 2008-м наблюдалась устойчивая тенденция к увеличению значений БПК, (от 0,3 до 13 Ог/л), что свидетельствует о накоплении биохимически подвижного органического вещества. Во многих пробах отмечалось значительное превышение ПДК по БПК<sub>5</sub> для водоемов культурно-бытового пользования, что свидетельствует о высокой перегруженности воды органикой, которая попадает в водоем со сточными водами, что, в свою очередь, приводит к нарушению экологического равновесия в экосистеме водоема [1, 2].

Все вышесказанное указывает о значительном влиянии на экологическое состояние озера попадающих в него различных сточных вод, и вод дождевой канализации в частности.

На необходимость прекращения выпуска ливневых сточных вод не только с городской черты Петропавловска-Камчатского, но и других населенных пунктов края неоднократно указывалось в различных научных трудах и в официальных документах. Так еще в Государственном докладе «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Камчатском крае в 2010 году» говорится [8]:

«Из-за отсутствия в населенных пунктах систем ливневой канализации с очистными сооружениями талые и ливневые воды по рельефу местности попадают в водоемы, загрязняя их нефтепродуктами, минеральными маслами, СПАВ и т. д.

Наиболее высокой антропогенной нагрузке подвергаются воды Авачинской губы, озер Халактырского и Култучного, ручьев Кабан, Кирпичный, Совхозный, Крутоберегово Петропавловск-Камчатского городского округа, Авачинской бухты Вилючинского

городского круга, реки Авачи Елизовского района, реки Камчатка Усть-Камчатского муниципального района. Главной причиной загрязнения этих водных объектов является недостаток очистных сооружений, подводящих канализационных коллекторов, полное отсутствие очистки ливневых стоков.

На заседаниях Правительства Камчатского края с участием специалистов Управления Роспотребнадзора рассмотрены следующие вопросы очистки сточных вод и их водоотведения в водные объекты в 2010 году:

— «Реализация долгосрочной краевой целевой программы «Модернизация жилищно-коммунального комплекса и инженерной инфраструктуры Камчатского края на 2010 — 2013 годы» в 2010 г. по разделу водоотведения»;

— «О завершении комплексных мероприятий, предусмотренных проектом очистки озера Култучное в г. Петропавловске-Камчатском, в том числе по прекращению поступления в него ливневых и сточных вод».

К сожалению, необходимо отметить факт, что то, что касается ливневой канализации, с тех пор «воз и ныне там».

Статьи 44, 60 Водного Кодекса РФ запрещают сброс неочищенных сточных и дренажных вод в водные объекты [9].

При оценке влияния дождевых стоков на окружающую среду, необходимо отметить некоторые специфические особенности, присущие им [10, 11]:

Во-первых, крайне неравномерное их образование и сложность прогнозирования объемов их поступления. Связано это с чрезвычайной сложностью процесса формирования атмосферных осадков, который связан с объемом запасов влаги в атмосфере, температурными и динамическими условиями, характером земной поверхности и т. д. Поэтому при расчетах систем дождевой канализации используют особые методы расчета с применением специальных расчетных величин.

Во-вторых, особенности источников загрязнений дождевых стоков. Согласно отечественным и зарубежным исследованиям к основным источникам загрязнения поверхностного стока относятся продукты эрозии почвы, пыль, строительные материалы, а также сырье и продукты, хранящиеся на открытых складских площадках, выбросы в атмосферу, различные нефтепродукты, попадающие на территорию в результате их разлива, неисправностей автотранспорта, другой техники, и т. д.

Отсюда наличие в данных водах определенного состава загрязнений.

В данной связи необходимо отметить, что сложность изучения состава поверхностного стока обусловлена его нестационарностью и специфичностью образования. Имеющиеся на текущий момент результаты экспериментальных исследований не дают достаточно полной картины качественного состава поверхностного стока, особенно образующегося на территориях промышленных предприятий. Несмотря на это, имеющиеся данные позволяют оценить его состав и обосновать схемы очистки.

В числе основных загрязнителей поверхностного стока необходимо указать [8, 10, 11]:

— взвешенные вещества, концентрация которых колеблется от нескольких миллиграммов до десятков граммов в литре воды. Значительный разброс наблюдается в дисперсном составе частиц примесей. Основное количество нерастворенных примесей представлено мелкодисперсными частицами, в основном частицами пыли. Около 80% по весу взвешенных веществ имеют размер частиц, не превышающий 0,05 мм, из них около 15% — частицы размером до 0,005 мм. На пыли необходимо остановиться особенно. Несмотря на кажущуюся незначительность, ее влияние на состав поверхностного стока весьма существенно. Пыль содержит большое количество химических загрязнений, попадающих в сток. Также необходимо отметить высокое содержание песка в поверхностном стоке города. Основным источником его попадания в поверхностный сток является посыпка дорожных покрытий в зимний период;

— химические вещества, в том числе из атмосферного воздуха. По данным социально-гигиенического мониторинга в 2010 г. в условиях их концентрации от 1 до 2 ПДК в городе

Петропавловске-Камчатском ориентировочно проживали 35 тыс. человек (в 2006 г. — 25 тыс. человек). Отмечается существенное содержание в атмосфере городской черты диоксида азота, 3,4-бенз(а)пирена, формальдегида, диоксида азота;

— органические вещества в поверхностном стоке содержатся в растворенном и нерастворенном состоянии. На долю суспензированных примесей приходится около 90% общего количества окисляющихся веществ, присутствующих в поверхностном стоке. Химическое потребление кислорода взвесьями поверхностного стока составляет 0,3 — 0,5 мг/мг. Скорость окисления органических веществ в поверхностном стоке несколько ниже, чем в хозяйственно-бытовых сточных водах. Полное биохимическое окисление достигается через 25...30 суток. Соотношение БПК<sub>полн</sub>/БПК<sub>5</sub> в среднем составляет 2,3...3;

— нефтепродукты в поверхностный сток, в основном попадают от автомобильного транспорта, их концентрация определяется в основном интенсивностью его движения;

— бытовой мусор содержится в дождевых водах города в достаточно большом количестве. Источником его поступления часто служат открытые лотки и поврежденные колодцы дождевой канализации.

Основными источниками поступления в атмосферный воздух города вредных химических веществ являются автомобильный транспорт, предприятия электро- и теплоэнергетики, жилищно-коммунального хозяйства. При этом состав атмосферного воздуха существенно зависит от времени года [12].

По данным государственного учреждения «Камчатское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» уровень загрязнения воздуха в г. Петропавловске-Камчатском характеризуется как высокий [13].

Кроме перечисленных загрязнений в поверхностном стоке могут содержаться биогенные элементы, соединения тяжелых металлов, специфические примеси, выбрасываемые в атмосферу промышленными предприятиями, и бактериальные загрязнения.

Состав и концентрация примесей в поверхностном стоке во многом зависит от интенсивности выпадающих осадков, продолжительности периода сухой погоды, предшествующей дождю. Это происходит потому, что загрязнение дождевого стока происходит в результате сорбции веществ, находящихся в атмосферном воздухе, а также — растворения и смыва загрязнений, накапливающихся на площадях водосборного бассейна и в сети дождевой канализации. Если интенсивность осадков увеличивается, то расход дождевого стока тоже растет и, как следствие, увеличивается его способность нести взвеси. Объем накопления примесей на территории водосборного бассейна зависит от продолжительности периода отсутствия осадков [11].

Отдельного внимания требует изучение вопроса состава талых сточных вод и их влияние на экологическое состояние озера. Зимний сезон на Камчатке весьма продолжителен, и объем загрязнений, накопленных в снежном покрове, будет весьма значительным. Поэтому качеству уборки снега в черте города следует уделять повышенное внимание [14].

### **Цель и задачи**

Провести теоретические расчеты объемов и состава поверхностного стока, поступающего в воды озера Култучное. Определить основные факторы, влияющие на состав загрязнений поверхностных сточных вод, и наметить мероприятия по снижению их влияния.

### **Материалы и методы**

Нами были использованы:

— годовые производственные отчеты ГУП КК «Петропавловский водоканал»;

- существующие нормативные акты и документы в области водоотведения и защиты водных объектов;
- данные исследований систем канализации и состава сточных вод МУП КК «Петропавловский водоканал»;
- научно-техническая литература в области водоотведения и очистки сточных вод.

### **Основная часть**

#### **Определение объема поверхностного стока в воды озера Култучное**

При рассмотрении вопроса нагрузки на озеро Култучное со стороны дождевой канализации прежде всего необходимо отметить довольно значительную площадь водосборного бассейна и высокую антропогенную нагрузку на эту площадь. В озеро попадают сточные воды с районов улиц Ленинградская, Ключевская, Виллойская, Озерновская Коса, Набережная, Ленинская, Советская, пл. Ленина и др. Авторами было выявлено в акваторию озера 14 выпусков ливневой канализации (рис. 2). Наиболее большую площадь водосбора имеют выпуски в северной и южной частях озера, что отчасти объясняет описанную выше наибольшую степень загрязнения этих районов [2].



Рис. 2. Схема расположения выпусков дождевой канализации (указаны стрелками) в озеро Култучное (схема авторов).

#### **Расчет годового объема поступающих в озеро поверхностных сточных вод**

Среднегодовой объем поверхностных сточных вод ( $\text{м}^3/\text{год}$ ) определяется по формуле [15,16]:

$$W_{\text{г}} = W_{\text{д}} + W_{\text{т}} + W_{\text{м}}, \quad (1)$$

где:

$W_d$  — среднегодовой объем дождевого стока, (м<sup>3</sup>);  
 $W_t$  — среднегодовой объем талого стока, (м<sup>3</sup>);  
 $W_m$  — среднегодовой объем поливомоечного стока, (м<sup>3</sup>);

### Расчет объемов дождевого и талого стока

Среднегодовые объемы дождевого и талого стока (м<sup>3</sup>/год) определяются по формулам:

$$W_d = 10 \cdot h_d \cdot \Psi_d \cdot F \quad (2)$$

$$W_t = 10 \cdot h_t \cdot \Psi_t \cdot F \cdot K_y, \quad (3)$$

где:

10 — переводной коэффициент; F — общая площадь стока, га;  $h_d$  и  $h_t$  — слой осадков за теплый и холодный периоды года соответственно, мм, определяется по табл. 4.1 и 3.1 [17];  $\Psi_d$  и  $\Psi_t$  — общие коэффициенты стока дождевых и талых вод соответственно, определяются по табл. 17 и п. 7.1.5. [15];  $K_y$  — коэффициент, учитывающий частичный вывоз и уборку снега, определяется по формуле (13) п. 6.2.9. [15].

По подсчетам авторов, общая площадь водосборного бассейна попадающих в озеро Култучное поверхностных вод составляет: F = 337 га, из нее площадь асфальтового покрытия составляет  $F_{асф} = 23,3$  га и площадь кровель зданий составляет  $F_{кровли} = 21$  га. Площадь остальной территории соответственно составляет  $F_{гр} = 292,7$  га.

Определяя данные для расчета, получаем:

$h_d = 652$  мм;  $h_t = 863$  мм; общие коэффициенты стока дождевых вод: для асфальтового покрытия и кровель  $\Psi_d = 0,5$ , для кварталов города без дорожных покрытий, небольших скверов, бульваров  $\Psi_d = 0,25$ , для талых вод  $\Psi_t = 0,6$ ;  $K_y = 0,5$ .

Исходя из этих данных, определяем среднегодовые объемы дождевого стока с асфальтовых покрытий, кровель зданий и остальной территории, согласно формуле (2):

$W_{асф} = 10 \times 652 \times 0,5 \times 23,3 = 75958$  м<sup>3</sup>/год;  $W_{кровли} = 10 \times 652 \times 0,5 \times 21 = 68460$  м<sup>3</sup>/год;  
 $W_{гр} = 10 \times 652 \times 0,25 \times 292,7 = 477101$  м<sup>3</sup>/год.

Итого  $W_d = W_{асф} + W_{кровли} + W_{гр} = 621519$  м<sup>3</sup>/год.

Среднегодовые объемы талого стока, согласно формуле (3):  
 $W_t = 10 \times 863 \times 0,6 \times 0,5 \times 337 = 872493$  м<sup>3</sup>/год.

### Расчет среднегодовых объемов поливомоечного стока

Общий годовой объем поливомоечных вод  $W_m$ , м<sup>3</sup>, стекающих с площади водосбора, определяется по формуле:

$$W_m = 10 \cdot m \cdot k \cdot F_m \cdot \Psi_m, \quad (4)$$

где:

10 — переводной коэффициент; m — удельный расход воды на мойку дорожных покрытий; при механизированной уборке принимается 1,2 — 1,5 л/м<sup>2</sup> на одну мойку [15]; k — среднее количество моек в году;  $F_m$  — площадь твердых покрытий, подвергающихся мойке, га;  $\Psi_m$  — коэффициент стока для поливомоечных вод (принимается 0,5) [15].

Определяя данные для расчета, получаем:

$m = 1,3$  л/м<sup>2</sup>;  $k = 60$ ;  $F_m = 15$  га.

Исходя из этих данных, определяем среднегодовой объем поливомоечных вод, согласно формуле (4):

$$W_m = 10 \times 1,3 \times 60 \times 15 \times 0,5 = 5850 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Итого, согласно формулы (1):

$$W_r = 621519 + 872493 + 5850 = 1,5 \text{ млн м}^3/\text{год.}$$

Из данного объема до 70% воды должны подвергаться очистке [11, 16].

Используя данные табл. 1 [15], можно посчитать примерный состав поверхностных сточных вод, попадающих в озеро Култучное. Результаты приведены в табл. 2.

Таблица 2.

Среднегодовая концентрация поверхностных сточных вод в Центральной части Петропавловска-Камчатского

Загрязняющие компоненты	Удельный вынос, кг/(га•год)	Общая площадь, га	Объем выноса веществ, кг/год	Удельный расход, м <sup>3</sup> /(га•год)	Концентрация загрязнений, мг/л
Взвешенные вещества	2500	337	842500	4451	56
ХПК	1000		337000		23
БПК	140		47180		0,32
Нефтепродукты	40		13480		0,9
Соединения азота	6		2022		0,1
Соединения фосфора	1,5		505,5		0,3
Минеральные соли	400		134800		9

При сравнении данных Таблиц 1 и 2, видно, что концентрации основных загрязнений поверхностных сточных вод сопоставимы с загрязнениями хозяйственно-фекальных сточных вод.

Необходимо особо отметить, что все вышеприведенные данные являются расчетными и требуют уточнения путем проведения мониторинга расхода и загрязнения поверхностных сточных вод, поступающих в озеро. Эти исследования довольно интересны и имеют большую перспективу, поскольку могут помочь получить данные для определения экологической обстановки не только в районе центра города, но и по всей городской территории. Данная информация может быть использована для проведения расчетов дождевой канализации для аналогичных населенных пунктов.

### Заключение

В настоящее время в коммунальном хозяйстве, в том числе в вопросе строительства и обслуживания сетей дождевой канализации существует ряд проблем [18]. С начала 90-х годов XX века, с ликвидацией и сокращением различных предприятий, занимавшихся при СССР обслуживанием коммунальных сетей в различных районах города (по ведомственной и территориальной принадлежности), ливневая канализация оказалась практически бесхозной. Работы по обслуживанию и ремонту проводились в самом минимальном объеме. На сегодняшний день проблемы по обслуживанию ливневой канализации города полностью не решены.

В различных районах города, включая центральную часть, можно наблюдать разрушенные, забитые грунтом и мусором дождеприемные решетки, колодцы и лотки дождевой канализации (рис. 3). При этом часто поверхностные сточные воды не полностью поступают в дождеприемники из-за неправильного их расположения или неправильного профиля дорожных покрытий. При этом плохой водоотвод способствует



Рис. 3. Фотография поврежденной решетки колодца дождевой канализации по ул. Набережная в районе озера Култучное 12.09.2016 года (фото авторов).

порче дорожных покрытий, смыву грунтов с попаданием последних в дождеприемники — и засорению сетей дождевой канализации.

Для надежной работы ливневой канализации необходима культура содержания дорог и городских территорий. Плохое озеленение, бытовой мусор, брошенный на городских территориях, песок, применяемый при посыпке дорог и тротуаров в зимний период, недостаточный вывоз снега, создают условия для повышенной степени засоренности сетей дождевой канализации — и к дополнительным затратам по ее обслуживанию. В свою очередь, засорение (или отсутствие) дождевой канализации приводит к порче газонов, дорожных и тротуарных покрытий текущими поверхностными водами, а порча указанных покрытий приводит, в итоге, к повышенному загрязнению поверхностных стоков и попаданию этих загрязнений в водоемы города. Необходимо уделять должное внимание качественному строительству и ремонту дорог и устраивать профиль проезжих частей в соответствии существующим нормам для хорошего водоотвода.

Необходимо уделять большее внимание составу воздушной среды в городе. Как отмечалось выше, значительная часть загрязнений в поверхностный сток попадает из воздуха с пылью и осадками. При этом необходим целый комплекс мер по обслуживанию автотранспорта, предприятий, жилого фонда и т. д.

Улучшению состава поверхностных сточных вод будет способствовать повышение качества обслуживания других коммунальных сетей и уменьшение количества хозяйственно-фекальных сточных вод, попадающих в поверхностный сток в результате аварий.

## Выводы

1. Влияние поверхностного стока на экологическое состояние озера, как показывают результаты проведенных расчетов, весьма существенно. Среднегодовой объем поверхностных сточных вод составляет около 1,5 млн м<sup>3</sup>/год. Из этого объема наибольшую часть составляют стоки талых и дождевых вод — 872493 м<sup>3</sup>/год и 621519 м<sup>3</sup>/год соответственно. Из поступающих с поверхностным стоком загрязнений можно отметить взвешенные вещества и нефтепродукты — 842500 кг/год и 13480 кг/год соответственно. Концентрации этих загрязнений сопоставимы с концентрациями в хозяйственно-фекальных сточных водах данного района города. Влияние загрязнений поверхностного стока на состояние озера значительно усиливается из-за неравномерности поступления.

2. Для уменьшения попадания загрязняющих веществ в воды озера Култучного необходимо:

— произвести реконструкцию сетей дождевой канализации с целью обеспечения параметров выпуска поверхностного стока в соответствии с требованиями существующих норм;

— повышать техническое обеспечение и культуру содержания городских территорий для сокращения попадания загрязнений в сети дождевой канализации;

— принимать меры для обеспечения качественного строительства и ремонта дорожных покрытий с обеспечением уклонов в соответствии с существующим нормам для хорошего водоотвода;

— улучшать экологическое состояние в черте города, и в атмосферном воздухе в частности;

— производить на должном уровне обслуживание сетей дождевой и хозяйственно-бытовой канализации;

— произвести реконструкцию сетей хозяйственно-бытовой канализации в центральной части города с целью устранения возможности попадания неочищенных стоков в акваторию озера, в том числе — в результате аварий.

3. Для решения задач, указанных в п. 2 выводов, необходимо:

— произвести полномасштабные исследования сетей канализации в центральной части города с проведением мониторинга состава сточных вод на различных участках дождевой канализации с целью изучения количества и состава попадающих в нее вод, а также выявления источников попадания хозяйственно-фекальных сточных вод;

— проводить мониторинг состава поверхностных сточных вод по сезонам года и внутри сезонов, особенно при выпадении осадков различной интенсивности и продолжительности, с целью выработки наиболее эффективных способов их сбора и очистки;

— проводить мониторинг состояния атмосферного воздуха, иловых отложений и воды в озере в различных точках акватории на различных глубинах с целью изучения влияния на экологию озера сточных вод и атмосферных осадков, а также влияния различных процессов и течений в озере на его загрязнение в различных частях и на процессы самоочищения.

4. Необходимо проведение мероприятий по восстановлению и очистке акватории озера от уже имеющихся загрязнений.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Хурина О. В., Березовская В. А. Чистая чаша — мечта города // Экология и жизнь. — 2010. — № 12. — С. 72—76.
2. Введенская Т. Л., Улатов А. В., Бонк Т. В. Экологическое состояние озера Култучного (Восточная Камчатка) // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей : докл. XII-XIII Междунар. науч. конф., 2011-2012 гг. — Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2013. — С. 72—91.
3. Введенская Т. Л., Бонк Т. В., Макаренченко Е. А. Предварительные сведения о составе донных организмов в озере Култучном (Петропавловск-Камчатский) // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей : материалы XI Междунар. науч. конф. (24—25 ноября 2010 г.). — Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2010. — С. 183—185.
4. Саушкина Л. Н., Хурина О. В. Комплексная оценка состояния озера Култучное по гидрохимическим показателям // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование : материалы IV Всерос. науч.-практ. конф. (18—22 марта 2013 г.). — Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2013. — С. 201—203. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://webirbis.spsl.nsc.ru/irbis64r\\_01/cgi/cgiirbis\\_64.exe?Z21ID=&I21DBN=SIB\\_PRINT&P21DBN=SIB&S21STN=1&S21REF=&S21FMT=fullw\\_print&C21COM=S&S21CNR=&S21P01=0&S21P02=1&S21P03=A=&S21STR=%D0%A1%D0%B0%D1%83%D1%88%D0%BA%D0%B8%D0%BD%D0%B0,%20%D0%9B.%20%D0%9D](http://webirbis.spsl.nsc.ru/irbis64r_01/cgi/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=SIB_PRINT&P21DBN=SIB&S21STN=1&S21REF=&S21FMT=fullw_print&C21COM=S&S21CNR=&S21P01=0&S21P02=1&S21P03=A=&S21STR=%D0%A1%D0%B0%D1%83%D1%88%D0%BA%D0%B8%D0%BD%D0%B0,%20%D0%9B.%20%D0%9D).
5. Саушкина Л. Н., Хурина О. В. Применение биологических методов очистки для сохранения и восстановления экосистемы озера Култучное // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование : материалы V Всерос. науч. — практ. конф. (25—27 марта 2014 г.). — Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2014. — Ч. 1. — С. 205—207. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://webirbis.spsl.nsc.ru/irbis64r\\_01/cgi/cgiirbis\\_64.exe?Z21ID=&I21DBN=SIB\\_PRINT&P21DBN=SIB&S21STN=1&S21REF=&S21FMT=fullw\\_print&C21COM=S&S21CNR=&S21P01=0&S21P02=1&S21P03=A=&S21STR=%D0%A1%D0%B0%D1%83%D1%88%D0%BA%D0%B8%D0%BD%D0%B0,%20%D0%9B.%20%D0%9D](http://webirbis.spsl.nsc.ru/irbis64r_01/cgi/cgiirbis_64.exe?Z21ID=&I21DBN=SIB_PRINT&P21DBN=SIB&S21STN=1&S21REF=&S21FMT=fullw_print&C21COM=S&S21CNR=&S21P01=0&S21P02=1&S21P03=A=&S21STR=%D0%A1%D0%B0%D1%83%D1%88%D0%BA%D0%B8%D0%BD%D0%B0,%20%D0%9B.%20%D0%9D).
6. Хурина О. В., Кузякина Т. И. Значение биологических факторов для возрождения озера Култучное // Рыбохозяйственное образование и научные исследования в Камчатском регионе: Материалы науч. — техн. конф. ППС и аспирантов Камчат ГТУ (26—28 апреля 2005 г.) / Под ред. Н.Н. Портнягина. — Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2006. — С. 110—113.
7. Алискеров А.А. Экологическое восстановление Култучного озера. // Физ. — хим. Процессы в гетероген. средах. — Петропавловск-Камчатский: Издательство ПКВМУ, В.2, 1997. — С. 84—91.
8. Государственный доклад «О санитарно—эпидемиологической обстановке в Камчатском крае в 2010 году» // [36.rospotrebnadzor.ru/download/gdrf/gdrf2010.PDF](http://36.rospotrebnadzor.ru/download/gdrf/gdrf2010.PDF) (дата обращения 05.11.2015).
9. Водный кодекс Российской Федерации от 3 июня 2006 г. N 74—ФЗ // [www.rg.ru/2006/06/08/voda—kodeks.html](http://www.rg.ru/2006/06/08/voda—kodeks.html) (дата обращения 05.11.2015).
10. Ксенофонтов Б.С., Козодаев А.С., Таранов Р.А., Капитанова С.Н. Проблемы расчета поверхностного стока и состава сооружений для его очистки // [voda—proekt.narod.ru/statiyi/Poverh\\_stok-2-.doc](http://voda—proekt.narod.ru/statiyi/Poverh_stok-2-.doc) (дата обращения 05.11.2015).
11. Отведение и очистка поверхностных сточных вод: Учеб. Пособие для вузов / В.С. Дикаревский, А.М. Курганов, А.П. Нечаев, М.И. Алексеев. — Л.: Стройиздат Ленингр. Отделение, 1990. 224 с.: ил.
12. Лифановская С.Ю. Зависимость загрязнения городского воздуха от сезонов года [на примере г. Петропавловска-Камч.] // Рыбохозяйственное образование и научные исследования в Камчатском регионе: Материалы науч. — техн. конф. ППС и аспирантов

Камчат ГТУ (26—28 апреля 2005 г.) / Под ред. Н.Н. Портнягина. — Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2006. — С. 67—71.

13. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации» по Камчатскому краю в 2014 году» // 41.gospotrebnadzor.ru/c/document\_library/get\_file?uuid..94f5... (дата обращения 05.11.2015).

14. *Букай А.В., Латкин А.С.* Оценка степени влияния загрязненности снежного покрова на районы Авачинской бухты, прилегающие к территории конгломерации гг. Петропавловск-Камчатский — Елизово — Вилючинск // Рациональное использование морских биоресурсов: Материалы науч. — техн. конф. (25—28 марта 2002 г.). — Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2002. — С. 59—61.

15. Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты. — Москва: ОАО «НИИ ВОДГЕО», 2014. — 88 с.

16. СП 32.13330.2012 Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85. // docs.cntd.ru/document/1200094155 (дата обращения 05.11.2015).

17. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23—01—99\* Строительная климатология. — Москва: НИИСФ РААСН, 2012. — 109 с.

18. *Бровкин А.Е.* Проблемы эксплуатации водопроводных и других инженерных сетей и их влияние на экологию // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: материалы V Всероссийской научно—практической конференции (25—27 марта 2014 г.) — Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2014. — С. 103—107.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ СТАТУС ОЗЕРА КУЛТУЧНОЕ И ЕГО УСТОЙЧИВОСТЬ К ЭВТРОФИРОВАНИЮ

Ступникова Н. А.

*«Камчатский государственный технический университет»*

Активная хозяйственная деятельность человека в пределах урбанизированных территорий преобразует все процессы, протекающие в водных экосистемах; вызывает химическое, тепловое и биологическое загрязнение водоемов, увеличивает масштабы и темпы эвтрофирования, что усугубляет неблагоприятное санитарное состояние водоемов, нарушает экологическое равновесие и процессы саморегулирования. Подобные изменения можно наблюдать и в озере Култучном, которое располагаясь в центре г. Петропавловска-Камчатского, является неотъемлемым элементом всей городской ландшафтно-архитектурной системы, поддерживает гомеостаз ландшафта, выполняет санитарно-биологическую, культурно-историческую и рекреационную функции, а также является важнейшим показателем экологического благополучия города. Но вследствие значительного антропогенного воздействия, связанного с поступлением в водоем ливневого стока с дорог, терригенного стока с прилегающих территорий, а также несанкционированных сбросов коммунально-бытовых сточных вод через трубы, выведенные в акваторию озера, водный объект теряет свои рекреационные и эстетические свойства, что не только лишает жителей города мест отдыха, но и создает угрозу их здоровью. В связи с этим необходимо провести реабилитацию водоема, выбрать методы улучшения его экологического состояния на основе данных, характеризующих экологический статус озера.

Материалом для настоящей работы явились данные, полученные в ходе исследований озера Култучного, осуществленных в 2016 году. Они состояли из проведения полевых наблюдений, отбора проб воды из изучаемого объекта, проведения химических анализов, обширного цикла камеральной и последующей компьютерной обработки собранного материала, а также проведения сравнительного анализа полученных данных. Помимо этого изучены и обобщены результаты более 350 данных анализов вод озера Култучного из отчетов и архивов ЦЛАТИ (Центр лабораторного анализа и технических измерений) по Камчатскому краю с 1990 по 2008 годы, а также использовались данные Хуриной О. В. [1–3], полученные ею в ходе исследований водоема в 2007–2008 гг.

Сбор материала на исследованном объекте осуществлялся на всей акватории озера Култучного на восьми станциях (три станции в месте расположения сточного коллектора, три в срединной части озера и две со стороны городской площади) (рисунок 1).



Рис. 1. Расположение станций отбора проб воды в озере Култучное

Непосредственно на водоеме при помощи профилографа ААQ–RINKO в пробах воды из озера Култучного определялись водородный показатель (рН), температура, мутность воды, хлорофилл-а, растворенный кислород в поверхностном и придонном горизонтах. Остальные показатели определялись общепринятыми при гидрохимических исследованиях методами [4–6] в лаборатории экологического мониторинга кафедры «Экология и природопользование» Камчатского государственного технического университета.

Экологический статус лимнических водных объектов характеризуется определенными гидрохимическими показателями, одним из которых является водородный показатель (рН). Величина рН воды — один из важнейших показателей качества вод. Величина концентрации ионов водорода имеет большое значение для химических и биологических процессов, происходящих в природных водах. От величины рН зависит развитие и жизнедеятельность водных растений, устойчивость различных форм миграции элементов, агрессивное действие воды на металлы и бетон. Величина рН воды также влияет на процессы превращения различных форм биогенных элементов, изменяет токсичность загрязняющих веществ.

Проведенные исследования показали, что значения рН вод озера Култучного варьируют в очень узких пределах, как в поверхностных слоях, так и в придонных. В целом диапазон колебаний значений рН составляет 5,5–5,7. В соответствии с требованиями к составу и свойствам воды водоемов у пунктов питьевого водопользования, воды водных объектов в зонах рекреации, а также воды водоемов рыбохозяйственного назначения величина рН не должна выходить за пределы интервала значений 6,5–8,5 [7]. Вода озера Култучного не отвечает этому требованию и относится к группе слабокислых вод. Причем значение рН вод озера Култучного свидетельствует о протекании в водоеме процессов закисления, которые обуславливаются присутствием в водах большого количества органических кислот, нитратов, нитритов, фосфатов, имеющих автохтонное и/или аллохтонное происхождение.

Воды озера Култучного имеют высокую степень мутности, которая вызвана присутствием тонкодисперсных примесей, обусловленных нерастворимыми или коллоидными неорганическими и органическими веществами различного происхождения.

В среднем в поверхностном слое мутность воды составляет 7 ЕМ/л (единица мутности на литр), на глубине 1 м равна 20–40 ЕМ/л и в самых глубоких частях озера достигает 800–1000 ЕМ/л. ГОСТом не регламентируется показатель мутности для озер, но согласно ВОЗ с точки зрения внешнего вида рекомендует мутность не выше 5 ЕМ/л.

Восточный берег озера крайне замусорен бытовыми отходами. Со стороны городской площади, где глубина озера небольшая (0,5–1 м), на дне просматривается крупногабаритный мусор, в том числе металлический. Возле станции 2 отчетливо ощущается зловонный запах, исходящий от трубы с выходом канализационных вод. В районе станций 1–3 визуально наблюдается выход со дна озера газов, предположительно  $H_2S$  и  $CH_4$ , что свидетельствует о наличии заморных явлений и развитии анаэробных процессов в озере. Внешний вид наблюдаемого водоема свидетельствуют об интенсификации процессов эвтрофирования.

Химико-биологическое состояние водных объектов в значительной степени определяет кислородный режим, который оказывает глубокое влияние на жизнь водоема.

Источниками поступления кислорода в поверхностные воды являются диффузия его из атмосферы и продуцирование в результате фотосинтетической деятельности водных организмов. Кислород также поступает в водные объекты с дождевыми и снеговыми водами.

Потребление кислорода обусловлено химическими и биохимическими процессами окисления органических и некоторых неорганических веществ, а также дыханием водных организмов. При увеличении количества органического вещества в водоеме пропорционально увеличивается потребление кислорода на его деструкцию.

Содержание кислорода в воде озера Култучного зависит от температуры, соотношения процессов фотосинтеза и окисления и ряда динамических факторов. Полученные данные по содержанию и степени насыщенности кислородом воды Култучного озера представлены в таблице 1.

Из приведенных данных следует, что содержание растворенного кислорода в воде озера Култучного в поверхностном горизонте колеблется от 11,1 до 12,6 мг/л, а в придонном горизонте — от 0,13 до 25,8 мг/л (в среднем 9,18 мг/л). Причем отчетливая корреляция между содержанием кислорода на поверхности и в придонных слоях наблюдалось в глубоководных районах озера.

Таблица 1.  
Содержание растворенного кислорода в воде озера Култучного (2016 г.)

Параметр	Станция								
		1	2	3	4	5	6	7	8
Растворенный кислород, % насыщения	поверхн. горизонт	99,2	98,9	99,4	100	99,9	102,3	111	99,6
	придонный горизонт	0,87	0,86	0,90	3	76,18	3,5	225,6	156
Абс. содержание, мг/л	поверхн. горизонт	11,77	11,56	11,45	11,14	11,26	11,79	12,57	11,2
	придонный горизонт	0,14	0,12	0,13	0,37	9,11	0,45	25,8	17,8

При этом сначала с увеличением глубины, согласно полученным данным, кислорода становится несколько больше. Вероятно, это еще недоиспользованный бактериями кислород, который остался в водной толще со времени весеннего перемешивания. Затем с отметки в 1,5 м количество кислорода падает, достигая нулевых значений на дне. Это также результат жизнедеятельности бактерий, осуществляющих разложение всего того детрита, который постепенно опускается из толщи воды вниз.

Так как глубина в районе станций 7–8 не превышает 1,5 м, в этих частях озера наблюдалось увеличение содержания кислорода с глубиной, без дальнейшего уменьшения этого показателя.

Наряду с концентрацией растворенного в воде кислорода большой интерес представляет наблюдение изменений насыщенности воды кислородом, данные по которым также представлены в таблице 1 (в среднем 79,82 мг/л). Из представленных данных следует, что вода озера в поверхностном горизонте близка к насыщению и даже в ряде случаев перенасыщена кислородом. Это свидетельствует о том, что содержание кислорода не является лимитирующим фактором для жизнедеятельности биоты водоема. Однако пересыщение воды кислородом может неблагоприятно сказываться на состоянии водного населения.

Так же как и в случае с абсолютным содержанием, насыщенность воды кислородом с увеличением глубины до 1,5 м возрастала, после чего наблюдалось постепенно уменьшение данного показателя. Минимальные значения (<1%) были отмечены в придонном горизонте для станций 1–3, находящихся в области расположения сточного коллектора. В придонных слоях наиболее интенсивно идут процессы деструкции органических веществ, в то время как обогащение воды кислородом за счет фотосинтеза и аэрации происходит преимущественно в поверхностном горизонте. Такие низкие

показатели означают, что практически весь кислород расходуется на окисление органических веществ, попадающих в водоем со стоками. Это приводит к заморным явлениям, развитию анаэробных процессов, следствием которых стало образование газообразных продуктов в виде  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$  и  $\text{H}_2\text{S}$  и  $\text{CH}_4$ , выходы которых на поверхность наблюдаются в районе станций 1–3. Накопление таких восстановительных соединений снижает окислительно-восстановительный потенциал, как донных отложений, так и водной толщи за счет использования кислорода при биохимическом окислении. Снижение содержания растворенного кислорода и накопление восстановительных соединений в водах озера влечет за собой рост процессов эвтрофирования водоема.

Обработка результатов многолетних разовых анализов, полученных ЦЛТИ, представлена на рисунке 2. Как видно, в течение 15 лет содержание растворенного кислорода было высоким, что совпадает с данными, полученными в ходе исследования озера в 2016 г., а также свидетельствует о благоприятном кислородном режиме в экосистеме озера Култучного.

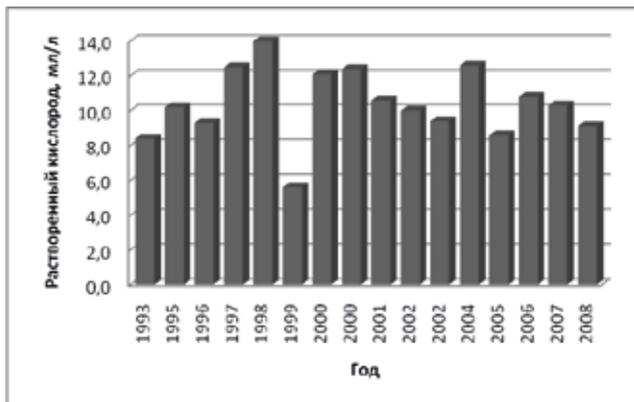


Рис. 2. Содержание растворенного кислорода в воде озера Култучного в 1993–2008 гг.

Таким образом, анализ полученных данных показал, что за весь период наблюдений в воде озера Култучном отмечено высокое содержание кислорода в поверхностном горизонте. Но исследования 2016 г. показали, что с глубиной этот показатель резко падает, достигая минимальных значений в придонном горизонте, а в районе некоторых станций отмечено практически полное отсутствие кислорода, что свидетельствует об изменении биологических процессов в водоеме, о загрязнении водоема биохимически интенсивно окисляющимися веществами (в первую очередь, органическими).

Несмотря на то, что озеро относится к эвтрофным водоемам, в его водах практически никогда не наблюдается дефицита кислорода в поверхностном слое. Следовательно, содержание растворенного кислорода в поверхностном слое озера Култучного, в отличие от большинства эвтрофных водоемов, не может являться показателем экологического состояния водной экосистемы.

Еще одним показателем экологического статуса водоема выступают показатели содержания органического вещества – химическое потребление кислорода (ХПК) и биохимическое потребление кислорода (БПК).

В естественных условиях находящиеся в воде органические вещества разрушаются бактериями, претерпевая аэробное биохимическое окисление с образованием двуокиси углерода. При этом на окисление потребляется растворенный в воде кислород. В водоемах с высоким содержанием органических веществ большая часть растворенного кислорода

потребляется на биохимическое окисление, лишая кислорода живые организмы. При этом увеличивается количество организмов, более устойчивых к низкому содержанию растворенного кислорода, исчезают кислородолюбивые виды и появляются виды, терпимые к дефициту кислорода. Таким образом, в процессе биохимического окисления органических веществ в воде происходит уменьшение концентрации растворенного кислорода, и эта убыль косвенно является мерой содержания в воде легкоокисляемых органических веществ. Соответствующий показатель качества воды, характеризующий суммарное содержание в воде легкоокисляемых органических веществ, называется биохимическим потреблением кислорода (БПК) [8].

Величина БПК<sub>5</sub> в поверхностном слое вод озера Култучного по данным исследования колеблется в пределах от 9,79 до 12,00 (мг О<sub>2</sub>/л) (таблица 2).

Полученные данные свидетельствуют о том, что содержание органических веществ в воде озера довольно значительно, поскольку значения БПК<sub>5</sub> превышают ПДК для водоемов рекреационного и рыбохозяйственного значения (6 мг О<sub>2</sub>/л) [6] в среднем в 1,8 раз. Максимальное значение БПК<sub>5</sub>, равное 12 мг О<sub>2</sub>/л, наблюдалось в той части акватории озера, где глубина не превышает 1 м.

Таблица 2.

Величины БПК<sub>5</sub> (мг О<sub>2</sub>/л) в воде озера Култучного (2016 г.)

Параметр	Станция							
	1	2	3	4	5	6	7	8
БПК <sub>5</sub> мг О <sub>2</sub> /л	11,33	11,34	10,99	10,58	10,86	11,07	12,00	9,79

Сравнительный анализ данных, полученных в ходе исследования с данными, предоставленными ЦЛАТИ, показал, что величина БПК<sub>5</sub> для озера Култучного, как правило, превышает значения ПДК для водоемов культурно-бытового пользования. Особенно в 1991 году, когда величина БПК<sub>5</sub> составила 70 мг О<sub>2</sub>/л — это 11 ПДК (рисунок 3), что свидетельствует о постоянном поступлении в акваторию озера органических веществ сточных вод, которые частично подвергаются деструкции под действием микробиоценозов или осаждаются в донных отложениях.

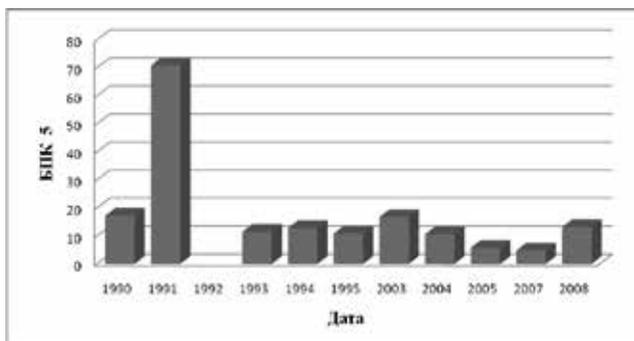


Рис. 3. Динамика биохимического потребления кислорода в воде озера Култучного в 1990–2008 гг.

Сезонные колебания БПК<sub>5</sub> зависят в основном от изменения температуры и от сезонной динамики содержания легкоокисляемого органического вещества. Влияние температуры сказывается через ее воздействие на скорость процесса потребления, которая увеличивается в 2–3 раза при повышении температуры на 10°C.

Более полную оценку содержания органических веществ в воде дает величина бихроматной окисляемости или химического потребления кислорода (ХПК), которое определяется как количество кислорода, потребляемое при химическом окислении содержащихся в воде органических и неорганических веществ под действием различных окислителей [5]. Результаты анализа содержания органических веществ в воде озера Култучного приведены в таблице 3, из которой видно, что величины химического потребления кислорода в водах озера Култучного превышают установленные нормативы (15 мг О<sub>2</sub>/л) в среднем в 2,7 раза.

Известно, что как окисляемость, так и БПК<sub>5</sub> могут служить показателями загрязненности водных объектов, но БПК<sub>5</sub> является более устойчивым и надежным показателем, чем окисляемость, поскольку при загрязнении водоемов сточными водами БПК<sub>5</sub> возрастает в большей степени, чем окисляемость.

Таблица 3.

Величины бихроматной окисляемости (ХПК) (мг О<sub>2</sub>/л) в воде озера Култучного (2016 г.)

Параметр	Станция							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ХПК мг О <sub>2</sub> /л	34	31	33	55	27	34	34	27

Сравнение значений БПК<sub>5</sub> и окисляемости позволяет сделать вывод о характере органических веществ, находящихся в воде озера Култучного. Как уже указывалось, окисляемость является показателем общего содержания в воде природного органического вещества, тогда как значения БПК<sub>5</sub> определяют, в основном, нестойкие органические соединения, легко поддающиеся окислению [9], вследствие чего отношение БПК<sub>5</sub> к окисляемости является хорошим показателем загрязненности водоемов сточными водами.

Как видно из полученных данных, в большинстве случаев значения окисляемости выше значений БПК<sub>5</sub>. Это свидетельствует о повышенном содержании в воде озера Култучного органических веществ, устойчивых к микробной деградации. Вся же легкоокисляющаяся органика в постоянных аэробных условиях под действием микрообоценозов достаточно быстро окисляется до простых неорганических соединений.

Индикатором загрязнения вод также может выступать содержание хлорофилла-а. Хлорофилл-а — основной пигмент зеленых растений, в том числе одноклеточных водорослей (фитопланктона). Из нескольких десятков пигментов, содержащихся в фотосинтетическом аппарате водорослей, хлорофиллу-а отведена важнейшая роль в процессе фотосинтеза. Информация о концентрации хлорофилла-а и ее изменчивости в водном объекте служит критерием при оценке запасов биомассы фитопланктона и его продукции, степени трофикации поверхностных вод, дает представление о количестве и потенциальной активности фотосинтеза водорослей. Несмотря на очевидные преимущества использования для оценок трофности динамического показателя, а именно величины первичной продукции, по сравнению со статическим показателем — содержанием хлорофилла-а, последний гораздо чаще фигурирует в существующих системах классификации трофического состояния водоемов [10].

При нерегулярных наблюдениях содержание хлорофилла-а в планктоне точнее отражает трофический статус озер, чем скорость фотосинтеза, легко реагирующая на

изменения погодных условий. Иными словами, содержание хлорофилла-а — более консервативный показатель трофности и поэтому при соблюдении определенных условий полнее передает продукционный потенциал фитопланктона.

Распространенность этого показателя в качестве индикатора трофического состояния связана также с относительной простотой его определения и, следовательно, возможностью получения массовых материалов по водоемам, а также тесной связью с продукционными характеристиками экосистемы и биомассой фитопланктона [10].

Измерения в поверхностном слое вод озера Култучного показали равномерное распределение содержания хлорофилла-а по акватории озера, и этот показатель в среднем равен 37 мкг/л. При этом, значения данного показателя, превышающие 8 мкг/л, свидетельствуют о сильной эвтрофированности водоема, а превышающие 30 мкг/л характеризуют водоем как очень грязный.

Также для оценки экологического состояния лимнических объектов рассматривают неорганические вещества, в том числе азот. Азот относится к числу биогенных элементов и его соединения имеют особое значение для развития жизни в водных объектах. При отсутствии азотсодержащих соединений в воде рост и развитие водной растительности прекращается, однако избыток этих соединений также приводит к негативным последствиям, вызывая процессы эвтрофикации водного объекта и ухудшение качества воды.

Источниками поступления соединений азота в природные воды являются разложение клеток отмерших организмов, прижизненные выделения гидробионтов, атмосферные осадки, фиксация из воздуха в результате жизнедеятельности азотфиксирующих бактерий. Значительное количество азота может попадать в водные объекты с бытовыми, сельскохозяйственными и промышленными сточными водами.

Понижение содержания соединений азота в водоемах связано, в основном, с потреблением их водными растениями. Некоторую роль в этом процессе играет денитрификация, т.е. перевод связанного азота в свободное состояние.

Минеральные формы азота в водных объектах представлены, главным образом нитратами, нитритами, аммиаком и ионами аммония [11]. Аммонийный азот в водах находится, главным образом, в растворенном состоянии в виде ионов аммония и недиссоциированных молекул  $\text{NH}_4\text{OH}$ , количественное соотношение которых имеет важное экологическое значение и определяется величиной pH и температурой воды. В то же время некоторая часть аммонийного азота может мигрировать в сорбированном состоянии на минеральных и органических взвесах, а также в виде различных комплексных соединений.

Присутствие в незагрязненных поверхностных водах ионов аммония связано, главным образом, с процессами биохимического разложения белковых веществ, мочевины, дезаминирования аминокислот. Естественными источниками аммиака служат прижизненные выделения гидробионтов. Кроме того, ионы аммония могут образовываться в результате анаэробных процессов восстановления нитратов и нитритов.

Источником антропогенного загрязнения водных объектов ионами аммония являются сточные воды многих отраслей промышленности, бытовые сточные воды, стоки с сельскохозяйственных угодий [12].

По данным Хуриной О. В. [1–3], содержание ионов аммония в озере Култучном варьирует в широком интервале от 0,2 до 9,82 мг/л. В поверхностном горизонте содержание аммонийного азота колеблется от 0,2 до 8,63 мг/л, а в придонном горизонте от 0,08 до 9,82 мг/л.

Сравнительный анализ полученных данных со значением ПДК для данного показателя (1,5 мг/л) [8] показал, что в воде озера Култучного наблюдается превышение до 6,5 ПДК, что свидетельствует о неудовлетворительном санитарном состоянии данного водного объекта.

Наибольшее содержание аммонийного азота наблюдалось в области труб самотечного коллектора (область выпуска сточных вод), где идет постоянный сток загрязненных вод; в

прибрежных участках, где располагались заведения общественного питания, и в восточной части озера, где происходит постоянное поступление аммонийного азота с почвенным поверхностным стоком.

Формирование областей с повышенной концентрацией аммонийного азота в акватории озера связано не только с постоянным поступлением в него белковых веществ природного и антропогенного происхождения, развитием анаэробных процессов, но и с действием сгонно-нагонных явлений.

Анализ обработанных данных ЦЛАТИ по содержанию аммонийного азота в воде озера Култучного с 1990 по 2008 год показал, что максимальное содержание  $\text{NH}_4^+$  наблюдалось в 1991 году и составляло 11 мг/л, что превысило ПДК по данному показателю в 7 раз (рисунок 4). Столь высокое содержание аммонийного азота объясняется значительным по объему выпуском сточных вод, осуществленным в этот год. В 1990 году и в период с 1993 по 2008 годы содержание аммонийного азота колебалось в значительных пределах от 1 до 6 мг/л (в среднем 2,2 мг/л), превышая ПДК для данного показателя (1,5 мг/л) до 4 раз [13].

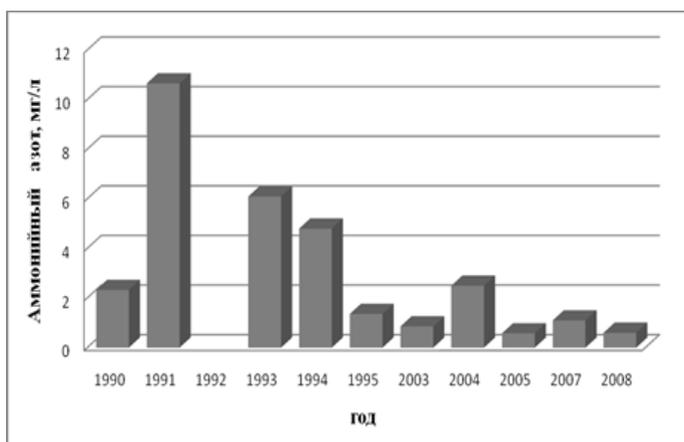


Рис. 4. Содержание аммонийного азота в воде оз. Култучное в 1990–2008 гг.

Таким образом, данные ЦЛАТИ подтверждают данные Хуриной О.В. и свидетельствуют о систематическом поступлении в озеро Култучное загрязненных сточных вод различного генезиса, обуславливающих неудовлетворительное санитарное состояние озера, и значительной рекреационной нагрузке, которой подвергается экосистема озера Култучного в течение нескольких десятилетий.

Нитраты являются конечным продуктом минерализации органических азотсодержащих веществ, их содержание в воде, как правило, значительно превышает содержание аммонийного и нитритного азота. В незагрязненных водных объектах концентрация нитратного азота обычно не превышает десятых долей миллиграмма на литр [8].

Для нитратов характерно уменьшение содержания в вегетационный период за счет потребления водными растениями и увеличение осенью при отмирании водных организмов и минерализации органических веществ. Максимальное содержание нитратов обычно наблюдается в зимний период.

По данным Хуриной О. В. [1–3] содержание нитратного азота в воде озера Култучного колеблется в очень широких пределах — от исчезающе малых количеств 0,222 мг/л в сентябре 2008 года, до значений близких или превышающих ПДК (45 мг/л) — 61,453 мг/л в июле 2007 года.

Максимальные концентрации нитратного азота по акватории озера наблюдаются осенью, при этом их вертикальное распределение становится однородным вследствие ветрового перемешивания.

На рисунке 5 показана динамика содержания нитратного азота 1990–2008 годах (по данным ЦЛАТИ).

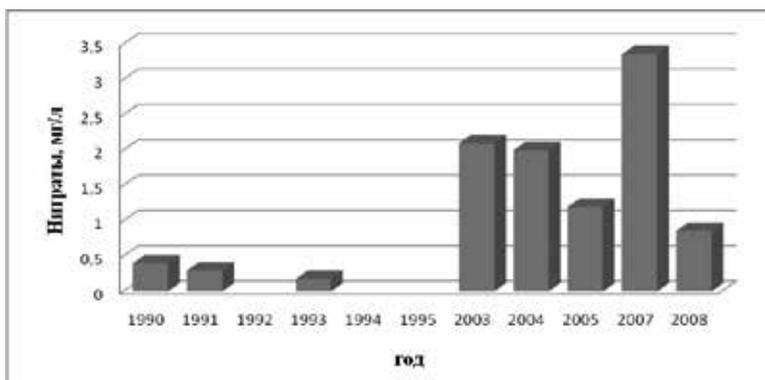


Рис. 5. Содержание нитратного азота в воде озера Кулутчного в 1990–2008 гг.

Анализ обработки данных ЦЛАТИ показал незначительное количество (менее 0,5 мг/л) нитратного азота в воде озера Кулутчного в 1990, 1991 и в 1993 годах. В период с 2003 по 2008 год концентрация нитратного азота колебалась в достаточно узких пределах и имела невысокие значения (в среднем 1,84 мг/л).

Полученные данные позволили определить трофический статус и экологическое состояние исследуемого водоема, которые оценивались по классификации, представленной в таблицах 4, 5 [14, 15]. Результаты сравнительного анализа представлены в таблице 6.

Таблица 4.

Критерии распознавания трофности водных экосистем

Критерий	Тип трофии		
	Олиготрофный	мезотрофный	эвтрофный
БПК <sub>5</sub> , мг О <sub>2</sub> /л	2,3–3,3	3,3–5,5	>5,5
Концентрация растворенного кислорода, % насыщения	95–105	50–95	<50
Хлорофилл «а», мкг/л (среднее содержание)	<2,5	2,5–8	8–25
Концентрация аммонийного азота, мг/л	0,025–0,15	0,15–0,60	>0,06
Концентрация нитратного азота, мг/л	0,01–0,020	0,02–0,03	>0,03

Таблица 5.

## Классификация загрязненности водных объектов по химическим параметрам

Параметры	Очень чистые	Чистые	Умеренно загрязн.	Загрязненные	Грязные	Очень грязные
Растворенный кислород, % насыщ.	95	80	70	60	30	0
Абс. содержание, мг/л	14–13	12–11	10–9	8–6	5–1	0
БПК <sub>5</sub> , мг О <sub>2</sub> /л	0,5–1,0	1,1–1,9	2,0–2,9	3,0–3,9	4,0–10,0	>10
ХПК, мг О <sub>2</sub> /л	1	2	3	4	5–15	>15
Аммонийный азот, мг/л	<0,05	0.1	0,2–0,3	0,4–1,0	1,1–3,0	>3,0
Нитратный азот, мг/л	<0,05	0,05–0,2	0,2–0,5	0,5–1,0	1,0–1,5	1,5–4,0
Концентрация хлорофилла-а, мкг/л	<3	3–8	8–10	10–15	15–30	30–60

Как следует из таблицы 6, по большинству показателей озеро Култучное является эвтрофным и относится к очень грязным водоемам. При этом чистым, умеренно загрязненным и мезотрофным озеро является лишь по показателям кислорода. Но в таблице 6 представлены средние показатели по всей толще водоема. В том случае, если рассматривать показатели придонного слоя, согласно таблице 1, озеро также является очень грязным и эвтрофным.

Таблица 6.

## Результаты оценки степени загрязненности и степени трофности для озера Култучного

Параметры	Полученные в ходе исследований показатели (средние значения)	Классификация загрязненности	Трофность
Растворенный кислород, % насыщ.	79,82	Ч	М
Абс. содержание, мг/л	9,18	УЗ	—
БПК <sub>5</sub> , мг О <sub>2</sub> /л	10,99	ОГ	Э
ХПК, мг О <sub>2</sub> /л	34,37	ОГ	—
Аммонийный азот, мг/л	2,2	ОГ	Э
Нитратный азот, мг/л	1,84	ОГ	Э
Концентрация хлорофилла-а, мкг/л	37	ОГ	Э

Примечание: ОЧ — очень чистое, Ч — чистое, УЗ — умеренно загрязненное, З — загрязненное, Г — грязное, ОГ — очень грязное; О — олиготрофное, М — мезотрофное, Э — эвтрофное.

Высокий уровень химического загрязнения и эвтрофность озера Култучного обуславливают необходимость установления способности исследуемого водного объекта противостоять внешним естественным и антропогенным воздействиям и внутренним

процессам, которые нарушают структуру и нормальное функционирование, как всей экосистемы, так и отдельно ее абиотической и биотической частей. Как показали результаты проведенных исследований (таблица 7), водоем является слабо уязвимым, обладает повышенной устойчивостью к изменению качества воды и пока полностью не исчерпал свою буферную емкость, так как по большинству показателей, а именно по БПК<sub>5</sub>, ХПК и аммонийному азоту озеро обладает максимальной устойчивостью к изменению качества воды. По степени закисления и концентрации растворенного кислорода озеро относится к среднему классу устойчивости. Это свидетельствует о том, что пока в водоеме сохраняется сбалансированность продукционно-деструкционных процессов, при которой утилизация нагрузочной дополнительной химической энергии всеми компонентами экосистемы происходит относительно быстро. Если нарушится этот баланс, то экосистема водоема начнет реагировать на нагрузку непредсказуемо и, в зависимости от особенностей сочетания абиотических факторов, отдельные процессы в водоеме, например, развитие фитопланктона, могут принять форму вспышек «цветения» с пиковыми значениями биомассы и численности водорослей.

Таблица 7.

Классификация для оценки устойчивости водных объектов к изменению качества воды [16–18] и значение показателей качества воды озера Култучного

Параметры	Классы устойчивости					Среднее значение показателей качества воды озера Култучного
	I max	II выше средней	III средняя	IV ниже средней	V min	
Растворенный кислород, % насыщения	0–30	30–60	60–80	80–95	95–100	79,82
БПК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /л	5,0–4,0	3,9–3,0	2,9–2,0	1,9–1,1	1,0–0,5	10,99
ХПК, мгО <sub>2</sub> /л	5,5–4	4–3	3–2	2–1	1–0	34,37
Аммонийный азот, мг/л	2,0–1,1	1,0–0,4	0,3–0,2	0,1–0,05	0,05–0	2,2
Степень закисления, рН	4,0–4,5	4,5–5,5	5,5–6,0	6,0–6,5	6,5–7,5	5,6

В настоящее время состояние экосистемы озера Култучного соответствует кризисной фазе, которая характеризуется периодическим ухудшением качества водной среды, изменениями в составе водного биоценоза без уменьшения видового разнообразия, повышением уровня первичной продукции, однако при этом серьезного изменения рекреационной значимости водоема пока еще не произошло, и проведение реабилитационных мероприятий улучшит экологическое состояние водного объекта. Для сохранения рекреационного потенциала и экологически приемлемых свойств и качеств озера необходимо разработать и применить специальные мероприятия для предотвращения гиперэвтрофной стадии в развитии озера, которая сопровождается необратимостью процессов, протекающих в водоеме, и свидетельствует о начавшемся его «умирании».

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Хурина О. В., Березовская В. А. Чистая чаша — мечта города // Экология и жизнь. — 2010. — № 12. — С. 72–76.
- 2 Хурина О. В., Березовская В. А., Саушкина Л. Н. Состояние внутригородских автальных комплексов и безопасность проживания населения (на примере озера Култучное) // Комплексное обеспечение региональной безопасности. — Петропавловск-Камчатский, 2011. — С. 108–114.
- 3 Хурина О. В., Саушкина Л. Н., Кузякина Т. И. Оценка экологического состояния пресноводной гидроэкосистемы в условиях антропогенной нагрузки // Вестник Камч. гос. техн. ун-та. — 2010. — Вып. 12. — С. 26–31.
- 4 Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / Под ред. А.Д. Семенова. — Л.: Гидрометеиздат, 1977. — 542 с.
- 5 Химическое потребление кислорода в водах. Методика измерений титриметрическим методом: РД 52.24.421-2012: утв. зам. рук. Росгидромета 26.12.2011: ввод. в действие с 20.01.2012.
- 6 Биохимическое потребление кислорода в водах. Методика выполнения измерения скляночным методом: РД 52.24.420-2006: утв. зам. рук. Росгидромета 20.06.2006: ввод. в действие с 01.07.2006.
- 7 Водородный показатель и удельная электрическая проводимость вод. Методика выполнения измерений электрометрическим методом: РД 52.24.495-2005: утв. зам. рук. Росгидромета 15.06.2005: ввод. в действие с 01.07.2005.
- 8 СанПиН 2.1.5.980-00 Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. Санитарные правила и нормы.
- 9 Скопинцев Б. А. Химические и биохимические показатели эвтрофирования водоемов // Водные ресурсы. — 1979. — № 4. — С. 70–78.
- 10 Бульон В. В. Первичная продукция планктона внутренних водоемов. — Л.: Наука, 1983. — 150 с.
- 11 Массовая концентрация нитратов в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом с реактивом Грисса после восстановления в кадмиевом редуторе: РД 52.24.380-2006: утв. зам. рук. Росгидромета 20.06.2006: ввод. в действие с 01.07.2006.
- 12 Комплексные оценки качества поверхностных вод / Под ред. А.М. Никанорова. — Л.: Гидрометеиздат, 1984. — 139 с.
- 13 Саушкина Л. Н., Хурина О. В. Комплексная оценка состояния озера Култучное по гидрохимическим показателям // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: материалы IV Всерос. науч.-практ. конф. (Петропавловск-Камчатский, 18–22 марта 2013 г.). — Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2013. — С. 201–203.
- 14 Цветкова Л. И., Копина Г. И., Славинская Т. Г. Оценка трофического состояния Невской губы в современных условиях // Исследование водной системы Ладожское озеро — река Нева, Невская губа и восточная часть Финского залива / Под ред. И.А. Шикломонова, Л.Ю. Преображенского. — Л., 1988. — С. 35–43.
- 15 Мусатов А. П. Оценка параметров экосистем внутренних водоемов. — М.: Научный мир, 2001. — 192 с.
- 16 Дмитриев В. В. Эколого-географическая оценка состояния внутренних водоемов: дис. ... докт. геогр. наук. — СПб, 2000. — 409 с.
- 17 Дмитриев В. В. Методика диагностики состояния и устойчивости водных экосистем // Эколого-географический анализ состояния природной среды: проблема устойчивости геоэкосистем / Под ред. П.П. Арапова и Ю.П. Селиверстова. — СПб.: Изд-во РГО, 1995. — С. 108–119.
- 18 Дмитриев В. В., Фрумин Г. Т. Экологическое нормирование и устойчивость природных систем. — СПб., 2004. — 294 с.

## СОСУДИСТЫЕ РАСТЕНИЯ ОЗЕРА КУЛТУЧНОЕ И ЕГО БЕРЕГОВ

О. А. Чернягина, Е. А. Девятова

Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН,  
Камчатский государственный университет им. Витуса Беринга

Озеро Култучное располагается в центре старейшего города Дальнего Востока России – Петропавловска-Камчатского (основан в 1740 году). До середины XIX века город слабо воздействовал на озеро, дорог и построек по его берегам не было. Началом освоения прибрежной части озера можно считать 1 ноября 1851 г., когда губернатор В. С. Завойко «собрал все мужское население для прокладки дороги, первой на Камчатке, от главного города, т. е. от Петропавловска-Камчатского, и до Авачи в 12 верстах расстояния от него. Вся команда, имея во главе офицеров и чиновников, с песнями и в отличнейшем настроении отправилась на работу, вооруженные топорами, лопатами и граблями... Так провели мы очень весело три дня, а 3 ноября работа была окончена. Таким образом возникла первая настоящая проезжая дорога на Камчатке» [1: с. 114-115]. Дорога была проложена по косе, отделяющей озеро Култучное от бухты. За прошедшие с этого времени 166 лет площадь озера значительно уменьшилась, конфигурация его берегов изменилась и мы уверенно можем утверждать, что вся растительность по его современным берегам является вторичной, причем очевидно, что на всех прибрежных участках растительность уничтожалась и восстанавливалась неоднократно.

По аналогии с подобными озерами Камчатки (например, с озером Лиственничным на юго-восточном побережье Камчатки) можно предположить, что по склонам сопок, окружающих озеро, росли леса из березы Эрмана (*Betula ermanii* Cham.), формировались заросли ольхового (*Alnus fruticosa* Pall.) и кедрового стлаников (*Pinus pumila* (Pall.) Regel) с разнотравными полянами, в кутовой части было болото, на косе – приморский луг (с *Leymus mollis* (Trin.) Nara) переходящий с мористой стороны в мозаику приморских галофитов (*Honckenya oblongifolia* Torr. et Gray, *Mertensia maritima* (L.) S.F. Gray) и приморская кустарничковая тундра (с *Empetrum nigrum* L.), а водные и прибрежно-водные местообитания были достаточно богаты видами гигрофильной группы. Подтверждение этому находим у известного ботаника, начальника ботанического отряда экспедиции Рябушинского (1908-1909 гг.) В. Л. Комарова [2: с. 31,33]: «Склоны Петровской горы, да и всех других, кроме заповедной Никольской, уже совершенно очищены жителями от леса и одеты преимущественно густыми зарослями ольховника или столь же густыми, но менее обширными зарослями рябинника (*Sorbus sambucifolia*); среди кустарника немало полянок, часто пересыпанных вулканическим песком и поросших где княженикой (*Rubus arcticus* L.), где злаками, особенно вейником (*Calamagrostis Langsdorffii*)... В култук озера впадает небольшой ручей, протекающий среди болотистого тальвега... В сильные шторма валы перекатываются в озеро, и оно становится снова частью залива. Теперь кошка растет вширь со стороны озера, где во многих местах к ней прилегают полузалитые водой отмели, покрытые уже травой, особенно у стока и от него к Меженной горе». О растительности кошки Комаров пишет следующее [2: с. 28]: «Коса покрыта снаружи валом из гравия, середина же ее совершенно плоская и задернованная, на ней местами небольшие заросли шиповника (*Rosa rugosa* Thunb.) с примесью жимолости и других растений... Озеро очень мелко, соленое, сильно заросшее водяными травами (особенно *Ruppia maritima* L.)».

В работах ботаников В. Л. Комарова [3,4] и Э. Хультена [5], изучавших флору Камчатки в начале 20 века, мы нашли упоминания (кроме приведенных выше) о 28 видах сосудистых растений, встреченных в озере Култучном и непосредственно по его берегам (авторы приводят данные и других исследователей, начиная с 1831 года, но скрупулезность этих сведений говорит только о том, что это были только случайные наблюдения и путевые записки). Для «кошки между Верхним оз. и морем у Петропавловска» приводятся

*Elymus gmelinii* (Ledeb.) Tzvel., *Atriplex gmelinii* C.A. Mey., *Chenopodium album* L., *Honckenya oblongifolia* Torr. et Gray, *Stellaria humifusa* Rottb., *Ranunculus hyperboreus* Rottb., *Rosa rugosa* Thunb., *Empetrum nigrum* L., *Plantago camtschatica* Link, *Lonicera caerulea* L., *Arctanthemum arcticum* (L.) Tzvel., *Picris kamschatica* Ledeb. По «берегам озера» отмечены *Padus avium* Mill., *Equisetum pratense* L., *Lilium debile* Kittlitz, а в «долине за култуком» *Triglochin palustre* L., *Melica nutans* L., *Salix pulchra* Cham., *Ranunculus monophyllus* Ovez., *Corydalis ambigua* Cham. et Schlecht., *Rorippa palustris* (L.) Besser, *Halenia corniculata* (L.) Cornaz, *Anaphalis margaritacea* (L.) A. Gray. Особый интерес представляют данные о водных растениях. Таких видов отмечено три: *Sparganium emersum* Rehmman, *Zostera japonica* Asch. et Graebn., *Ruppia occidentalis* S. Wats. В настоящее время ни один из этих видов в озере не встречается. *Zostera japonica* и *Ruppia occidentalis* – растения солоноватоводных водоемов, их отсутствие свидетельствует о том, что современное озеро Култучное пресное, подтока морской воды нет. Но еще в 1922 г. *Ruppia occidentalis* была здесь обычным растением, в гербарии биологического факультета Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова сохранились гербарные листы со сборами П. Т. Новограбленова (рис.1).

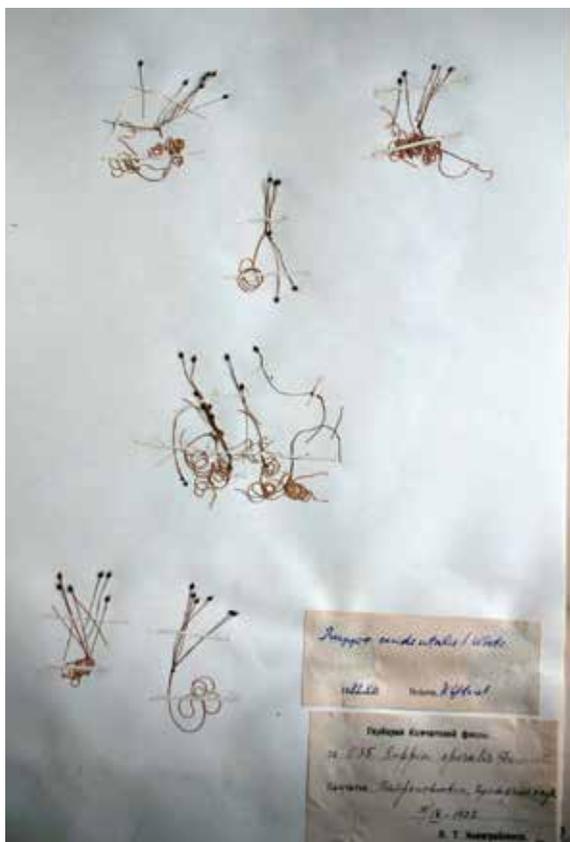


Рис. 1. Гербарный лист с образцами *Ruppia occidentalis* из озера Култучного, 11 сентября 1922 г., коллектор П. Т. Новограбленов. Гербарий биологического факультета Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова (г. Москва).

Современные исследования растительного покрова озера Култучного и его берегов начаты нами в 2011 году при изучении флоры исторической части г. Петропавловска-Камчатского [6]. Берег озера мы разделили на зоны (рис. 2), в той или иной степени объединенные историей формирования и приуроченностью к естественным элементам ландшафта. Основой для схемы послужили космические снимки, полученные с помощью бесплатных интернет-геосервисов (Google, Bing, Yandex и др.). Зона 1 – полностью искусственный берег (камень, бетон, плитка) у Театральной площади. Зона 2 – нижняя часть склона Петровской сопки, с грунтовым берегом. Зона 3 – прилегает к засыпанному участку с выходом родников, частично бетонный берег. Зона 4 – участок с намытым грунтом и болотом. Территория судоремонтно-механического завода и участка берега между зонами 1 и 4 обследованы не были из-за ограничения доступа. Участок, обозначенный у В. Л. Комарова как «кошка между Верхним оз. и морем у Петропавловска», мы не выделяли на схеме особо, но обследование показало, что все виды для этого места приведенные (см. список выше), в настоящее время здесь не произрастают.



Рис. 2. Озеро Култучное и обследованные участки (космические снимки по состоянию на 2015-2016 год)

Исследования проводились маршрутным методом, на основе собственных сборов и гербарной коллекции КФ ТИГ ДВО РАН (КАМ) был составлен общий список видов по зонам (приложение 1), названия растений приведены по «Конспекту флоры азиатской России» [7], семейства – в алфавитном порядке. Всего в настоящее время выявлено 133 вида сосудистых растений из 39 семейств, произрастающих по берегам Култучного озера и в его водах. Этот список скорее всего будет расширен, т. к. до настоящего времени мы не проводили исследований в осенний период и велика вероятность, что целый ряд видов сем. Роасае не был выявлен. Но уже полученные данные позволяют сделать ряд важных выводов. Прежде всего, выявленная флора достаточно богата и разнообразна (для всей исторической части Петропавловска-Камчатского известно 274 вида из 67 семейств [6]). Учитывая, что более 150 лет эта территория подвергается разрушительному антропогенному воздействию, следует признать высокий восстановительный потенциал фитоценозов, формирующихся по берегам Култучного озера. В зоне 2 в составе травостоя обычно участие видов камменноберезового леса (*Allium ochotense* Prokh., *Epipactis papillosa* Franch. et Savat., *Anemone amurensis* (Korsh.) Kom., *Cimicifuga simplex* (Wormsk. ex DC.) Turcz. и др.) произрастающего выше, на склоне Петровской сопки. В зоне 3 на участках, где антропогенное воздействие ослаблено, начинают формироваться высокотравные луга и пойменные ивняки. В зоне 1 произрастают практически только заносные виды, но в зоне 4, которая сформирована не более чем 35-40, лет назад появились такие лесные виды как *Dactylorhiza aristata* (Fisch. ex Lindl.) Soo, *Neolindleya camtschatica* (Cham. et Schlht.) Nevski, *Pyrola minor* L. Восстанавливается водная и околоводная флора: обычны и обильны ранее не отмечавшиеся в Култучном озере *Typha latifolia* L., *Potamogeton perfoliatus* L., *Lemma turionifera* Landolt. Достаточно часто в зоне 4 встречаются характерные виды морских побережий – *Leymus mollis*, *Rosa rugosa*, *Ligusticum scoticum* L., но не приходится сомневаться, что их зачатки попадают сюда с морским песком, которым в зимнее время в городе посыпают улицы.

В настоящее время не выяснено, как сформировались растительные сообщества по берегам озера. Возможно, на отдельных участках были высажены деревья, или для задернения откосов был использован дерн из леса, но, безусловно, велика и роль случайного заноса, в том числе и при формировании сообществ аборигенных видов. Например, в зоне 4 было отмечено семенное возобновление рябины и боярышника. Для стабилизации экологического состояния Култучного озера необходимо не только оздоровление собственно водоема, но и сохранение растительности по его берегам, для этого достаточно выделить несколько зон покоя (без кошения и развития тропиной сети). Целесообразно подобрать и интродуцировать в озеро несколько водных видов из озер дельты р. Авача и предгорий Авачинского вулкана, где водная растительность обильна и разнообразна.

В зоне 4 выявлено произрастание Любки камчатской (*Platanthera camtschatica*), а в зоне 2 – Дремлика сосочкового (*Epipactis papillosa*), видов, занесенных в Красную книгу Камчатки [8]. Это обстоятельство указывает на необходимость проведения обследований территории при планировании работ по обустройству прибрежной зоны оз. Култучного, как того требует действующее законодательство.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дитмар К. Поездки и пребывание на Камчатке в 1851-1855 гг. Часть первая. Исторический отчет по путевым дневникам. – Петропавловск-Камчатский: Холдинговая компания «Новая книга», 2009. – 566 с.
2. Комаров В. Л. Путешествие по Камчатке в 1908-1909 гг. – Петропавловск-Камчатский: Холдинговая компания «Новая книга», 2008. – 429 с.
3. Комаров В. Л. Флора полуострова Камчатки. Часть I. М.-Л: Изд-во АН СССР, 1951. – 508 с.

4. Комаров В. Л. Флора полуострова Камчатки. Часть II. М.-Л: Изд-во АН СССР, 1951. – 528 с.

5. Hulten E. Flora of Kamchatka and the adjacent islands // Kungl. Svenska Vetenskapsakadem. Handl. Ser. 3. Bd. 5. № 1. 1927. 346 p.; № 2. 1928. 218 p.; Bd. 8. № 1. 1929. 213 p.; № 2. 1930. 358 p.

6. Девятова Е. А., Чернягина О. А. Флора исторической части г. Петропавловска-Камчатского / Проблемы изучения адвентивной и синантропной флор России и ближнего Зарубежья: материалы IV международной научной конференции (Ижевск, 4-7 декабря 2012 г.). М; Ижевск, 2012. – С. 73-76.

7. Конспект флоры Азиатской России: Сосудистые растения / Л.И. Малышев [и др.]; под ред. К.С. Байков; Рос.акад. наук, Сиб. отд-ние, Центр. сиб. бот. сад. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. – 640 с.

8. Красная книга Камчатки. Том 2. Растения, грибы, термофильные микроорганизмы / Отв. ред. О.А. Чернягина. – Петропавловск-Камчатский: Камч. печ. двор. Книжное издательство, 2007. – 341 с.

9.

Приложение 1

Растения озера Култужное и его берегов (в соответствии с зонами на рис. 2), г. Петропавловск-Камчатский)

**Athyriaceae:** *Athyrium filix-femina* (L.) Roth (4).

**Equisetaceae:** *Equisetum arvense* L. (1-4); *Equisetum fluviatile* L. (4); *Equisetum hyemale* L. (2); *Equisetum palustre* L. (4).

**Typhaceae:** *Typha latifolia* L. (4).

**Potamogetonaceae:** *Potamogeton perfoliatus* L. (1, 3); *Potamogeton pectinatus* L. (2, 4).

**Poaceae:** *Beckmannia syzigachne* (Steud.) Fern. (3, 4); *Calamagrostis langsdorffii* (Link) Trin. (1-4); *Dactylis glomerata* L. (2-4); *Leymus mollis* (Trin.) Hara (4); *Phalaroides arundinacea* (L.) Rausch. (2, 4); *Phleum pratense* L. (1-3); *Poa annua* L. (1-4); *Poa palustris* L. (3, 4); *Poa pratensis* L. (1, 3, 4); *Schenodorus pratensis* (Huds.) Beauv. (2); *Agrostis capillaris* L. (1).

**Cyperaceae:** *Eleocharis palustris* (L.) Roem. et Schult. (4); *Carex rhynchophysa* C.A. Mey. (3, 4); *Carex pallida* C.A. Mey. (2); (4); *Carex lyngbyei* Hornem. subsp. *cryptocarpa* (C.A. Mey.) Hulten, (4); *Carex sordida* Van Heurck et Muell. Arg. (2); *Eriophorum* sp. (4);

**Lemnaceae:** *Lemna turionifera* E. Landolt (3, 4).

**Juncaceae:** *Juncus beringensis* Buchenau (4).

**Liliaceae:** *Fritillaria camtschatcensis* (L.) Ker-Gawl. (2); *Lilium debile* Kittlitz (2, 4); *Gagea nakaiana* Kitag. (2).

**Alliaceae:** *Allium ochotense* Prokh. (2).

**Asparagaceae:** *Maianthemum dilatatum* (Wood) Nels. et Macbr. (2-4).

**Iridaceae:** *Iris setosa* Pall. ex Link (4).

**Orchidaceae:** *Dactylorhiza aristata* (Fisch. ex Lindl.) Soo (2, 4); (4); *Epipactis papilosa* Franch. et Savat. (2); *Neolindleya camtschatica* (Cham. et Schlht.) Nevski

**Salicaceae:** *Chosenia arbutifolia* (Pall.) A.K. Skvortsov (4); *Populus suaveolens* Fisch. (2-4); *Salix caprea* L. (4); *Salix udensis* Trautv. et C. A. Mey. (1-4).

**Betulaceae:** *Alnus hirsuta* (Spach) Turcz. ex Rupr. (2, 4); *Betula ermanii* Cham. (3, 4).

**Urticaceae:** *Urtica platyphylla* Wedd. (2, 3).

**Polygonaceae:** *Acetosella vulgaris* (Koch) Fourr. (3, 4); *Polygonum aviculare* L. (1, 3); *Rumex longifolius* DC. (1-4).

**Chenopodiaceae:** *Chenopodium album* L. (1).

**Caryophyllaceae:** *Cerastium holosteoides* Fries (3, 4); *Moehringia lateriflora* (L.) Fenzl (3, 4); *Oberna behen* (L.) Ikonn. (2, 4); *Spergula arvensis* L. (4); *Stellaria graminea* L. (4); *Stellaria media* (L.) Vill. (3, 4).

**Ranunculaceae:** *Aconitum lubarskyi* Reichenb., (4); *Anemone amurensis* (Korsh.) Holub (2); *Ranunculus acris* L. (2); *Ranunculus pugmaeus* Wahlenb. (4); *Ranunculus repens* L. (1-4); *Ranunculus sceleratus* L. (4); *Thalictrum minus* L. s.l. (2, 3); *Actaea simplex* (DC.) Turcz. Wormsk. ex Prantl (2).

**Brassicaceae:** *Barbarea orthoceras* Ledeb. (2-4); *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medikus (1, 2); *Erysimum cheiranthoides* L. (4); *Rorippa palustris* (L.) Besser (1, 2); *Cardaminopsis lyrata* (L.) Hiit., (2).

**Grossulariaceae:** *Ribes triste* Pall. (3, 4).

**Rosaceae:** *Alchemilla acutiloba* Opiz (4); *Aruncus dioicus* (Walt.) Fern. (2-4); *Crataegus chlorosarca* Maxim. (3, 4); *Filipendula camtschatica* (Pall.) Maxim. (2, 3); *Filipendula palmata* (Pall.) Maxim. (2, 4); *Geum aleppicum* Jacq. (2-4); *Geum macrophyllum* Willd. (3); *Padus avium* Mill. (2); *Potentilla stolonifera* Lehm. ex Ledeb. (4); *Rosa amblyotis* C.A. Mey. (2-4); *Rosa rugosa* Thunb. (3, 4); *Rubus arcticus* L. (2, 4); *Rubus iaeus* L. (2); *Sorbus sibirica* Hedl.s.l. (4); *Fragaria ananassa* Duchesne (4); *Potentilla norvegica* L. (4).

**Fabaceae:** *Trifolium pratense* L. (1-4); *Trifolium repens* L. (1-4); *Trifolium hybridum* L. (4); *Vicia cracca* L. (2-4).

**Geraniaceae:** *Geranium erianthum* DC. (2-4).

**Balsaminaceae:** *Impatiens noli-tangere* L. (3); *Impatiens glandulifera* Royle (3, 4).

**Violaceae:** *Viola sacchalinensis* Boiss. (2, 4).

**Onagraceae:** *Chamerion angustifolium* (L.) Holub (2-4); *Epilobium glandulosum* Lehm. (2, 4).

**Hippuridaceae:** *Hippuris vulgaris* L. (4).

**Apiaceae:** *Angelica genuflexa* Nutt. ex Torr. et Gray (2, 3); *Angelica gmelinii* (DC.) Pimen. (2, 4); *Anthriscus sylvestris* (L.) Hoffm. (2-4); *Heraclium lanatum* Michx. (2-4); *Ligusticum scoticum* L. (2, 4); *Pleurospermum uralense* Hoffm. (2).

**Ericaceae:** *Orthilia secunda* (L.) House (3); *Pyrola minor* L. (2, 4).

**Primulaceae:** *Trientalis europaea* L. s. str. (4).

**Polemoniaceae:** *Polemonium campanulatum* (Th. Fries.) Lindb. fil. (4).

**Boraginaceae:** *Myosotis arvensis* (L.) Hill (4).

**Lamiaceae:** *Galeopsis bifida* Boenn. (3, 4).

**Scrophulariaceae:** *Euphrasia maximowiczii* Wettst. (3, 4); *Pedicularis resupinata* L. (2-4); *Rhinanthus minor* L. (2-4); *Rhinanthus vernalis* (N. Zing.) Schischk. et Serg. (2-4).

**Plantaginaceae:** *Plantago major* L. (1-4); *Plantago asiatica* L. (2, 3).

**Rubiaceae:** *Galium boreale* L. (2).

**Asteraceae:** *Achillea nigrescens* (E.Mey) Rydb. (1-4); *Anaphalis margaritacea* (L.) A. Gray (4); *Arctium tomentosum* Mill. (1, 3, 4); *Artemisia opulenta* Pamp. (1-4); *Cacalia hastata* L. (2); *Cacalia camtschatica* (Maxim.) Kudo (2); *Cirsium kamtschaticum* Ledeb. et DC. (2); *Cirsium setosum* (Willd.) Bess. (2-4); *Lagedium sibiricum* (L.) Soják (2, 4); *Lepidotheca suaveolens* (Pursh) Nutt. (1-3); *Leontodon autumnalis* L. (1, 2, 4); *Leucanthemum vulgare* Lam. (4); *Picris kamtschatica* Ledeb. (2-4); *Pilosella x floribunda* (Willd. ex Spreng) Schljakov (4); *Ptarmica camtschatica* (Rupr. ex Heimaerl.) Kom. (2-4); *Senecio cannabifolius* Less. E. Wiebe (2-4); *Senecio vulgaris* L. (4); *Taraxacum officinale* W.W.Web. ex F.H.Wigg. (1-4); *Tripleurospermum inodorum* (L.) Sch.Bip. (4); *Tussilago farfara* L. (4).

## ПТИЦЫ ОЗЕРА КУЛТУЧНОЕ И ИХ РОЛЬ В ФОРМИРОВАНИИ ОРНИТОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ В ЦЕНТРЕ ПЕТРОПАВЛОВСКА- КАМЧАТСКОГО

Е. Г. Лобков

*Камчатский государственный технический университет (КамчатГТУ)*

Озеро Култучное – водоем относительно небольших размеров, с ограниченным биотопическим разнообразием наземных компонентов озерной экосистемы. Природный комплекс озера испытывает в течение многих десятилетий сильное антропогенное воздействие. Тем не менее, озеро Култучное представляет собой большой экологический интерес, поскольку находится в центре Петропавловска-Камчатского, является естественной частью среды обитания горожан и в немалой степени определяет экологический облик центральной части нашего города. По экологическому состоянию озера Култучное люди нередко судят о том, насколько серьезное внимание в Петропавловске уделяется экологии города.

При всей ограниченности в размерах, экосистема озера Култучное отличается вполне своеобразным биоразнообразием. Птицы – один из наиболее заметных компонентов этого биоразнообразия. При этом, материалов, посвященных птицам Култучного, до сих пор не публиковалось, хотя по результатам попутных, эпизодических и специальных наблюдений за многие годы у местных орнитологов и натуралистов накопился большой объем информации об облике авифауны этого природного объекта.

Наблюдения автора охватывают период времени с 1994 г. по 2017 г. Практически ежегодно удавалось собрать какую-либо важную информацию о птицах. В 2015-2017 гг. наблюдения удалось организовать так, чтобы они были круглогодичными, более или менее регулярными, что позволило оценить сезонные аспекты авифауны и сезонную динамику численности орнитологического населения.

**Видовое разнообразие птиц озера Култучное и прилегающей к нему прибрежной полосы суши.** Согласно современному списку птиц Российской Федерации [1] в авифауне озера Култучное (включая зону суши в границах прибрежных древесно-кустарниковых зарослей) насчитывается, как минимум, 52 вида птиц из 9 отрядов (табл. 1). В список включены виды, хотя бы один раз зарегистрированные на акватории озера, по его берегам и в прибрежных ивняковых зарослях со стороны механического завода и тополевых посадках со стороны стадиона «Спартак». Это не исчерпывающий список видов птиц. Со временем, с увеличением объема наблюдений будут найдены и другие виды, прежде всего в категории залетных.

Таблица 1.

Систематический список видов птиц озера Култучное и характер их обитания

Условные обозначения:

«Г» - вид найден на гнездовании, не зависимо от того, регулярно он размножается или эпизодически, в том числе, если гнездование зарегистрировано хотя бы один раз;

«М» - вид более или менее регулярно отмечается на кочевках и миграциях, будь это местные трофические кочевки или пролет;

«З» - вид зарегистрирован в снежное время года;

«ЭЗ» - эпизодически залетный вид, независимо от того, в какое время года он наблюдался (как правило, это – единичные находки в негнездовое время).

Знак вопроса означает, что данный характер обитания предполагается, но фактически не доказан.

№ п/п	Виды птиц по отрядам	Характер обитания			
		Г	М	З	ЭЗ
1	2	3	4	5	6
	<b>Отряд Гусеобразные – Anseriformes</b>				
1.	Лебедь-кликун – <i>Cygnus cygnus</i> (L.)	-	-	-	+
2.	Свиязь – <i>Anas penelope</i> L.	+	+	-	-
3.	Чирок-свистунок – <i>Anas crecca</i> L.	+	+	-	-
4.	Кряква – <i>Anas platyrhynchos</i> L.	+	+	+	-
5.	Чирок-трескунок – <i>Anas querquedula</i> (L.)	-	-	-	+
6.	Хохлатая чернеть – <i>Aythya fuligula</i> (L.)	-	-	-	+
7.	Морская чернеть – <i>Aythya marila</i> (L.)	?+	+	-	-
8.	Морянка – <i>Clangula hyemalis</i> (L.)	-	-	-	+
9.	Длинноносый крохаль – <i>Mergus serrator</i> L.	-	-	-	+
10.	Большой крохаль – <i>Mergus merganser</i> L.	-	-	-	+
	<b>Отряд Поганкообразные – Podicipediformes</b>				
11.	Серощекая поганка – <i>Podiceps grisegena</i> (Boddaert)	-	-	-	+
	<b>Отряд Соколообразные – Falconiformes</b>				
12.	Кречет – <i>Falco rusticolus</i> L.	-	-	-	+
13.	Белоплечий орлан – <i>Haliaeetus pelagicus</i> (Pallas)	-	-	-	+
14.	Перепелятник – <i>Accipiter nisus</i> (L.)	-	-	-	+
	<b>Отряд Ржанкообразные – Charadriiformes</b>				
15.	Бурокрылая ржанка – <i>Pluvialis fulva</i> (J.F.Gmelin)	-	-	-	+
16.	Сибирский пепельный улит – <i>Heteroscelus brevipes</i> (Vieillot)	-	+	-	-
17.	Перевозчик – <i>Actitis hypoleucos</i> (L.)	+	-	-	-
18.	Сизая чайка – <i>Larus canus</i> L.	-	+	-	-
19.	Тихоокеанская чайка – <i>Larus schistisagus</i> (Stejneger)	-	+	+	-
20.	Восточносибирская чайка – <i>Larus vegae</i> (Palmen)	-	+	-	-
21.	Серокрылая чайка – <i>Larus glaucescens</i> J.F. Naumann	-	+	-	-
22.	Бургомистр – <i>Larus hyperboreus</i> Gunnerus.	-	+	-	-
23.	Озерная чайка – <i>Larus ridibundus</i> L.	+	+	-	-
24.	Моевка – <i>Rissa tridactyla</i> (L.)	-	+	-	-
25.	Речная крачка – <i>Sterna hirundo</i> L.	-	-	-	+
	<b>Отряд Голубеобразные – Columbiformes</b>				
26.	Сизый голубь – <i>Columba livia</i> J.F.Gmelin	-	+	-	-
	<b>Отряд Кукушкообразные – Cuculiformes</b>				
27.	Обыкновенная кукушка – <i>Cuculus canorus</i> L.	?+	-	-	-
	<b>Отряд Стрижеобразные – Apodiformes</b>				
28.	Белопоясный стриж – <i>Arus pacificus</i> (Latham)	-	-	-	+
	<b>Отряд Дятлообразные – Piciformes</b>				
29.	Малый пестрый дятел – <i>Dendrocopos minor</i> (L.)	-	+	+	-
30.	Большой пестрый дятел – <i>Dendrocopos major</i> (L.)	-	-	-	+
	<b>Отряд Воробьеобразные – Passeriformes</b>				
31.	Пятнистый конек – <i>Anthus hodgsoni</i> Richmond	+?	+	-	-
32.	Берингийская желтая трясогузка – <i>Motacilla tschutschensis</i> J.F. Gmelin	-	-	-	+
33.	Горная трясогузка – <i>Motacilla cinerea</i> Tunstall	+	-	-	-
34.	Камчатская трясогузка – <i>Motacilla (alba) lugens</i> Gloger	+	+	-	-
35.	Соловей-красношейка – <i>Luscinia calliope</i> (Pallas)	+	-	-	-
36.	Сибирская мухоловка – <i>Muscicapa sibirica</i> J.F. Gmelin	-	-	-	+

37.	Восточная малая мухоловка – <i>Ficedula albicilla</i> (Pallas)	+	-	-	-
38.	Охотский сверчок – <i>Locustella ochotensis</i>	+	-	-	-
39.	Камчатская таловка – <i>Phylloscopus examinandus</i> (Stresemann)	+	-	-	-
40.	Ополовник – <i>Aegithalos caudatus</i> (L.)	-	+	+	-
41.	Пухляк – <i>Parus montanus</i> Conrad fon Baldenstein	+	+	+	-
42.	Поползень – <i>Sitta europaea</i>	-	+	+	-
43.	Сорока – <i>Pica pica</i> (L.)	+	-	+	-
44.	Восточная черная ворона – <i>Corvus orientalis</i> (Eversmann)	+	+	+	-
45.	Полевой воробей – <i>Passer montanus</i> (L.)	-	+	+	-
46.	Юрок – <i>Fringilla montifringilla</i> L.	-	-	-	+
47.	Китайская зеленушка – <i>Chloris sinica</i> (L.)	-	-	-	+
48.	Обыкновенная чечетка – <i>Acanthis flammea</i> (L.)	-	+	-	-
49.	Чечевица – <i>Carpodacus erythrinus</i> (Pallas)	+	+	+	-
50.	Снегирь – <i>Pyrrhula pyrrhula</i> (L.)	-	+	+	-
51.	Камышовая овсянка – <i>Schoeniclus schoeniclus</i> (L.)	-	-	-	+
52.	Овсянка-ремез – <i>Ocyris rusticus</i> (Pallas)	-	-	-	+

Простейший анализ характера обитания птиц свидетельствует о том, что в основе авифауны озера Култучное – виды, неразмножающиеся на озере (34 вида, 65,4%). Они посещают этот водоем и его прибрежную сушу в разное время года, но, главным образом, в негнездовой период. Для 18 видов птиц (34,6%) имеются факты, подтверждающие (15 видов) или предполагающие (3 вида) хотя бы один случай гнездования. Среди неразмножающихся видов решающую долю (20 видов) составляют птицы, лишь эпизодически залетные (зарегистрированы за все время наблюдений один, два или несколько раз с большими перерывами), и только 14 видов более или менее регулярно встречаются на кочевках и миграциях (регистрируются ежегодно или почти ежегодно). Из них зимой в окрестностях озера Култучное отмечено 10 видов птиц, все они – либо ведут оседлый образ жизни в городе Петропавловске, либо более или менее регулярны в городских кварталах и на склонах городских сопок на кочевках и миграциях.

В течение года авифауна озера Култучное представлена 5 эколого-фаунистическими комплексами:

- водными и околотовными птицами (22 вида из отрядов гусеобразных, поганкообразных и ржанкообразных, 42,3% всего состава авифауны);
- лесными, древесно-кустарниковыми (22 вида из отрядов соколообразных, кукушообразных, дятлообразных и воробьеобразных, 42,3%);
- луговыми (1 вид из воробьеобразных, 1,9%)
- видами-синантропами (2 вида из отрядов голубеобразных и воробьеобразных, 3,8 %);
- птицами интразональных местообитаний (5 видов из отрядов стрижеобразных и воробьеобразных, 9,7% состава авифауны).

**Биотопические связи птиц на озере Култучное.** Облик авифауны Култучного (табл. 1) соответствует характеру местообитаний птиц. Озерный природный комплекс, по сути, представлен двумя водоемами, хорошо отличающимися природным обликом и разделенными искусственной дамбой (рис. 1). Гнездовые и защитные условия для птиц на основном озере, наибольшем по размерам, нельзя назвать благоприятными. Вдоль большей части его малоизрезанных берегов нет достаточно богатой и плотной травяной растительности, а в прибрежной полосе водоема нет нейстофитов – плавающих высших водных растений. Потому на этом озере водные и околотовные птицы практически не размножаются (возможно, иногда устраивают гнезда кряквы), но в периоды кочевков и миграции водные и околотовные виды образуют здесь более или менее крупные сезонные

скопления. Второе, относительно небольшое, но заболоченное озеро, напротив, отличается изрезанной береговой линией, наличием водной и околоводной высшей растительности, окружено лесом и благоприятствует кормовым, защитным и гнездовым требованиям птиц. В связи с этим, именно на малом, заболоченном озере и вокруг него сосредоточена решающая часть гнездовых местообитаний водных, околоводных, и наземных птиц (табл. 2). Оба водоема практически лишены пляжей, расположены непосредственно у городских улиц с интенсивным движением автотранспорта и в непосредственной близости от Авачинской губы.

Таблица 2.

Ключевые биотопические связи птиц на озере Култучное

Типы местообитаний птиц	Важнейшие векторы использования птицами этих местообитаний
<b>Водные и околоводные местообитания</b>	
Акватория основного, большого озера	С конца апреля по ноябрь - место отдыха и кормежки кочующих и мигрирующих птиц (скопления уток и чайковых); летом могут держаться некоторые выводки уток; с декабря по апрель - эпизодически при наличии промоин в дни оттепели - место отдыха и кормежки небольшого числа уток и черных ворон
Акватория малого, заболоченного озера	С мая по август – место размножения водных и околоводных птиц; осенью – место их отдыха и кормежки, но в меньшем числе, чем на основном озере
Береговая кромка большого озера	С конца апреля по ноябрь – место кормежки наземных видов птиц; в небольшом числе – место устройства гнезд некоторых воробьеобразных, летом эпизодически отдыхают выводки уток
Береговая кромка заболоченного озера	Место кормежки наземных птиц, место временного пребывания мигрирующих куликов, место размещения гнезд некоторых наземных, водных и околоводных птиц, место отдыха выводков уток
<b>Прибрежные лесные насаждения</b>	
Ивняки вокруг заболоченного озера	Место размножения и летнего пребывания всех видов наземных птиц, место размещения гнезд уток; место кормежки наземных птиц во время их кочевков и миграций, включая зиму
Топольники в районе спортивных площадок	Место эпизодического посещения наземными птицами в негнездовое время; единичное и эпизодическое гнездование черных ворон
<b>Антропогенные элементы ландшафта</b>	
Городская набережная	Место отдыха чайковых (прежде всего, озерной чайки) в период массовых кочевков и миграции; место кормежки сизых голубей и полевых воробьев
Здания, электролинии и другие сооружения	Место кормежки и эпизодическое размножение некоторых наземных птиц
Газоны, тротуары	Место кормежки сизых голубей, полевых воробьев и других наземных птиц; временами - место отдыха озерных чаек в период их осенней миграции

**Ледовый режим.** Сезонный ритм смены видового разнообразия птиц на Култучном определяется сроками становления и распаления ледового покрова и сроками вегетации растительности. Обычно лед покрывает поверхность озера в течение ноября, а распалется ледовый покров в начале мая. Однако в разные годы в соответствии с разницей в погодных условиях сроки прохождения этих процессов могут различаться.



Рис. 1. Биотопический облик озера Култучное и его положение в центре Петропавловска-Камчатского. Хорошо видны разные по облику большое и малое (заболоченное) озера и разные по характеру участки их берегов. Фото В. В. Зыкова. 30 июля 2017 г.

В 2015 г. первая тонкая пленка льда покрыла малое (заболоченное) озеро 6 ноября, а несколько дней спустя лед появился на большом, основном озере. К 20 ноября ледовый покров на «болоте» достигал 3-5 см; большое озеро в этот день покрылось льдом на 4/5 площади; вода оставалась незамерзшей местами вдоль южного берега и у городской набережной, а также в северной части озера возле зловонных стоков, спускаемых со стороны спортплощадок и стадиона «Спартак». С этого времени ледовый покров укреплялся быстро, и уже к 23 ноября все озеро было покрыто прочным льдом, и только возле городской набережной (у площади В. И. Ленина) оставалась небольшая полынья размером 8 м в поперечнике. К концу месяца свободной воды на озере не осталось совсем.

Ледовый покров в тот зимний сезон (2015/16 гг.) без существенного изменения держался на озере до середины апреля 2016 г. Небольшая часть водной поверхности вблизи выпуска неочищенных стоков впервые освободилась ото льда лишь к 25 апреля, а вся ледовая поверхность озера обращала на себя внимание в это время мозаикой темных пятен, обозначающих насыщенные водой участки снега. Через пару дней, 27 апреля 2016 г. свободная ото льда поверхность воды занимала уже порядка 1/3 всей северной части озера; открылась длинная полоса воды вдоль его северо-западного берега, на большей части поверхности озера поверх льда появился слой воды. Ледовый покров окончательно разрушился в начале мая.

Процесс распаления ледового покрова в 2017 г. начался раньше. Вследствие сравнительно теплого марта 2017 г. первые признаки разрушения ледового покрова на озере Култучное появились в середине марта: 14 марта 2017 г. граница свободной ото льда воды впервые продвинулась от места выпуска в озеро городских стоков на несколько метров (рис. 2) , а на поверхности ледового покрова озера появились первые темные пятна на белом снежном покрывале. К 21 марта лед на озере повсеместно осел, треть его поверхности стала серой от насыщенного водой снега, немного расширилась свободная ото льда акватория в истоке протоки Озерной (ручей, вытекающий из озера и впадающий в Авачинскую губу); появились небольшие полыньи в разных местах (в частности, у городской набережной и вдоль северного и западного берегов озера), 27 марта вся поверхность озера был темного цвета, количество прибрежных полыней увеличилось. Последовавшее после этого похолодание несколько приостановило процесс разрушения ледового покрова, и вплоть до середины апреля озеро отличалось ранневесенним обликом (рис. 3). Но в последующие, сравнительно теплые дни, ледовый покров быстро разрушился, и уже к 25 апреля 2/3 акватории озера полностью очистились ото льда (рис. 4) В итоге, ледовый покров на озере Култучное весной 2017 г. распался в сроки, чуть более ранние, чем обычно.

**Сезонные аспекты населения птиц.** Каждый из сезонов года характеризуется своим видовым составом птиц, особенностями характера их обитания и численностью.

#### *Зимний аспект населения птиц (декабрь-март).*

Сроки становления и распада зимнего населения птиц определяются фенологией образования и распаления ледового покрова на озере, а также установления и разрушения снежного покрова в прибрежной зоне суши.



Рис. 2. Ранневесенние полыньи в северной части озера возле выпуска неочищенных городских стоков (район спортивных площадок со стороны стадиона «Спартак»).  
Фото Е. Г. Лобкова. 4 апреля 2017 г.



Рис. 3. Общий вид озера Кулутчное ранней весной. Фото Е. Г. Лобкова. 4 апреля 2017 г.

Постоянного зимнего населения птиц на озере Кулутчное и по его берегам нет. Можно много раз обойти зимой озеро по периметру и не увидеть ни одной птицы (рис. 5). Все они появляются на озере и в окружающих его «лесных» участках эпизодически, на более или менее короткое время и в небольшом числе. Водные и околоводные птицы прилетают зимой со стороны Авачинской губы, наземные птицы – с ближайших улиц, городских



Рис. 4. Весной 2017г. озеро Кулутчное освободилось ото льда в сроки, чуть более ранние, чем обычно. 25 апреля 2017г. Фото Е. Г. Лобкова.



Рис.5. Озеро Култучное на стадии потемневшего ледового покрова.  
Фото Е. Г. Лобкова. 4 апреля 2017 г.

кварталов и склонов городских сопок. Так, пока озеро прочно покрыто льдом, из водных птиц можно временами наблюдать лишь крякву. Поодиночке, группами и небольшими стайками кряквы иногда бывают на свободной ото льда мутной и зловонной воде сливаемых в озеро городских стоков и в истоке протоки Озерной. Самый суровый период зимы эти птицы проводят на акватории Авачинской губы. В конце зимы и ранней весной, с расширением участков свободной ото льда воды кряквы регулярно проводят большую часть времени на озере. Так, 21 марта 2017 г., практически еще в зимних условиях, в истоке протоки, вытекающей из озера, у самой оживленной улицы вдоль механического завода постоянно кормились и отдыхали 7 особей этого вида; еще пара уток взлетела с крошечной полыньи, образовавшейся у городской набережной (рис. 6). Крупные белоголовые чайки, которые регулярно зимуют в акватории Авачинской губы, прежде всего, тихоокеанская чайка, в течение зимы лишь случайно могут оказаться на озере Култучное.

Лесные птицы и городские птицы-синантропы также только эпизодически посещают зимой ивняки и тополевики вдоль прибрежной суши вокруг озера. Наиболее часто здесь бывают черные вороны. Они нередко пролетают над озером, перемещаясь с одной части города в другую, по 1-3 особи могут остановиться в тех местах, где хозяйственную деятельность в данный момент осуществляет человек или просто могут отдохнуть на льду. Время от времени в древостоях кормятся обычные в городе стаи кочующих пухляков, иногда с ними бывают поползни и дятлы. Но и они надолго не задерживаются. Эпизодически на деревьях можно видеть небольшие стайки полевых воробьев, залетающих с соседних улиц. Собственно, в границах озера зимой могут оказаться любые виды птиц, зимующие в городских кварталах и на склонах ближайших сопок. Обстановка разная: в одни дни (сезоны) здесь чаще бывают ополовники (длиннохвостые синицы), в другие – снегири. Временами в зимние месяцы, находясь возле озера Култучное, можно

наблюдать пролетающих поблизости белоплечих орланов (они кормятся в Авачинской губе и нередко отдыхают на деревьях на Никольской сопке) и даже кречетов, охотящихся на сизых голубей. К озеру Култучное они не имеют отношения, но время от времени пролетают возле него.



Рис. 6. Кряквы на полынье, образовавшейся в теплые дни в истоке вытекающей из озера протоки Озерной близ оживленной автодороги у механического завода.

Фото Е. Г. Лобкова. 21 марта 2017 г.

#### ***Весенний аспект населения птиц (апрель - май).***

Временные рамки этого сезонного аспекта населения птиц мы определяем условно, так как для некоторых видов птиц, отличающихся ранним циклом размножения, апрель и май – это уже время гнездования. Тем не менее, для большинства перелетных видов птиц апрель и май – период весенней миграции и прилета в район Петропавловска-Камчатского. Так, в конце марта (в 2017 г. 21 марта) или в начале апреля (в 2016 г. 6 апреля) в районе Авачинской губы появляются прилетевшие с зимовки тихоокеанские чайки, сначала одиночные особи, затем стаи, которые могут подолгу и с криком парить над центральной частью Петропавловска. В это время взрослые особи хорошо отличаются ярким и контрастным оперением брачного наряда. Они иногда отдыхают на льду озера Култучное. В период с 24 апреля по 10 мая (2017 г.) вместе с тихоокеанскими чайками на озере регулярно кормились бургомистры по 1-5 особей, а в конце мая время от времени появлялись сизые чайки. Утки, обычно в апреле прилетающие в район Авачинской губы, на Култучном в заметном количестве собираются лишь в конце этого месяца или в мае, когда озеро освобождается ото льда. В течение апреля (обычно во второй его половине) по берегам Култучного появляются камчатские белые трясогузки. Прилет большинства видов мелких воробьиных птиц, перелетных для Камчатки, приходится на май и начало июня (табл. 3).

Таблица 3.

Даты весеннего прилета некоторых видов птиц в 2016 г. на озеро Култучное по сравнению с многолетними данными для района Авачинской губы. Виды перечислены в порядке прилета от ранних – к более поздним. Даты установлены по первому наблюдению вида.

Виды птиц	Дата прилета на озеро	Даты прилета в район Авачинской губы			Число лет наблюдений
	2016 г.	Самая ранняя многолетняя	Самая поздняя многолетняя	Средняя многолетняя	
Тихоокеанская чайка	06.04	20.03	01.04	26.03	7
Камчатская трясогузка	20.04	03.04	21.04	15.04	26
Озерная чайка	06.05	28.04	10.05	04.05	13
Овсянка-ремез	15.05	02.05	02.06	16.05	26
Речная крачка	16.05	14.05	24.05	19.05	7
Камышовая овсянка	18.05	11.05	24.05	15.05	11
Пятнистый конек	22.05	13.05	28.05	20.05	19
Китайская зеленушка	22.05	29.04	23.05	14.05	21
Перевозчик	24.05	17.05	27.05	22.05	9
Сибирская мухоловка	28.05	28.05	16.06	09.06	8
Малая мухоловка	28.05	25.05	08.06	30.05	16
Соловей-красношейка	28.05	25.05	04.06	01.06	9
Горная трясогузка	29.05	20.05	06.06	25.05	9
Чечевица	29.05	23.05	04.06	30.05	14
Юрок	04.06	08.05	27.05	18.05	6
Обыкновенная кукушка	06.06	26.05	13.06	02.06	19
Камчатская таловка	10.06	04.06	14.06	09.06	12

В течение весенних месяцев, главным образом, в мае, видовое разнообразие птиц в районе озера Култучное возрастает. Некоторых птиц нам удавалось в 2016 г. увидеть весной на озере раньше, чем где-либо в районе Авачинской губы (табл. 3), но большинство – более или менее позже. Это, вероятно, связано с тем, что на озере и вокруг него местообитания большинства птиц весной менее привлекательны, и они более охотно отдыхают и кормятся в это время в других местах. Такие виды птиц, уже достигнув весной Авачинской губы, не сразу могут появиться непосредственно на озере Култучное.

Практически ежегодно с конца апреля и в течение мая на озере Култучное собираются на дневке мигрирующие утки. Преобладает морская чернеть – относительно поздний мигрант из группы гусеобразных (рис. 7). Столь поздние сроки утиных дневок неудивительны, поскольку (как это было описано выше) поверхность озера сравнительно поздно освобождается от льда. Пиковые показатели численности морской чернети в скоплениях колеблются по годам от десятков до сотен особей и даже бывало до 1-1,5 тыс. Максимальные скопления мы наблюдали в 2007 и 2008 гг. в период с 5 по 20 мая (пиковые значения 10-17 мая). В течение последней декады мая или в начале июня чернети в основном покидают озеро. Вместе с морскими чернетями в небольшом числе на озере кормятся мигрирующие кряквы, чирки-свистунки, свизия, длинноносые и большие крохали. В последние годы крупных весенних скоплений мигрирующих уток не отмечали. Известен случай весеннего залета на озеро пары лебедей-кликунов (6 мая 2010 г.).

Как только в апреле хотя бы частично освобождаются от снега берега озера, вдоль городской набережной, на газонах, вдоль тротуаров, аллей и по опушкам леса появляются небольшие стайки кормящихся сизых голубей и полевых воробьев. В процессе освобождения акватории ото льда все чаще на озере собираются тихоокеанские чайки. Черные вороны все больше времени проводят непосредственно на озере и вокруг него, собираясь на льду вместе с чайками до 10-15 -20 особей.



Рис. 7. Морская чернеть. Рисунок В. Ф. Крутова.

*Летний аспект населения птиц (июнь - июль).*

Летний аспект населения птиц соответствует периоду их размножения. Из-за ограниченности подходящих мест для устройства гнезд, для защиты и выкармливания выводков, из-за мощного пресса беспокойства численность гнездящихся на озере и вокруг него птиц мала: в 2015 г. 15-16 пар 8 видов, в 2016 г. 19-20 пар 8-9 видов, в 2017 г. 25 пар 9 видов (табл. 4). Комбинация видов, притом, что их общее число (8-9 видов) было примерно одинаковым, в разные сезоны различалась.

Таблица 4.

Численность птиц (пар), гнездившихся на озере Култучном и вдоль его берегов в 2015 - 2017 гг. Результаты абсолютного учета путем сплошного обследования основного и заболоченного озер и прилегающих к ним лесных участков

Виды птиц	Число пар		
	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Кряква	3-4	4	9
Чечевица	3	4	3
Камчатская белая трясогузка	3	3	4
Черная ворона	2	3	3
Озерная чайка	1-2	-	-
Свиязь	1	-	-
Камчатская таловка	1	2	2
Пухляк	1	-	-
Горная трясогузка	-	1	1
Сорока	-	1	-
Соловей-красношейка	-	1	1
Восточная малая мухоловка	-	-	1
Охотский сверчок	-	-	1
Морская чернеть	-	? 1	
Всего	15-17	19-20	25

За время наших наблюдений в течение трех последних лет из года в год (табл. 4) на озере размножались всего 5 видов (крякva, чечевица, камчатская белая трясогузка, черная ворона и камчатская таловка), еще 9 видов (табл. 1) гнездились нерегулярно.

Обычно одновременно на озере в летние дни держится порядка 14-16 видов птиц общей численностью 70-90 особей. В их числе, помимо гнездящихся видов, в небольшом числе обычно отдыхают и кормятся тихоокеанские чайки (мы насчитывали от 1 до 10 особей), озерные чайки (до 5-10 особей), на лесных опушках и по берегам до 12-15 полевых воробьев, а на прилегающих к озеру газонах и на набережной от 5 до 10 сизых голубей (данные учетов в июне 2016-2017 гг.). Порой чаек не бывает совсем.

Важнейшими гнездовыми биотопами на Култучном являются заболоченное малое озеро, изолированное от основного, большого озера искусственной дамбой, и лесные участки вдоль побережий озер (рис. 8). Водная и околоводная растительность, изрезанный характер берегов, наличие леса на заболоченном озере создают необходимый минимум условий для устройства гнезд и защиты выводков водных и околоводных птиц (рис. 9). Именно здесь, на заболоченном озере, сосредоточены гнезда и выводки уток (кряквы, иногда свиязи, чирка-свистунка и возможно морской чернети), в 2015 г. была попытка размножения озерных чаек, а по берегам эпизодически может гнездиться перевозчик. Основное (большое) озеро менее пригодно для гнездования водных и околоводных птиц, поскольку по его берегам нет условий для защиты и сохранности гнезд и выводков. Решающее большинство наземных птиц также гнездится в лесу вокруг заболоченного озера.



Рис. 8. Малое, заболоченное озеро и характер окружающей его растительности. Водная поверхность покрыта ряской турионообразующей (*Lemna turionifera*), придающей воде желтый цвет. Фото В. В. Зыкова. 30 июля 2017 г.

**Осенний аспект населения птиц (август - ноябрь).** Этот аспект населения птиц соответствует периоду времени, на который приходится послегнездовые кочевки и осенняя миграция. Большинство видов птиц, закончив размножение, теперь строго не связаны с гнездовой территорией и широко кочуют. На это время года на озере Култучное приходится самое богатое видами орнитологическое население. Прежде всего, за счет



Рис. 9. Заросший рогозом широколистным (*Typha latifolia*) участок заболоченного озера с отдыхающими на воде озерными чайками. Фото Е. Г. Лобкова. 22 сентября 2015 г.

расширения видового разнообразия водных и околоводных птиц. Наиболее наглядным примером тому – видовое разнообразие и высокая численность чайковых птиц (зарегистрировано 8 видов).

Наблюдать за чайками в это время года необычайно интересно, поскольку каждый из видов представлен не только взрослыми особями (сначала в брачном, затем в зимнем наряде), но и неполовозрелыми в переходных нарядах. Разобраться во всех этих нарядах у разных видов очень не просто, но увлекательно. Доминируют тихоокеанская и озерная чайки (рис. 9, 10 и 11). Эти два вида определяют облик осеннего орнитологического населения. На осень приходится их самые массовые концентрации. Они отражают сезонный ритм осенней миграции видов вдоль восточного побережья полуострова Камчатка. Непосредственно на озере суммарные единовременные скопления чаек достигают 1-1,5 тыс. особей и более того, а с учетом тех, что отдыхают и кормятся на пляже Озерновской косы, их общая численность в районе озера может достигать в отдельные дни 5-6 тыс. особей. Отчетливо выражены постоянные кочевки чаек между Авачинской губой и озером Култучное. Вследствие этих кочевок численность массовых видов чаек на озере динамична и может меняться в больших пределах. С точки зрения эколого-территориальных связей птиц, озеро Култучное – неотъемлемая часть природного комплекса Авачинской губы. Но, кроме того, в осенние месяцы отчетливо видно, что над центральной частью Петропавловска-Камчатского и, в частности, через озеро Култучное и обрамляющие его сопки, пролегают местные маршруты трофических кочевок чаек между Авачинской губой и районом Халактырского озера. Множество этих птиц ежедневно пролетают в направлении океанического побережья и обратно, многие подолгу парят, занимая широкий диапазон высот от десятков до многих сотен метров. Озеро Култучное, благодаря своему положению на местности, находится, словно в центре этого движения, хотя само и не определяет его.



Рис. 9. Взрослая озерная чайка в зимнем наряде на городской набережной озера Култучное. Фото Е. Г. Лобкова. 7 октября 2015 г.



Рис. 10. Озерная чайка в разных возрастных и сезонных нарядах. Рисунок В. Ф. Крутова.



Рис. 11. Тихоокеанская чайка в разных возрастных и сезонных нарядах. Рисунок В. Ф. Крутова.

Пиковые показатели осенних скоплений чаек приходится на конец сентября и октябрь. В течение ноября численность этих птиц сокращается, в начале ноября бывают последние волны пролета, а во второй половине ноября, с появлением льда на поверхности озер, чайки постепенно покидают последние оставшиеся полыньи.

У других водных и околоводных птиц таких массовых скоплений на озере Култучное, как у чаек, осенью не бывает. Но именно в осенние месяцы по берегам Култучного встречаются некоторые виды северных куликов-мигрантов (зарегистрированы бурокрылая ржанка и сибирский пепельный улит). Их голоса порой хорошо слышны в ночное время. На Култучном нет мест, подходящих для крупных осенних скоплений куликов, поэтому встречи с ними редки, и сами птицы малочисленны.

Что касается наземных птиц, то осень – это время, когда на лесных участках, на открытых лужайках, газонах и вдоль дорог встречаются не только одиночные особи, но чаще – стаи по 5-10 и до 30 особей, состоящие из взрослых и молодых особей. Преобладают полевые воробьи и сизые голуби, группами собираются черные вороны. В течение осени дровосеи вокруг большого и малого озер буквально «прочесывают» в поисках корма стайки пухляков. Большинство видов лесных птиц, которые затем будут встречаться эпизодически зимой, появляется вокруг озера именно осенью.

#### **Очерки о характере обитания наиболее заметных видов птиц озера Култучное.**

Мы выделили группу наиболее характерных птиц для изложения имеющегося в отношении них фактического материала.

**Кряква.** На миграциях утки этого вида ежегодно бывают на озере Култучное, но в небольшом числе и не образуют крупных скоплений. Весной мигрирующие кряквы начинают собираться в последней декаде апреля (рис.12) и примерно до середины мая ежедневно держатся на озере по несколько десятков особей. В течение второй половины мая на озере Култучное остаются только размножающиеся особи. Мигрирующие кряквы держатся преимущественно парами. Позже, в июне, к ним присоединяется некоторое количество линяющих самцов.

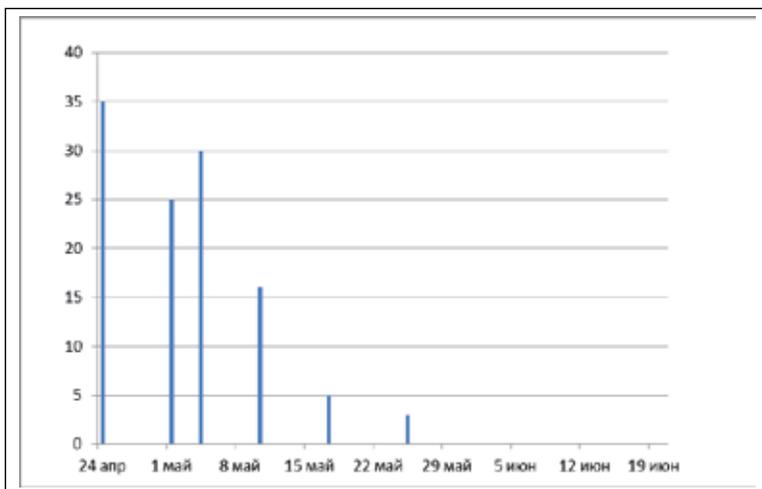


Рис. 12. Динамика численности кряквы на озере Култучное в период весенней миграции в 2017 г. По вертикальной оси – количество особей, по горизонтальной оси – дни учета.

Зимующие кряквы способны к сравнительно ранним срокам размножения: 28 мая 2014 г. в заливах заболоченного озера отмечен выводок из самки с 6 пуховичками, а в 2017 г. самый ранний выводок отмечен 25 мая. Это означает, что начало откладки яиц пришлось у этих пар на конец апреля; 16 июня 2016 г. наблюдали, как самка переводила

выводок с маленькими птенцами через автодорогу. При этом, сроки размножения в целом у птиц этого вида на Кутучном все же весьма растянуты (возможно, в том числе, из-за гибели первых кладок), поэтому в одно и то же время можно видеть выводки разного возраста: 4 августа 2015 г. на заболоченном озере держалось 2 выводка по 7 и 8 пуховичков и здесь же два выводка объединившиеся в одну стайку (13 особей), из молодых, уже на полете; еще один выводок почти взрослых молодых плавал на большом озере. К 23 августа все эти выводки сохранились, но количество молодых сократилось на 12%. Аналогичной обстановка была в 2017 г.: 15 июня на малом, заболоченном озере мы застали 8 выводков. Самым маленьким птенцам, крошечным пуховичкам, было 2-3 дня отроду, самые старшие уже достигли размеров в половину тела взрослой особи.

Важнейшим местом гнездования крякв является заболоченное озеро. Здесь в основном и держатся выводки. Они нередко отдыхают на кочках в основании корней растущих посреди воды деревьев и на берегу водоема (рис. 13). Высшая водная растительность и деревья позволяют скрыть гнездо и птенцов, обилие ряски туринообразующей (*Lemna turionifera*) обеспечивает уток растительным компонентом пищи. Реже выводки бывают на большом озере, где стремятся держаться у той части водоема, где берега закреплены лесом, где ветви деревьев своеобразным пологом свисают над водной поверхностью, делая выводки незаметными.

Кряквы на Кутучном обычно вполне доверчивы, причем это относится не только к взрослым птицам зимой и весной (март 2017 г.), но и к выводкам (2015 и 2016 гг.). Мы неоднократно наблюдали, как выводки, включая самку и маленьких птенцов, охотно плыли навстречу людям, завидев прохожих на дамбе, разделяющей два озера. К сожалению, находятся люди, которые пытаются воспользоваться этой доверчивостью и преследуют птиц, пытаются их поймать, так что к осени, когда молодые достигают размеров взрослых птиц, утки становятся значительно более пугливыми, а количество молодых особей к моменту их подъема на крыло заметно уменьшается по сравнению с количеством пуховичков.

Среди факторов, определяющих сохранность кладок и выживаемость птенцов, следует назвать, кроме беспокойства и прямого преследования со стороны человека, также хищничество черных ворон (наблюдали, как эти птицы буквально опекали утиный выводок с пуховичками) и собак.



Рис. 13. Выводок кряквы на заболоченном озере. Фото Е. Г. Лобкова. 22 сентября 2015 г.

Численность крякв, размножающихся на озере Култучное, за последние годы все же возросла от 3-4 (2015-2016 гг.) до 9 (как минимум) гнездящихся пар в 2017 г. Вероятно, это - не предел, но, учитывая ограниченные площади подходящих местообитаний и беспокойство, едва ли приходится ожидать существенного увеличения их числа в дальнейшем. В 2015 г. местная «популяция» к осени (после завершения периода размножения) составила не менее 30 особей (учет 22.09.2015). Тогда успешно отгнездились всего 3-4 пары. К концу летнего сезона 2017 г. их должно было быть значительно больше. Так, 15 июня 2017 г. обойдя все побережье обоих озер, насчитали 1 выводок (самка + 1 пуховичок) на большом озере и 8 выводков – на малом озере. Количество птенцов в тех выводках, что удалось рассмотреть, составило: 8, 8, 8, 6, 1, 1. Средний размер выводка составил таким образом 5,3 особи. Кроме того, на малом озере в это время было 12 селезней (вероятно, линявших), а также еще 5 пар крякв без выводков (самец + самка) и 4 одиночных самки, также без выводков. Специальное обследование, проведенное нами 30 июля 2017 г., показало, однако, что сохранность выводков кряквы летом этого года возможно было очень низким, общее количество учтенных молодых и взрослых птиц этого вида в тот день в сумме не достигло и 30 особей. Впрочем, возможно часть, способных летать, просто покинула водоем из-за чрезмерного беспокойства.

С конца сентября на озере заметно прибавляется осенних крякв-мигрантов: 9 октября 2015 г. – 50 особей, 16 октября – 70, 28 октября – 62. Но уже 5 ноября на озере осталось всего 5, 23 ноября – 2 особи. Осенью кряквы держались в основном в северной части озера вблизи слива сточных вод. Самые поздние утки способны задерживаться до того времени, пока остается открытая вода на крошечных полянках.

**Морская чернеть.** У нас нет фактов, подтверждающих размножение уток этого вида на Култучном. Но на возможность хотя бы эпизодического гнездования указывают следующие наблюдения. С 28 мая и в течение первой половины июня 2016 г. пару морских чернетей регулярно находили на заболоченном озере; с 16 июня плавал только один самец, а 24 июля в том же самом месте самка в присутствии человека демонстрировала активное отвлекающее поведение. Видимо, рядом в прибрежных зарослях прятался выводок, но рассмотреть его не удалось.

Морские чернети вполне обычны в Авачинской губе в период миграций. Как уже говорилось, на Култучном они в наибольшем числе способны собираться весной в течение мая. Численность и ее динамика в разные годы разные. Так, с 6 по 16 мая 2010 г. мы ежедневно находили на озере от 40 до 70 особей, тогда как с 5 по 15 мая 2008 г. – по 100-200 особей. Больше всего морских чернетей за период наших наблюдений было на дневке в 2007 г.: с 10 по 12 мая до 1,5 тыс., к 26 мая осталось немногим более 200 птиц. В 2015-2017 гг. массовых концентраций на озере Култучное не было (рис. 14), в эти сезоны на озере весной собиралось максимум по 50-70 особей. Держатся обычно несколькими группами в разных участках акватории, чаще всего в центре озера и в его юго-восточной части. Осенью морские чернети встречаются реже и в малом числе. Одиночная утка найдена на заболоченном озере 22 сентября 2015 г.

**Озерная чайка.** Один из массовых видов чайковых птиц в районе Авачинской губы. На весенней миграции в мае их на Култучном относительно немного: по данным за 2016-2017 гг. в дни пик на озере ежедневно собирается от нескольких десятков до полутора сотен особей (рис.15), обычно концентрирующихся в центральной части озера, в его южной и юго-восточной части. На дневке они подвижны, перелетают с места на место, постоянно кочуют между озером и Авачинской губой, купаются, кормятся, совершая броски в воду с нырянием. К концу мая миграция заканчивается.

Крупнейшая гнездовая колония этого вида расположена в дельте реки Авачи, в последние годы увеличилась численность на гнездовании на озерах в бухте Малой Лагерной. Озерных чаек никогда ранее не находили на гнездовании на озере Култучное. В 2015 г. была попытка размножения: 30 мая 2015 г. на небольшом островке в северо-западной части заболоченного озера мы застали две пары у гнезд. Островок представлял собой покрытую травой кочку в основании и между корнями растущей в воде ивы. В

одном гнезде видимо уже была кладка (на гнезде сидела насиживающая птица), а другое было на стадии строительства. Недостроенное гнездо было вскоре оставлено и разрушено.

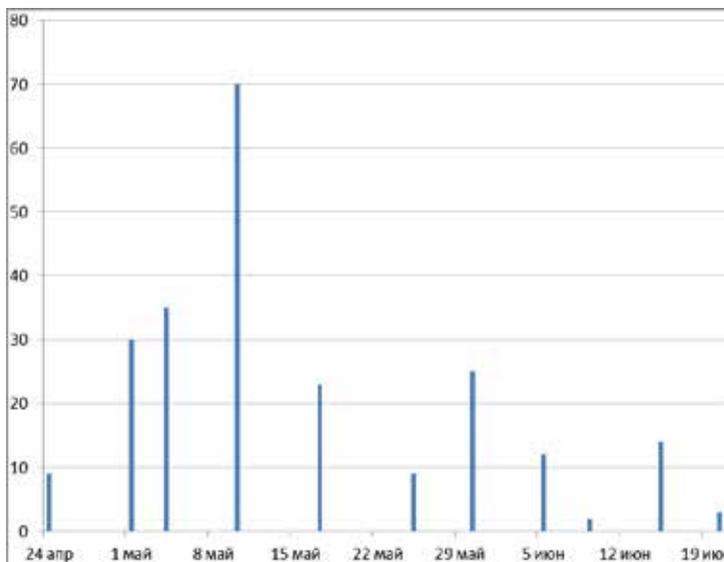


Рис. 14. Динамика численности морской чернети на озере Култужное в период весенней миграции 2017 г. По вертикальной оси – количество особей, по горизонтальной оси – дни учета.

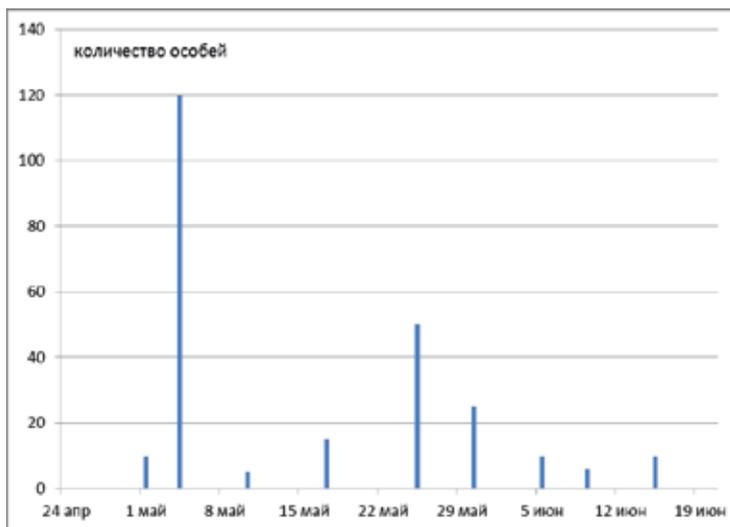


Рис. 15. Динамика численности озерной чайки на озере Култужное в период весенней миграции в 2017. По вертикальной оси – количество особей, по горизонтальной оси – дни учета.

Кладку чайки некоторое время насиживали в июне. Вывелись ли птенцы, поднялись ли они на крыло неизвестно, судя по всему – нет, и одна из возможных причин – хищничество черных ворон. 4 августа 2015 г. в скоплении чаек возле набережной наблюдали молодую, активно выпрашивавшую пищу у родителей, но это могли быть птицы из ближайшей колонии, в той же Малой Лагерной. В 2017 г. на том же самом островке в период с 25 по 29 мая мы ежедневно видели двух сидящих одна подле другой озерных чаек (возможно, это была брачная пар). На этот раз гнезда не было, и к началу июня чайки покинули это место.

В течение гнездового времени (июнь и большая часть июля) численность озерных чаек на озере невелика (от единиц до 10 особей), поскольку в это время они тесно связаны с гнездовыми территориями и держатся в основном вдали от центральной части Петропавловска. Но с началом послегнездовых кочевок в конце июля (в 2017 г первые молодые на крыле были замечены на озере 28 июля) и в начале августа численность озерных чаек на акватории Авачинской губы и на Култучном озере возрастает. Закончившие гнездование взрослые и поднявшиеся на крыло молодые собираются стаями и все чаще посещают Култучное. С началом осенней миграции в сентябре численность возрастает многократно, к концу сентября и началу октября достигает пика. В 2006 г. (28 сентября) и 2015 г. (7 – 9 октября) в дни пик на озере собирались до 1 тыс. особей и более того (рис. 16). Заканчивается пролет в ноябре. Последние озерные чайки покидают озеро Култучное с образованием на его поверхности льда.

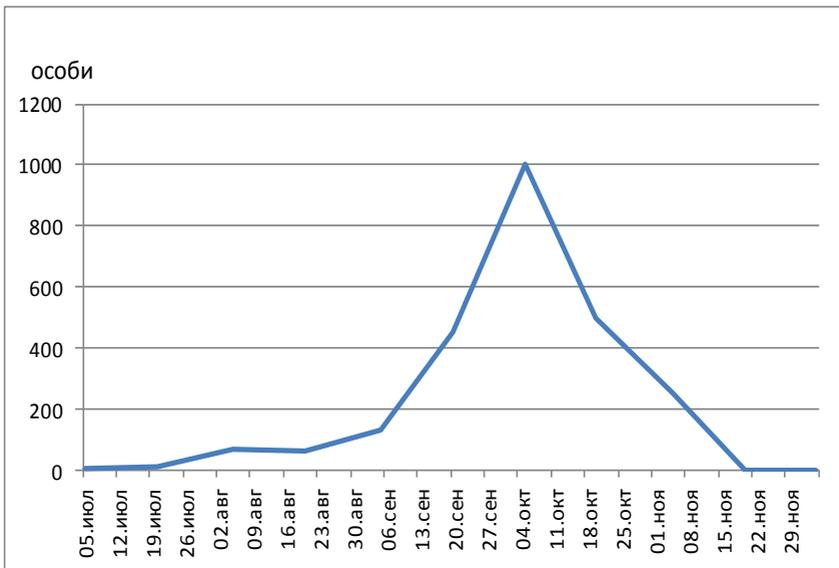


Рис. 16. Динамика численности озерных чаек на озере Култучное осенью 2015 г.

В дни массовой численности озерные чайки скапливаются на разных участках акватории: обычно в центре водоема, вдоль его восточных и юго-восточных берегов, а также в северной части озера. Во всех этих местах многие чайки кормятся, совершая пикирующие броски с частичным погружением в воду (так обычно чайки ловят мелкую рыбу). В меньшем числе держатся на заболоченном озере. Значительная часть чаек по 50-150 особей отдыхают на берегу вдоль набережной и на зеленых газонах (рис. 17).



Рис. 17. Озерные чайки на газоне у городской набережной. Фото Е. Г. Лобкова. 22 сентября 2015 г.

Многие находятся в движении, постоянно кочуют между озером и Авачинской губой.

С началом послегнездовых кочевок преобладают взрослые в брачном наряде и молодые в гнездовом оперении особи. В течение августа большая часть взрослых озерных чаек надевает зимний наряд, а в течение сентября птиц в брачном наряде не остается совсем (табл. 5).

Таблица 5.

Динамика долевого соотношения озерных чаек в разных возрастных и сезонных нарядах в течение осени 2015 г. на озере Култучное

Дата	Доля озерных чаек в разных нарядах			Всего птиц
	Взрослые в брачном наряде	Взрослые в зимнем наряде	Молодые в гнездовом наряде	
4.08.15 г.	77	-	38	115
4.09.15 г.	27	91	12	130
22.09.15 г.	-	495	55	550
7-9.10.15 г.	-	более 90%	менее 10%	1000

Озерные чайки, кормящиеся и отдыхающие вблизи городской набережной у площади В. И. Ленина, бывают удивительно доверчивы. Пользуясь этим, горожане подкармливают птиц, бросая им хлеб и другие пищевые продукты. Чайки десятками (22 сентября 2015 г. до 200 особей одновременно) могут слетаться к стоящему на набережной человеку, способны сесть на его плечи и руки (рис. 18).

Благодаря массовому мечению озерных чаек в колонии в дельте Авачи, стало известно [2,3] о том, что размножающиеся в этом районе озерные чайки зимуют в Японии. В подтверждение тому 13 октября 2015 г. Д. П. Погорелова (КамчатГТУ, КамчатНИРО) сфотографировала окольцованную взрослую озерную чайку в зимнем наряде на городской набережной у озера Култучное в Петропавловске-Камчатском. На левой ноге у нее было цветное пластиковое кольцо 9G, на правой – металлическое кольцо 8A – 34897 (рис. 19). На наш запрос японские коллеги из Института орнитологии Ямасины (Yusuke Sawa) пояснили, что эта чайка была помечена в Токио 9.04.2015 г. Интересно, что после отлета с Камчатки эту же чайку вновь наблюдали в Токио зимой 02.01.2016 г.



Рис. 18. Подкормка озерных чаек осенью 2015 г. на городской набережной озера Култучное. Фото Е. Г. Лобкова. 22 сентября 2015 г.



Рис. 19. Озерная чайка, окольцованная весной 2015 г. в Токио японскими орнитологами. Городская набережная озера Култучное в Петропавловске-Камчатском. Фото Д. П. Погореловой. 13 октября 2015 г.

**Тихоокеанская чайка и другие крупные морские белоголовые чайки.** Еще один характерный вид в авифауне озера Култучное и в его окрестностях - это тихоокеанская чайка. Она – круглогодичный обитатель Авачинской губы и морских побережий. Прилетает весной рано: в конце марта или в начале апреля. Озеро в это время еще подо льдом. Поэтому в период весенней миграции эта чайка здесь малочисленна. Отдельные особи могут отдыхать на поверхности льда, но первые скопления перелетных тихоокеанских чаек начинают собираться на акватории озера только в последней декаде апреля, так было в 2017 г. (рис. 20). Больше чем по 30-40 особей одновременно на озере в это время мы не находили. В течение первой половины мая численность сокращается и во второй половине месяца на озере ежедневно можно видеть лишь единицы особей, залетающих сюда из Авачинской губы. Они отдыхают, иногда кормятся, поедая трехиглую колюшку (*Gasterosteus aculeatus*).

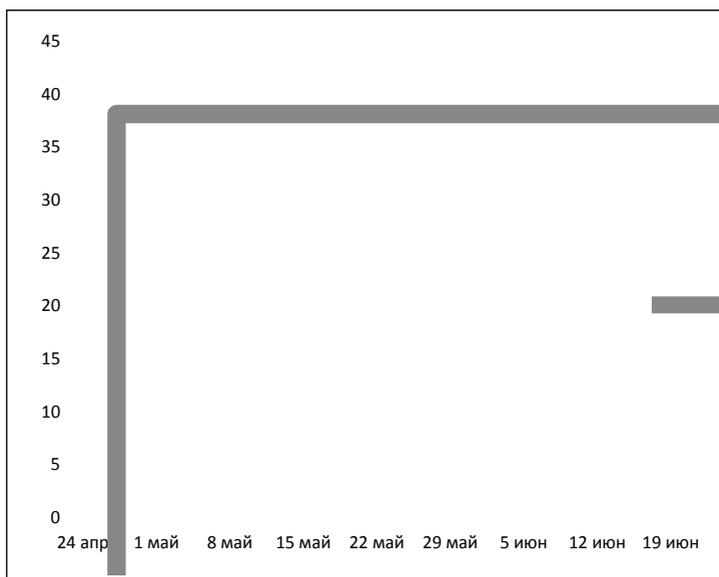


Рис. 20. Динамика численности тихоокеанской чайки на озере Култучное в период весенней миграции в 2017 г. По вертикальной оси – количество особей, по горизонтальной оси – дни учета.

Ближайшие гнездовые колонии этого вида находятся неподалеку - на скалистом побережье и островах Авачинской губы от полуострова Завойко до так называемых Ворот. В начале осени (август – сентябрь) мы также находили их на озере не более, чем по 10-70 птиц без существенных всплесков численности. Тихоокеанские чайки преобладают среди птиц, маршруты кочевок которых пролегают над центральной частью Петропавловска-Камчатского. В сентябре их движение над городом не прекращается ни на минуту.

В дни пика осенней миграции тихоокеанские чайки могут быть очень многочисленными: 17 октября 2015 г. на озере впервые за осень собрались от 600 до 700 особей, а 21 октября на пляже Озерновской косы, а также на территории механического завода, на стоящих у пирса судах учтены не менее 4 тыс. тихоокеанских чаек. Сидящие птицы плотной полосой шириной 4-6 м протянулись вдоль косы, 25-30% особей были представлены молодыми особями текущего года рождения. Многие чайки были в движении, перемещались между оз. Култучным и Авачинской губой, создавая невообразимый хаос на озере и вокруг него. Скопление продержалось два дня и затем постепенно рассеялось. Возможно, такое массовое скопление было вызвано неблагоприятными метеоусловиями на морском побережье. Уже 28 октября на озере остались всего 4 тихоокеанских чайки.

С появлением льда на Култучном тихоокеанские чайки «до последнего» держатся на полыньях: даже 23 ноября 2015 г., когда все озеро замерзло, и осталась крошечная полынья размером 5x8 м вблизи городской набережной, на воде и на льду скопились 54 тихоокеанских чайки, в том числе 20 – молодых.

Вместе с тихоокеанскими чайками почти всегда в небольшом числе присутствуют и другие крупные морские белоголовые чайки. От наиболее к наименее обычным относятся: восточносибирская чайка, серокрылая чайка и бургомистр. Эти виды не гнездятся в районе Авачинской губы, на озере Култучное в небольшом числе они залетают на

весенней миграции, еще реже (единично) кочующие, неразмножающиеся особи (нередко – неполовозрелые) бывают летом. Например, взрослая серокрылая чайка была найдена на Култучном 19 июня 2013 г. Более или менее регулярно эти чайки встречаются с началом послегнездовых кочевок и на осенней миграции: в 2015 г. с 4 августа, в 2016 г. – примерно месяц спустя. Самое большое число восточносибирских чаек мы отметили 21 сентября 2015 г. в составе уже упоминавшегося феноменального скопления тихоокеанских чаек: тогда мы насчитали не меньше 200 восточносибирских чаек и 2 серокрылых (среди них были взрослые, птицы в переходных нарядах и молодые текущего года рождения). Сравнительно много серокрылых чаек оказалось на озере Култучное в ноябре 2015 г. с появлением ледового покрова: 20 ноября среди 105 тихоокеанских чаек на польне отдыхали 11 серокрылых, а 23 ноября вместе с 54 тихоокеанскими оказались 22 серокрылых. Бургомистры обычно попадают весной, а также в конце лета и осенью поодиночке, редко по 2-5 особей одновременно вместе с другими чайками.

Все крупные морские белоголовые чайки в небольшом числе зимуют в Авачинской губе, но на покрытом льдом озере не бывают, или залетают сюда случайно и ненадолго.

Помимо крупных морских белоголовых чаек на озере Култучное встречаются сизые чайки (до 20 особей сразу) и моевки (до 5-8 особей). Наиболее вероятное время встречи с ними – весной в мае и сенью в сентябре и октябре, то есть в периоды миграций.

**Сизый голубь.** Появляются парами по берегам озера весной, когда лужайки и газоны освобождаются от снега и подсыхают. В летние месяцы мы находили обычно по 2-3 пары, осенью стаи по 5-10-15 особей регулярно кормятся вдоль городской набережной озера, на газонах и тротуарах. Голуби размножаются в жилых зданиях, хозяйственных и производственных сооружениях на соседних городских улицах, а на берега озера прилетают кормиться.

**Камчатская белая трясогузка.** Регулярно гнездящийся вид. Почти все пары сосредоточены на тех участках побережья озера, где растут деревья. Этот вид любит гнездиться в постройках человека. Одно из гнезд было сделано на столбе в закрытом (со щелью) электрораспределительном щите, другое – на старой смотровой площадке на берегу озера. Белая трясогузка – вид с относительно ранним циклом размножения. Брачные пары формируются в конце апреля. В мае строят гнезда и насиживают кладки. Может быть, не все, но часть пар успевают гнездиться дважды за сезон. Взрослых, активно носивших корм птенцам, мы наблюдали 16 июня 2016 г., а 4 августа 2015 г. застали на дороге возле заболоченного озера выводок с неуверенно летавшими молодыми, которых взрослые опекали и подкармливали. Корм собирают в основном на земле (рис. 21).



Рис. 21. Камчатская белая трясогузка на грунтовой дороге-дамбе.  
Фото Е. Г. Лобкова. 6 июля 2015 г.

Не все молодые, поднявшиеся на крыло, остаются по берегам озера до отлета, большинство откочевывает на городские улицы и на берега Авачинской губы. 22 сентября 2015 г. мы произвели учет трясогузок по периметру озера и насчитали всего 6 особей. Покидают озеро Култучное камчатские белые трясогузки в октябре: 9 октября 2015 г. мы еще слышали голос птиц этого вида, а 16 октября их уже не было.

**Восточная черная ворона.** Регулярно размножающийся вид на озере Култучное. Ежегодно от 2 до 3 гнезд эта птица строит на деревьях: 1-2 гнезда находятся в ивниках в районе заболоченного озера, жилые гнезда бывают также в тополельнике вблизи сброса сточных вод и вдоль тротуара на южном берегу. Всего же по периметру озера сохранились остатки шести построек.

Зимой черные вороны бывают на озере нерегулярно, скорее эпизодически залетают, или пролетают над ним, кочуя между соседними улицами, иногда отдыхают на деревьях, редко сидят на поверхности льда. С появлением первых промоин в северной части озера возле выпуска бытовых стоков часто собираются там поодиночке и группами, находя в неочищенных стоках какую-то пищу (рис. 22).

В 2017 г. уже в последней декаде марта брачные пары в лесных насаждениях вокруг озера отличались территориальным поведением и охраняли гнездовые участки. Гнезда строят в конце апреля и начале мая на ивах и тополях, на высоте 5-6 м, из сухих веток с включением искусственных материалов (провода). Кладки в мае. Самые ранние птенцы в гнездах появляются в конце мая, поздние в середине июня или даже во второй его половине. Молодые поднимаются на крыло в июле. Выводки не распадаются до середины августа. Одна из причин растянутости сроков гнездования заключается в гибели первых кладок. 3 июня 2015 г мы осмотрели два гнезда: в одном птица плотно насиживала кладку, второе, оказалось пустым, хотя неделю назад было жилым. Причиной гибели могли стать строительные работы вблизи гнезда. 16 июня 2016 г. осмотрены 3 гнезда: в двух плотно сидели взрослые птицы, в одном ворона кормила птенцов. Во время насиживания партнеры находятся на соседних деревьях, реагируя на любую опасность.



Рис. 22. Черная ворона на полыньях, образовавшихся возле выпуска неочищенных бытовых стоков в северной части озера. 4 апреля 2017 г. Фото Е. Г. Лобкова.

Черная ворона – синантроп, экологически связанный с жильем человека. На Камчатке практически повсеместно наблюдается одна и та же картина: как только в отдаленных, диких местах человек приступает к хозяйственной деятельности, строит дома и производственные сооружения или хотя бы поставит пару балков и обосновывается на более или менее регулярное пребывание, непременно рядом появляются гнездящиеся



Рис. 23. Черную ворону привлекает любой мусор, оставленный человеком.  
Фото Е. Г. Лобкова. 5 июня 2016 г.

черные вороны. Для Петропавловска-Камчатского это обычный вид, живущий в городе круглый год и ориентирующийся на питание, прежде всего, пищевыми отходами человека, где бы и в каком виде они не находились (рис. 23). Тем не менее, и городские черные вороны охотно используют в пищу доступные естественные природные объекты. Птицы, гнездящиеся на побережье озера Култучное, собирают выбросы моря (беспозвоночных, остатки мертвых птиц) на пляже Озерновской косы, а на озере преследуют и ловят нелетных птенцов, поедают выброшенных на пляж волнами мертвых рыб, ловят озерных лягушек (*Pelophylas ridibundus*) и конечно обследуют любой оставленный человеком мусор. 4 августа 2015 г. две взрослые вороны и молодая настойчиво опекали нелетный выводок кряквы.

В августе и сентябре численность черных ворон вокруг озера – наибольшая (до 10-20 особей): они поодиночке и стайками держатся в разных местах, но главным образом в лесных насаждениях, и в особенности вокруг заболоченного озера. В октябре их остается порядка 3-5, к ноябрю – еще меньше, к этому времени почти все откочевывают в городские кварталы.

Черную ворону для озера Култучного, с одной стороны, можно рассматривать санитаром, и в этом ее польза, но, с другой стороны, она является природным фактором, негативно влияющим на успешность размножения большинства гнездящихся местных птиц.

**Полевой воробей.** Как известно [4], полевой воробей – вид, случайно и непреднамеренно интродуцированный на Камчатке в 1978-1979 гг. Есть основания предполагать, что в последующем на Камчатку птицы этого вида дополнительно проникли и естественным путем, возможно и не один раз. В настоящее время полевой воробей населяет весь полуостров Камчатка и Командорские острова. В Петропавловске-Камчатском сложилась устойчивая и многочисленная популяция. Ее решающая часть ведет синантропный образ жизни, очень небольшое число полевых воробьев способны жить поодаль от человека в пригородных лесах.

На озере Култучное полевые воробьи бывают круглый год. Но зимой очень редки, лишь эпизодически залетают в лесные насаждения с соседних улиц. Гнездятся в разного рода щелях и нишах бытовых, хозяйственных и производственных сооружений вдоль прилегающих к озеру улиц. Не исключено эпизодическое размножение в дуплах в стволах старых ив непосредственно на озере, но фактов такого рода у нас пока нет. С

вылуплением птенцов в гнездах взрослые полевые воробьи нередко прилетают к озеру за кормом. Они поодиночке и по двое собирают насекомых на деревьях, в траве и на земле, главным образом, вокруг заболоченного озера, 16 июня 2016 г. их было здесь не менее 12 особей в разных местах. В июле, в особенности в августе и сентябре, когда поднимаются на крыло большинство выводков, много молодых кормится по лесным насаждениям, лужайкам и газонам вокруг озера стаями по 7-10 особей. Общая численность воробьев в это время по периметру озера может достигать 50 особей (22 сентября 2015 г.). Во второй половине октября полевых воробьев становится на озере все меньше, в ноябре остаются единицы. При этом 23 ноября 2015 г. мы наблюдали, как небольшая стайка полевых воробьев из 4 особей перелетала автодорогу со стороны лесных насаждений озера к ближайшим зданиям, и в этот момент их настиг перепелятник.

**Пухляк.** В 2015 г. зарегистрировано гнездование одной пары в дупле невысокой старой ивы в районе заболоченного озера. В 2016 и 2017 гг. летом пухляков на озере не было. Регулярно птицы этого вида встречаются на Култучном осенью, в сентябре и октябре (рис. 24). Они патрулируют лесные насаждения стайками по всему периметру озера, но главным образом на участках с наиболее плотным древостоем из ив в районе заболоченного озера и насаждения тополя в районе спортивных площадок. В 2015-2016 гг. число птиц в стайках не превышало 3-5 особей. В эти сезоны популяция вида в пригородных лесах находилась в депрессии. С ростом численности вида на юге Камчатки, количество особей в стаях на кочевках возрастает и может достигать нескольких десятков особей. Уже в ноябре пухляки все реже посещают побережья озера, а зимой бывают в приозерных лесах лишь эпизодически.



Рис. 24. Камчатский пухляк регулярно встречается на озере Култучное в негнездовое время и эпизодически гнездится. Рисунок В. Ф. Крутова.

**Чечевица.** Самый многочисленный вид на гнездовании в лесных насаждениях на озере Култучное (3-4 пары). Чечевица – перелетный для Камчатки вид. Весной прилетает в район Авачинской губы в конце мая – начале июня. Первыми появляются самцы и почти сразу активно поют, а с появлением самок разгораются активные брачные игры (рис.25). В период размножения песни чечевиц составляют основу звукового ансамбля птиц в лесных насаждениях вокруг озера. В 2016 г. все 4 гнездовых участка, согласно границам, которые патрулировали самцы (16 июня), были расположены вдоль восточного, северного и

западного побережий, где древостои представлены ивняками и луговинами между ними. Мы нашли одно гнездо: оно было устроено на высоте около 1 м на ветке ивы среди травы. С окончанием размножения чечевиц практически не остается вокруг озера. Очень мало численны они и в период осенней миграции в августе и сентябре. Покидают Камчатку в конце сентября – начале октября [4].



Рис. 25. Чечевица - регулярно размножающийся вид на озере Култучное.  
Рисунок В. Ф. Крутова.



Рис. 26. Камчатская таловка. Рисунок В. Ф. Крутова.

**Камчатская таловка.** Еще один регулярно размножающийся вид (1-2 пары) из отряда воробьиобразных птиц в лесных насаждениях озера Култучное (рис. 26). В 2016 г. (16 июня) два самца патрулировали гнездовые участки в 300 м один от другого в самой густой части лесных насаждений в районе заболоченного озера. Молодые, видимо, быстро покидают озеро, так как в июле и августе мы находили их лишь иногда и единично.

Весной таловки прилетают в район Авачинской губы в течение первой половины июня, а улетают на зимовку обычно в конце сентября: последних двух особей наблюдали на озере в 2015 г. 22 сентября.

**Редкие виды птиц на озере Култучное.** В авифауне озера Култучное есть виды, занесенные в Красные книги Камчатки (издание 2006 г.) и Российской Федерации (издание 2001 г.). В настоящее время ведется работа над новыми изданиями упомянутых Красных книг, в которых списки редких и нуждающихся в особой охране видов будут уточнены в соответствии с современным их состоянием.

Среди редких птиц, встречающихся на Култучном, нет гнездящихся видов. Большинство – эпизодически залетные, и лишь один вид - регулярно бывает на кочевках и миграциях (табл. 6). Ни для одного из редких видов птиц озера Култучное не является ключевым местообитанием, важным для сохранения вида, но все они требуют к себе особого внимания, поскольку стратегия охраны «краснокнижных» видов основана на том, что охранные мероприятия охватывают весь годовой цикл жизни вида.

Таблица 6.  
Виды птиц из Красной книги Камчатки (2006) и Красной книги Российской Федерации (2001), встречающиеся на озере Култучное

Редкие виды птиц	Занесены в Красную книгу		Характер обитания вида на озере Култучное
	Камчатки	России	
Лебедь-кликун	+	-	эпизодически залетный
Большой крохаль	+	-	эпизодически залетный
Кречет	+	+	эпизодически залетный
Белоплечий орлан	+	+	эпизодически залетный
Серокрылая чайка	+	+	регулярно встречается на кочевках и миграции

**Заключение.** В авифауне озера Култучное 52 вида птиц, большинство в статусе неразмножающихся, в том числе эпизодически залетных. Гнездящихся, включая предполагаемо гнездящихся 18 видов. Наибольшее видовое разнообразие фауны птиц приходится на период осенней миграции. Эти показатели соответствуют бедному биотопическому разнообразию озерного природного комплекса и прежде всего бедности наземного компонента экосистемы.

Однако при всей относительной бедности видового разнообразия птиц, обитающих на озере, ряд видов водных и околоводных птиц демонстрируют довольно высокие показатели численности в периоды их сезонных кочевок и миграций. При массовых концентрациях птиц в акватории озера их участие в трофической структуре водоема и в круговороте биогенов должно быть вполне ощутимым. Исследований такого рода на Култучном не проводилось, но не будет преувеличением предположить, что массовые виды птиц являются важным (если не одним из ключевых) элементов, определяющих трофический тип озера и потоки энергии в озерной экосистеме.

С точки зрения экологических связей птиц озера Култучное – неотъемлемая часть прибрежного природного комплекса Авачинской губы. Водные и околоводные птицы постоянно кочуют между бухтой и озером.

Авифауна озера Култучное формирует в центре Петропавловска-Камчатского орнитологическую обстановку со своеобразным «приморским» колоритом. На городской набережной (площадь Ленина), которая стала любимым и популярным местом отдыха горожан и гостей, складывается традиция подкормки уток и озерных чаек. Если птиц не преследовать, то Петропавловск вполне может стать городом высокой экологической культуры, где птицы и человек способны мирно сосуществовать.

Озеро Култучное привлекает к себе внимание туристов-экологов, особенно так называемых «берд-вотчеров» - наблюдателей птиц, все чаще прилетающих в наш регион

из разных стран. В дни пребывания туристов в Петропавловске орнитологические туры, как правило, включают экскурсии вдоль Никольской сопки и озера Култучого. Однако остро чувствуется недостаток в информационном обеспечении людей. На городской набережной не хватает простейших сезонных витрин, где были бы размещены сведения о морфологии и гидрологии озера, фотографии основных видов обитающих здесь растений и животных. Витрины можно было бы убирать на зиму. Наличие такой информации – общепринятая практика в обустройстве природных объектов в крупных городах по всему миру. Есть такой опыт и на Камчатке.

Озеро Култучное с точки зрения орнитолога – природный объект не уникальный и не богатый, но важный с позиции сохранения биологического разнообразия в центре Петропавловска-Камчатского, формирующий городу положительный экологический имидж.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Коблик Е. А., Архипов В.Ю.* Фауна птиц стран Северной Евразии в границах бывшего СССР: списки видов. – Зоологические исследования, № 14 (Зоомузей МГУ). 2014. М.: Товарищество научных изданий КМК. - 171 с.
2. *Герасимов Н.Н., Сузуки Х., Отсуки М.* Опыт совместного изучения биологии озерной чайки орнитологами Японии и Советского Союза // XVIII Международный орнитологический конгресс. Тез. докл. и стендовых сообщений. 1982. М. - С. 157 - 158.
3. *Герасимов Ю.Н., Герасимов Н.Н., Артюхин Ю.Б., Мацина А.И.* Гнездящиеся птицы зоологического заказника «Хламовитский» // Биология и охрана птиц Камчатки. - М.: Изд-во Центра охраны дикой природы. 2000. Вып. 2. - С. 43 - 55.
4. *Лобков Е.Г.* Гнездящиеся птицы Камчатки. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. 1986. – 304 с.

**ОНДАТРА НА ОЗЕРЕ КУЛТУЧНОЕ**  
*(Ondatra zibethicus terra incognita)*

Шурыгина А. А.<sup>1</sup>, Абрамова А.<sup>2</sup>, Давыдова Д.<sup>2</sup>, Файзрахманова Л.<sup>2</sup>,  
 Панихина А.<sup>2</sup> и Чикина Д.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ «КамчатНИРО», МБОУ «Лицей №4»

<sup>2</sup>ученики 7 класса МБОУ «Лицей №4»

Летом 2016 г. до нас дошла информация о том, что в заболоченной части озера Култучное осенью 2015 г. жили ондатры, на которых, к сожалению, велась охота. Беглое оперативное посещение ондатрового островка не принесло ответа на вопрос о его обитаемости. Потребовалось выполнить специальную программу наблюдений, чтобы выяснить судьбу животных.

Опираясь на известные методические рекомендации для школьников [1], мы составили топографическую карту острова (52 x 36 м) и выделили на нем 4 площадки с высотой более 50 см, которые пригодны для постройки нор [2], и зафиксировали их расположение. Обитаемость нор (черный кружок – ложная нора, красный кружок – жилища, рис. 1) мы выявили путем подкладывания к ним кусочков моркови и другой пищи, которая привлекала зверьков (Табл. 1).



Рис. 1. Вид острова сверху, в т.ч. спутниковый снимок (А), уточненный авторский (Б).

Таблица 1.

Ассортимент предложенной ондатрам пищи и ее потребление

Предлагаемая пища	Количество, шт.	Потреблено, шт.
Морковь%* *Поскольку морковь подкладывали часто, ее потребленное количество лучше выразить в %	70-80%	
Яблоко	4	0
Сыроежки <i>Russula sp.</i>	3	2
Зимние опята <i>Flammulina sp.</i>	2	0
Салат **Мог быть потреблен весь, но на момент эксперимента продукт замерзал при t<0°C	4	2**
Репа	6	0
Кабачок	4	4

В процессе геоботанического описания выявили ряд видов растений, которые ондатры употребляют в пищу. Ими оказались: рогоз широколистный *Typha latifolia*, осока скрытоплодная *Carex cryptocarpa* (количество нетронутой осоки значительно превышало количество погрызенных растений даже с наступлением холодов) и хвощ речной *Equisetum fluviatile*. Сведений о том, что ондатры могут употреблять в пищу шляпочные грибы в литературе мы не нашли [2], но видели сыроежки в норах, и на этом основании предположили, что животные их поедают. Подкладывание сыроежек и опять частично подтвердило наше предположение.

Обитаемость нор также подтвердилась характерными отпечатками лап (Рис. 2) и наличием подводных коридоров, ведущих к площадкам (Рис. 3А). На тропинке между площадками были найдены остатки рогоза (Рис. 3Г), и у кромки воды свежие остатки 15см двусторчатого моллюска *Beringiana beringiana* [3] (Рис. 4Д) с характерным для ондатры погрызом. Рыба, моллюски и лягушки могут составлять в рационе ондатры около 5% пищи. К косвенным признакам присутствия ондатры относится наличие дыхательных лунок на поверхности льда (Рис. 3Б), а также вентиляционных отверстий, обнаруженных в снегу (Рис. 3В).

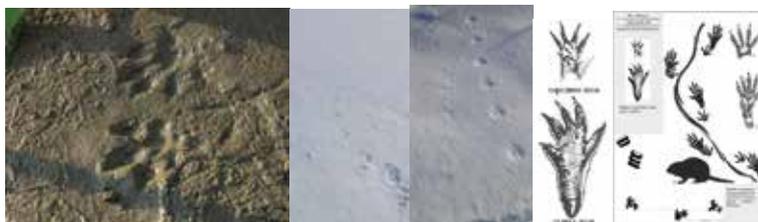


Рис.2. Характерные отпечатки лап, зафиксированные на иле и снегу

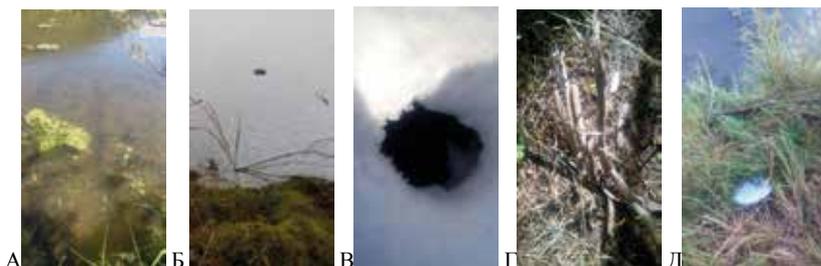


Рис. 3. Подводный коридор (А), дыхательная лунка (Б) и вентиляционное отверстие (4В), рогоз на тропинке (Г) и погрызенная раковина берингианы (Д).

О прямых встречах с ондатрой на озере было получено два свидетельства (владельца собаки и пассажира автобуса). Вопреки ожиданиям того, что ондатры активны в сумерках, мы после долгих ожиданий увидели и засняли зверька именно днем и совсем рядом с дорогой (Рис. 4). Описание его размеров не совпало с рассказами свидетелей, и это навело на мысль о том, что на озере живут несколько животных. С выпадением снега были найдены четкие следы, и они действительно оказались разными. Судя по двум цепочкам следов рядом, одно животное несколько меньше другого. Поскольку, как известно [2], взрослые самец и самка не отличаются по размерам, можно предположить, что следы поменьше принадлежат более молодому животному. Вполне возможно, что это животное

из летнего помета (май-август). Уже через 30 дней от рождения детеныш самостоятелен, но взрослых размеров достигает через 7-8 месяцев [2]. Если перед нами следы детеныша и взрослого животного, то минимальное количество зверей на острове – три: взрослая пара плюс детеныш. Детенышей в помете может быть от 1 до 11, и первую зиму они проводят вместе с родителями. В природе ондатры живут 3-4 года [2]. Судя по тому, что разрытых площадок несколько, можно говорить об отселении молодежи, текущая зима для первых поселившихся на острове ондатр является третьей. Год назад количество животных сократилось в результате охоты (что является противоправным действием в черте города).

Ближайшее официально зафиксированное место, где живут ондатры, – дельта р. Авача, находится на расстоянии 8 км по прямой через Авачинскую бухту. Как именно расселяются эти животные, остается загадкой. В нашем случае они удаляются от острова через проезжую часть, иногда днем, что доказывает их активность и бесстрашие. «Агрессивность для ондатры – средство выживания: застигнутая врагом вдали от водоема, она нападает первой и дерется отчаянно» [2]. Скрытность с одной стороны (отличный слух) и бесстрашие с другой, вероятно, уберегают ондатр от собак, которые регулярно навещают остров. Однако и собаки, и люди представляют для ондатр реальную опасность, а среди прочего негатива можно добавить сток ливневых вод с нефтяной пленкой (Рис. 5), обилие мусора, в т. ч. токсичного (нашими силами убраны 20 мешков мелкого мусора и 18 покрышек (Рис. 6), выделяющих около 120 вредных химических веществ), а также строительство, отгораживающее часть среды, освоенной животными.



Рис. 4. Ондатра на пяточке между трубами на протоке из озера.



Рис. 5. Нефтяная пленка в ливневой канавке.



Рис. 6. До и после субботника.

В течение нескольких месяцев (с августа до настоящего времени) на острове нами отмечены несколько видов птиц, лягушек и беспозвоночных (Рис. 7), что дает некоторое представление о сложившейся здесь локальной экосистеме [3].



Рис. 7. Лягушка озерная, карась серебряный, прудовики, стрекоза.

Результаты проделанной нами работы можно обобщить следующим образом:

- ондатры уцелели, и их на озере Култучное - минимум три;
- в ближайшей перспективе шансы на увеличение численности ондатр малы, что связано не столько с их ограниченной кормовой базой, сколько с убылью старых особей и малой вероятностью формирования новых репродуктивных пар (ондатры моногамны);
- заболоченное озеро, где живут ондатры, представляет собой своеобразную экосистему, которая может быть доступна и полезна в качестве проведения практических занятий со школьниками по экологии и биологии непосредственно в городе (аналог природного зоопарка); в связи с этим муниципальным властям следует подумать о том, чтобы наладить здесь ограждения, навести санитарный порядок, урегулировать вопросы выпуска в озеро загрязненных стоков и обустроить смотровые площадки.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Летягин А.А.* Как составляют топографические планы и карты. География 6 класс. М. 2013. С. 57-61.
2. *Ондатра* // Озера, пруды и болота. Серия «Мир дикой природы», пер. с французского Ф.А. Романенко и О.Д. Кутасовой. 1998. М.: Изд-во «Росмэн». С. 69-88.
3. *Введенская Т.Л., Улатов А.В., Бонк Т.В.* Экологическое состояние озера Култучного // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей. Доклады XII-XIII Международных научных конференций, 2011-2012 гг. 2013. Петропавловск-Камчатский: Изд-во «Камчатпресс». С. 72-91.

## О ВОЗМОЖНОСТИ УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОЗЕРА КУЛТУЧНОЕ

Л. Н. Саушкина, Р. В. Лонгинова

*Камчатский государственный технический университет КамчатГТУ*

Привлекательность городской территории во многом зависит от состояния находящихся на ней объектов, как созданных руками человека, так и природного происхождения. В Петропавловске-Камчатском один из таких объектов — озеро Култучное, расположенное в центральной части города, являющееся его отличительной особенностью и частью истории. Известно, что водный компонент ландшафта очень сильно реагирует на техногенную нагрузку, и озеро Култучное не является исключением. Находясь на урбанизированной территории, озеро в течение длительного времени подвергается антропогенному прессингу, что негативно сказывается на состоянии поверхности водоема, его прибрежной зоны, качестве воды, снижает социальную привлекательность городской территории и рекреационный потенциал водного объекта. Плохая экология водоема, находящегося в черте города, так же отрицательно влияет и на здоровье населения и может способствовать возникновению неблагоприятной эпидемиологической обстановки, т. к. в загрязненных водоемах начинает развиваться патогенная микрофлора. Неудовлетворительное экологическое состояние Култучного озера подтверждают исследования, проведенные в период 2006-2013 гг. сотрудниками КамчатГТУ и КамчатНИРО [1, 2, 3, 4, 5].

Проведенные исследования показали, что в водоеме повышено содержание неорганических форм азота и органических веществ, значения биологического и химического потребления кислорода превышают предельно допустимые значения, что свидетельствует о систематическом поступлении в озеро Култучное загрязненных сточных вод различного происхождения, обуславливающих неудовлетворительное санитарное состояние озера в течение нескольких десятилетий. Рассчитанный нами гидрохимический индекс загрязнения воды указывает на то, что озеро Култучное относится к V классу качества вод — что соответствует «грязным» водоемам. И если сегодня не принять соответствующие меры по сохранению экосистемы озера Култучное, то возможно, что через несколько десятилетий в самом центре города вместо озера мы будем иметь заболоченную местность [4].

Для восстановления экологического состояния водоемов нет единого и универсального метода. В зависимости от состояния водного объекта выбирают один или комбинируют несколько существующих методов. К основным методам, применяемым для очистки водоема, относятся: инженерный или механический, биологический и химический.

Попытка очистить озеро Култучное механическим путем была предпринята в 90-е годы прошлого столетия, когда в озеро были совершены сбросы сточных вод с прилегающих территорий, что привело к процессам, способствующим «цветению» водоема, гниению органики и появлению неприятных запахов. Проект очистки озера предусматривал выемку слоя антропогенных грунтов и использование их для расширения территории судоремонтного завода [6]. Этот проект уже на стадии его разработки вызвал у экспертов множество нареканий. Однако, несмотря на возражения специалистов, работа по нему была начата и после первой пробной закачки токсические вещества, содержащиеся в иловых отложениях, просочились через стенки дамбы и попали в Авачинскую губу, что привело к заилению субстрата, погребению бентоса и практически полному уничтожению сублиторальной растительности [7]. Работа по перекачке грунтов из озера была приостановлена. В самом озере срочно была сооружена временная дамба, отделившая небольшой участок от его основной части, куда временно разместили вынутые грунты, что, в свою очередь, привело к уменьшению площади озера. В настоящее время отсеченная часть озера продолжает оставаться некультуренной и

превращается в болото, поверхность которого зарастает ряской и камышом. На дне Култучного озера расположено множество природных родников, но все они покрыты толстым слоем ила. Последняя попытка очистить озеро Култучное была предпринята в 1996 г. водолазами и предусматривала именно механическую очистку родников, находящихся на дне. Попытки очистить озеро дали небольшой положительный результат, но процесс загрязнения водоема остановлен не был.

Основными источником загрязнения озера Култучноена данном этапе являются поверхностный сток с дорог и прилегающих территорий, особенно интенсивный в весенний период, несанкционированные сбросы через трубы, выведенные в акваторию озера, мусор с близлежащих территорий и вода, попадающая в озеро после мойки автомобилей жителями города. В настоящее время существует программа реконструкции центральной части города, куда предложено включить мероприятия, направленные на улучшение экологического состояния озера Култучного и прилегающих территорий. К таким мероприятиям относятся: проект по строительству ливневой канализации с целью очистки и сбора талых вод, проект очистки акватории, дна и прибрежной защитной полосы и проект по благоустройства прибрежной территории. Предложенные мероприятия, несомненно, приведут к уменьшению антропогенной нагрузки на озеро, но не смогут восстановить его. Для восстановления экологического состояния озера также необходимо обеспечить соблюдение режима водоохраной зоны, систематически проводить работы по удалению из озера плавающего мусора, проанализировать химический состав воды и иловых отложений для обнаружения основных элементов химического загрязнения и подобрать эффективный и щадящий экосистему реабилитационный метод, способствующий восстановлению биологического баланса в водоеме.

Проведя собственные исследования и проанализировав работы, в которых рассматриваются вопросы гидрохимии, гидрологии и гидробиологии Култучного озера, мы предлагаем меры, направленные на биологическую реабилитацию водоема за счет стимулирования его внутренней способности к самоочищению, так как в настоящее время интенсивность процессов самоочищения в озере оказывается недостаточной для сохранения определенного уровня трофности.

В качестве механизма, способствующего самоочищению водоема и используемого для его биологической реабилитации, предлагаем биопрепарат микрозим «ПОНД ТРИТ», содержащий ферменты и мезофильные спорообразующие микроорганизмы как аэробные, так и факультативно анаэробные. Микроорганизмы, содержащиеся в биопрепарате «ПОНД ТРИТ» строго сапрофитные, основным источником энергии жизнедеятельности для них являются свободные органические вещества, содержащиеся в воде и в донных отложениях. Результаты биологического тестирования, выполненные в ГУ НИИ МТ РАМН, подтвердили принадлежность препарата к 5 классу веществ, т. е. препарат безопасен для человека, животных, растений, рыб, зоопланктонной микрофлоры [8].

Биопрепарат в виде сухого порошка рекомендуется вносить в водоем на расстоянии 0,5–1,0 м от берега в соответствии с приведенным графиком в несколько этапов. При первом использовании берется от 2 до 4 г вещества на каждый квадратный метр поверхности озера при глубине до 2,5 метра в зависимости от степени загрязнения, затем для профилактики необходимо вносить препарат каждые две недели, уменьшая его массу на 40–50% от взятого ранее количества. Внесение всей массы препарата за один раз или сокращение временного промежутка строго запрещено, так как это может привести к резкому снижению количества растворенного кислорода, и, как следствие этого, к гибели гидробионтов, обитающих в водоеме. Учитывая площадь Култучного озера и его глубину, предлагаем следующий график внесения препарата (табл.).

Активизация жизнедеятельности микроорганизмов, входящих в состав биопрепарата, начинается при достижении температура + 5° С, оптимальная температура составляет +15 ...+20°С. При понижении температуры ниже 0° С микробные клетки образуют споры. Подходящий температурный режим устанавливается в водоеме к концу июня, поэтому

обработку препаратом целесообразно начинать с первой недели июля и закончить в конце августа. В соответствии с графиком, общее количество препарата, необходимое на обработку поверхности озера в течение двух летних месяцев, составит 9,2 кг [9].

Таблица.

График обработки озера Култучное биопрепаратом микрозим «ПОНД ТРИТ»

Период обработки	1-я неделя	3-я неделя	5-я неделя	7-я неделя	9-я неделя
Масса биопрепарата, г	4000	2400	1400	900	500

Применение биопрепарата «ПОНД ТРИТ» дает хорошие результаты при очистке закрытых и слабопроточных водоемов любых размеров и различной степени загрязнения [8, 10]. При биологической очистке этим препаратом эффективно нейтрализуются экологические последствия загрязнения и эвтрофикации водоема, восстанавливается биологическое равновесие, вода и донные отложения очищаются от органических остатков, взвешенных веществ, азота, фосфора, восстанавливается кислородный режим, понижается уровень донных отложений, открываются заиленные родники, многократно интенсифицируется микробиологическое самоочищение воды от вредных микроорганизмов. При соблюдении санитарного режима водоема достигнутое очисткой состояние сохраняется сколь угодно долго.

В 2003–2005 гг. по заданию правительства Москвы биопрепаратом были обработаны пруды и каскады на территории г. Москвы. В заключении ГУП «Мосводосток» было отмечено, что на всех прудах увеличилась прозрачность воды, уменьшилась интенсивность несвойственных воде запахов, улучшился внешний вид водоема. Биотестирование показало отсутствие токсичности воды в прудах. В 2006 г. на территории г. Москвы биопрепаратом «ПОНД ТРИТ» успешно очищены более 100 гектаров водного зеркала закрытых и слабопроточных водоемов [10]. Применение биопрепарата «ПОНД ТРИТ» позволило за один летний сезон привести качество воды в водоемах в соответствие с требованиями СанПиН 2.1.5.980–00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод» по показателям биологического и химического потребления кислорода, взвешенных веществ, минерализации, растворенного кислорода, а также уменьшить уровень донных иловых отложений без проведения механической очистки и применения химических веществ.

Но, несмотря на положительные отзывы из других регионов, решение о возможности применения данного метода для реабилитации озера Култучное должно быть принято только после проведения экологической экспертизы, всестороннего анализа его состояния с учетом изменения водоема под влиянием антропогенных нагрузок в положительном заключении органов и учреждений государственной санитарно-эпидемиологической службы Камчатского края.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кузякина Т.И., Хурина О.В. Участие микроорганизмов в превращениях соединений азота в антропогенном водоеме (оз. Култучное, Камчатка) // Успехи современного естествознания. – 2007. № 9. — С. 94–95.
2. Хурина О.В., Саушкина Л.Н., Кузякина Т.И. Оценка экологического состояния пресноводной гидроэкосистемы в условиях антропогенной нагрузки // Вестник КамчатГТУ. — 2010. № 12. — С. 26–31.
3. Введенская Т.Л., Бонк Т.В., Макаренко Е.А. Предварительные сведения о составе донных организмов в озере Култучном (Петропавловск-Камчатский) // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей/ Материалы XI международной научной

конференции(24–25 ноября 2010 г.— Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. — 2010. — 183 С.

4. Саушкина Л.Н., Хурина О.В. Комплексная оценка состояния оз. Култучное по гидрохимическим показателям // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование /Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции (18–22 марта 2013 г.). — Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2013. — С. 201–203.

5. Введенская Т.Л., Улатов А.В., Бонк Т.В. Экологическое состояние озера Култучного (Восточная Камчатка) // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей/ Доклады XII-XIII международных конференций, 2011–2012 гг. — Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. — 2013. — С. 72–91.

6. Березовская В. А., Клочкова Н. Г. Авачинская губа – прошлое, настоящее и будущее // Материалы третьих международных исторических и Свято-Иннокентьевских чтений. – Петропавловск-Камчатский, 1998. — С. 144–145.

7. Клочкова Н.Г., Березовская В.А.Макрофитобентос Авачинской губы и его антропогенная деструкция. Владивосток: Дальнаука. — 2001, 208 с.

8. Биологическая очистка водоемов с «ПОНД ТРИТ» // Экологический вестник России. — 2006. № 12. — С. 54–56.

9. Саушкина Л.Н., Лонгинова Р.В. О возможности восстановления экологического состояния озера Култучное биопрепаратом микрозим «ПОНД ТРИТ» // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование /Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (22–24 марта 2016 г.). — Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2016. — Ч.2. — С. 38–41.

10. Чтобы озера были чистыми [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://nashavlast.ru/article\\_description/117/1466.html](http://nashavlast.ru/article_description/117/1466.html).

## ПЕРСПЕКТИВЫ ФОРМИРОВАНИЯ РЕКРЕАЦИОННО-ТУРИСТИЧЕСКОГО ЦЕНТРА НА ОЗЕРЕ КУЛТУЧНОЕ

О. А. Белов

*Камчатский государственный технический университет*

В связи с тем, что озеро Култучное располагается непосредственно в центре г. Петропавловска-Камчатского и, соответственно, находится на участках жилищно-бытовой и промышленной деятельности человека, его экосистема испытывает значительную антропогенную нагрузку и его экологическое состояние интенсивно ухудшается [1].



Рис.1 Вид на озеро Култучное, конец XIX – начало XX века

Основными источниками загрязнения являются несанкционированные сбросы через канализационные трубы, ливневые, аварийные сбросы, сбросы снега со всеми городскими загрязнениями, а также поверхностные воды, которые несут смывы с дорог и с прилегающих территорий. Крупный бытовой мусор, как правило, является последствием «отдыха» жителей города на прилегающих участках к берегу.

Вместе с тем озеро Култучное имеет большое историческое, культурное, эстетическое, хозяйственное и экологическое значение в жизни города. Чистота озера оказывает непосредственное влияние на здоровье горожан, и озеро может стать достойным рекреационным центром проведения досуга. Не стоит забывать, что в исторический для Камчатки период озеро было проточным, и в него заходила на нерест рыба (кижуч, голец, корюшка и др. (рис.1)). Придание озеру эстетического вида и формирование благоприятной среды может способствовать становлению данного объекта как значимой визитной туристической карточки Камчатки.

Немаловажное значение озеро имеет в просветительском плане. Создание устойчивой экосистемы в центре города позволяет наглядно информировать школьников и студентов по различным разделам биологии, зоологии, ботаники и других наук. Способствует формированию у подрастающего поколения культурно-эстетического мировосприятия, культурных и исторических ценностей, духовного и патриотического самосознания.

При комплексном подходе к вопросу сохранения экосистемы озера Култучное и восстановления его рекреационного и хозяйственного значения, эта задача на сегодняшний день еще пока является решаемой. Необходимо в срочном порядке снизить техногенную нагрузку на экологическую систему озера и по возможности восстановить его естественное функционирование. Для этого необходимо провести следующие мероприятия:

- ликвидировать все канализационные и другие несанкционированные сбросы;
- произвести качественную очистку ландшафта и его благоустройство;
- обустроить ливневую канализацию для сбора дождевой и талой воды, поверхностного стока с окружающей местности и дорог;
- разработать и внедрить систему мониторинга и контроля.

Ликвидация техногенного загрязнения озера на сегодняшний день является в большей степени политической и юридической задачей, нежели технической. Требуется принятие решений и реализация инициатив по приданию особого статуса озеру и прилегающей территории, определению порядка использования объектов на этой территории, целенаправленному финансированию работ и мероприятий по предотвращению дальнейшего разрушения экосистемы озера Култучное.

Очистка и благоустройство ландшафта озера должны рассматриваться как реализации комплексного подхода (рис 2), в ходе которого возможно достижение следующих целей:

- удаление мусора с прилегающей территории;
- привлечение внимания жителей города к проблеме загрязнения озера Култучное и других природных объектов находящихся в черте города;
- воспитание в подрастающем поколении чувства ответственности и эстетического восприятия окружающего мира;
- создание условий для восстановления растительного и животного разнообразия в акватории озера и на прилегающих территориях;
- создание единого природно-архитектурного комплекса по всему периметру озера, как многофункциональной композиции, отражающей исторические, природные, национальные, духовные и патриотические аспекты Камчатского края.



Рис. 2 Современное состояние озера Култучное

Для реализации данного направления, наряду с промышленным подходом, необходимо широкое привлечение общественности, образовательных учреждений и волонтерского движения. Конечным ориентиром данного направления может являться восстановление нерестового статуса озера Култучное для отдельных видов рыб.

Техническая задача обустройства ливневой канализации должна решаться как один из этапов благоустройства территории, для обеспечения эстетичности и привлекательности внедряемых объектов. Причем данная задача должна решаться еще в период разработки технического задания на данный проект[2].

Важным этапом формирования и развития в акватории озера Култучное рекреационно-туристического центра является разработка многоканальной системы мониторинга и контроля. Данная система должна обеспечить контроль за основными параметрами и процессами как природного, так и техногенного характера в акватории озера. В частности для решения отдельных задач этого направления возможно использование систем мониторинга Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН.

Очевидно, что в противном случае предел прочности данной экосистемы будет превышен, произойдет ее деградация и полное разрушение и в самом центре столицы Камчатского края будет находиться неприглядное болото. Это повлечет за собой развитие экологических, эстетических и санитарных проблем, для решения которых потребуются, более значительные экономические затраты.

### Литература

1. Хурина О.В., Оценка экологического состояния пресноводной гидроэкосистемы в условиях антропогенной нагрузки / О.В. Хурина, Л.Н. Саушкина, Т.И. Кузякина // Вестник Камчатского государственного технического университета. 2010. №12. С. 26-31.
2. Белов О.А. Оценка технической готовности системы с учетом влияния человеческого фактора / О.А.Белов // Вестник Камчатского государственного технического университета. 2014. № 30. С.11-16.

## РЕШЕНИЕ

Региональной научно-практической конференции «Экологическое состояние озера Култучное, меры по его улучшению и возможности хозяйственного использования»

Конференция прошла 24 ноября 2015 г. на базе КамчатГТУ. В ней приняли участие представители краевых властей, камчатских научно-исследовательских учреждений, образовательных организаций, всего около 70 человек.

По итогам конференции были приняты следующие основные решения:

1. Разработать нормативно-правовую базу обеспечения контроля состояния, использования акватории озера и прилегающей охранной зоны, определить и законодательно закрепить ответственность городской и краевой власти за его рекультивацию, сохранение и хозяйственное использование.
2. Провести комплексную (гидробиологическую, гидрологическую, гидрохимическую, санитарно-гигиеническую, геофизическую) оценку современного экологического состояния озера, выявить основные угрозы состоянию озера, дать прогноз возможного развития ситуации.
3. Разработать программу комплексного мониторинга состояния Култучного озера, поручить его проведение КамчатГТУ – как организации, обладающей необходимыми компетенциями, научным потенциалом и материально-технической базой.
4. Начать целенаправленные работы по подготовке проектно-сметной документации, направленной на создание проекта ликвидации источников загрязнения и биорекультивации озера.
5. Городской и краевой власти определить порядок финансирования работ, связанных с комплексной оценкой состояния озера, постановкой мониторинга его экологического состояния, поступления в него загрязнений.
6. Городской и краевой власти разработать комплексный план рекультивации озера, его хозяйственного использования и последующей охраны, закрепленной законодательными актами. Определить порядок финансирования и подрядчиков этих работ.
7. Разработать проект хозяйственного использования акватории озера и прилегающей к нему территории в интересах социально-экономического развития городской инфраструктуры и экологического воспитания населения.

**ДЛЯ ЗАМЕТОК**

**ДЛЯ ЗАМЕТОК**

Экологическое состояние озера Култучное, меры по его улучшению  
и возможности хозяйственного использования

Сборник докладов

Составители:  
Е. Г. Лобков, В. И. Карпенко

Подписано в печать 11.08.2017 г. Формат 60x84/8. Печать офсетная. Усл. печ. л. 14,88.  
Тираж 500 экз. Заказ СТ-17-01627.

Издательство «Камчатпресс».  
683024, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Кронюкская, 12а.

Отпечатано в ООО «СЭТО-СТ Плюс».  
683024, г. Петропавловск-Камчатский, пр. 50 лет Октября, ½.