



ООО «Экспертная лаборатория
«ГИДРОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ»

ОТЧЕТ ПО ГК №32/19 от 09.08.2019 г.



«Комплексные гидроэкологические и биомониторинговые исследования с целью обоснования комплекса инженерных, природоохранных и благоустроительных работ в акватории озера Култучное и на прилегающей к нему территории в центре города Петропавловска-Камчатского»

Комплексные гидроэкологические и биомониторинговые исследования с целью обоснования комплекса инженерных, природоохранных и благоустроительных работ в акватории озера Култучное и на прилегающей к нему территории в центре города Петропавловска-Камчатского

Сотрудники географического факультета МГУ: к.г.н. Гречушникова М.Г. (отв. исполнитель) к.г.н Терский П. Н., к.г.н. Завадский А.С., к.г.н. Цыпленков А.С., Ефимова Л.Е., Школьный Д.И., Ефимов В.А., Антонюк А.М., Переяславцева М.М., Прокопьева К.Н.;

Сотрудники биологического факультета МГУ: к.б.н. Новичкова А.А., Мартыновченко Ф.А., к.б.н. Рязанова Г.И., Тишечкин Д.Ю., Пилипенко В.Э., Просвилов А.С.;

Сотрудники геологического факультета МГУ: к.г-м.н. Маслов А.А.;

Сотрудники зоологического музея МГУ: Вихрев Н.Е., Зенин И.В., Антропов А.В.;

Сотрудники Института Водных Проблем РАН: к.г.н. Морейдо В.М.;

Сотрудники Института Биологии Внутренних Вод РАН: к.б.н. Бобров А.А., Григорьян М.Ю.;

Сотрудники МПГУ: Макаров Н.Е.;

Сотрудники КамГУ: к.б.н. Девятова Е.А.

Сотрудники Камчатского филиала ТИГ ДВО РАН: Казаков Н.В.



Используемые материалы

1. Полевые данные исследований в рамках выполнения ГК;
2. Литературные и фондовые материалы по Култучному озеру, материалы комплексного совета по исследованию состояния озера Култучное и прилегающей акватории Авачинской губы (конец 1980-х, начало 1990-х гг.);
2. Материалы Управления Роспотребнадзора по Камчатскому краю, ФГБУ «Камчатское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды», Управление архитектуры, градостроительства и земельных отношений администрации и др.;
4. Материалы исследований исполнителей проекта по гидрологии и гидроэкологии Камчатского края.

ОПАСНЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ РУСЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ НА РЕКЕ АВАЧЕ ЕЛИЗОВСКОГО РАЙОНА КАМЧАТСКОГО КРАЯ

HAZARDOUS MANIFESTATIONS OF CHANNEL PROCESSES ON THE AVACHA RIVER (YELIZOVSKY DISTRICT, KAMCHATKA KRAI)

ШКОЛЬНЫЙ Д.И.
Инженер кафедры гидрологии и гидрогеологии факультета Географии, Географического государственного университета им. М.В. Ломоносова, г. Москва, thabig0@gmail.com

ЧЛЮВ С.Р.
Старший научный сотрудник кафедры гидрологии и гидрогеологии факультета Географии, Географического государственного университета им. М.В. Ломоносова, г. Москва, hydroserg@mail.ru

ШКОЛЬНЫЙ Д.И.
Engineer of the Department of Hydrology, Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University, Moscow, thabig0@gmail.com

CHALOV S.R.
Senior Research Scientist of the Department of Hydrology, Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University, PhD (Candidate of Science in Geography), Moscow, hydroserg@mail.ru

ЦЫПЛЕКОВ А.С.
Младший научный сотрудник лаборатории эрм. И.И. Макашова географического факультета университета им. М.В. Ломоносова, г. Москва.

ТЕРСКИЙ П.Н.
Научный сотрудник кафедры гидрологии факультета Географии государственного университета им. М.В. Ломоносова, pavel_tersky@mail.ru

Ключевые слова: русловые процессы, неустойчивые русла, пороги, пороги, турбулентность

Аннотация: в статье описываются опыты изучения влияния обвалов известняковой интрузии. Анализом этих результатов выявлены особенности формирования эрозивного функционирования руслообразования в Елизовском районе Камчатского края. Историческое значение Камчатского края, водный баланс с современными проблемами отнесены к деятельности взаимодействия географического университета им. М.В. Ломоносова и Минист

Key words: channel configurations, unstable flow regimes, cascades, water flows.

Abstract: the article analyzes the experience of erosion processes for economic infrastructure in Kamchatka, aimed at the long-term planning activities in the Yelizovsky District of Kamchatka. The history of development of the Kamchatka Krai problems of factors related to modern results of 10-year cooperation between the Faculty and the Ministry of Natural Resources and the E



ОПАСНЫЕ РУСЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ И СРЕДА ОБИТАНИЯ ЛОСОСЕВЫХ РЫБ НА КАМЧАТКЕ

ОПАСНЫЕ РУСЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ И СРЕДА ОБИТАНИЯ ЛОСОСЕВЫХ РЫБ НА КАМЧАТКЕ

Восточный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
Географический факультет



Под редакцией
С.Р. Члюв
К.К. Жбаков
А.С. Цыплев

Исследование ландшафтного фактора формирования стока в бассейне р. Авачи (Камчатка) с использованием данных дистанционного зондирования
Терский П.Н., Жбаков К.К., Михеева А.Н.
Географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва
pavel_tersky@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЯ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ КАМЧАТКИ И СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА, 2017, вып. 46

УДК 556.51, 911.52 DOI: 10.15853/2072-8212.2017.46.51-65

СВЯЗЬ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОДОСБОРОВ И ЛАНДШАФТНЫХ УСЛОВИЙ В БАСЕЙНЕ Р. АВАЧИ (КАМЧАТКА) С ХАРАКТЕРИСТИКАМИ СРЕДНЕГОДОВОГО И МАКСИМАЛЬНОГО СТОКА РЕК

П.Н. Терский, К.К. Жбаков, А.Н. Михеева



дент; н. с., к. г. н.; Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
инские горы, ГСП-1, Географический факультет
?. E-mail: pavel_tersky@mail.ru

ЮЙ СТОК, ЛАНДШАФТ, РАСХОД ВОДЫ, СТОКОФОРМИРУЮЩИЕ ФАКТОРЫ, ЫЙ АНАЛИЗ

исследованию факторов формирования речного стока в бассейне р. Авачи (Восточности, ландшафтного фактора. В условиях крайне слабой метеорологической альным средством является использование материалов сети гидрологических национальных методов с применением технологий пространственного анализа. На дования была создана ГИС, содержащая полную базу картографических материалов, ых работ и данных дистанционного зондирования Земли (ДДЗЗ), результаты расеских характеристик рек бассейна, а также создана актуальная ландшафтная карта эсейна р. Авачи. На втором этапе оценивалась степень влияния морфометрических аспределения различных ландшафтов на формирование среднего и максимального нием актуализированной гидрологической информации. На третьем этапе проведен млекса стокоформирующих факторов на максимальный сток половодья и паводков й линейной регрессии. Выявлено, что пространственное распределение ландшафтов ование стока в западной части бассейна, в то время как для восточной части наиактором формирования стока является рельеф.

Полноводье	Ельцово	00	15	401
------------	---------	----	----	-----

Используемые материалы

Предоставление гидрологических и синоптических данных:

•ФГБУ «Камчатское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» (договор 163-20-ГМЦ от 01.10.2020)

Выполнение химико-аналитических работ:

Химическая лаборатория производственной группы филиала Института водных проблем Российской академии наук Ивановской НИС (аттестат Росаккредитации № РОСС RU.0001.21АУ22)

(тяжелые металлы в воде)

•Северо-Восточное ПГО - Камчатская Испытательная Лаборатория (аттестат аккредитации № RA.RU.21АН96 от 28 октября 2016 г.)

(основной комплекс - азот аммония; азот нитритов, азот нитратов; железо (общее); БПК5; ХПК; нефтепродукты; фенолы; взвешенные вещества; ПАВ)

•лаборатория экологического мониторинга регионов аэс и биоиндикации Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН

(тяжелые металлы в почвах и грунтах)

•Эколого-геохимический центр МГУ
•Лаборатория Института Физики Атмосферы РАН

(Дополнительные анализы - валовый и минеральный фосфор, метан, растворенный кислород)

Росгидромет
Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Камчатское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» (ФГБУ «Камчатское УГМС»)
КАМЧАТСКИЙ ГИДРОМЕТЦЕНТР
Молчанова ул., д. 12, г. Петропавловск-Камчатский, Камчатский край, 683023
Тел./факс: (4152) 29-83-60
e-mail: priem-hmc@kammeteo.ru
ОКПО 02572700, ОГРН 1024101026432
ИНН/КПП 4101005066/410101001

Генеральному директору
ООО «Экспертная лаборатория ГИС»

Семакову В.А.

119619, г. Москва,
Ул. 6-Я Лазенки, 2, стр. 15.

СПРАВКА

29.10.2020 № 04-856

На основании договора №163-20-ГМЦ от 01.10.2020 г. и в соответствии с письмом №1408/Ч-1 от 18.08.2020 г. предоставляем информацию об уровне и температуре воды (°С) в оз. Култучное за период с 01.08.2019 г. по 31.09.2020 г., а также об атмосферном давлении на уровне моря (гПа) за период с 01.08.2019 года по 31.10.2019 года, с 01.06.2020 г. по 31.07.2020 г. и с 01.07.2020 г. по 31.08.2020 г. Данные об уровне и температуре воды оз. Култучное предоставлены по данным автоматического гидрологического комплекса (АГК), установленного в 2019 г. Данные об атмосферном давлении на уровне моря предоставлены по данным гидрометеорологической станции Петропавловск-Камчатский (МГ-1 Петропавловск-Камчатский, ул. Рязицкая).

Запрашиваемые гидрометеорологические характеристики представлены в Приложениях к настоящему письму.

Приложение №1: Атмосферное давление на уровне моря на 2 л. в 1 экз.

Приложение №2: Уровень и температура воды оз. Култучное на 4 л. в 1 экз.

Действительным является только оригинал настоящей справки или копия, заверенная Камчатским гидрометцентром.

Начальник гидрометцентра



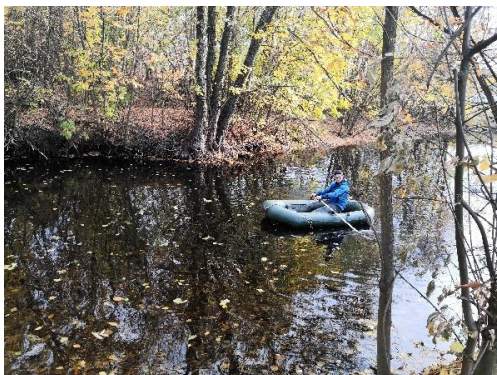
М.И. Ишонин

Комплексные гидроэкологические и биомониторинговые исследования с целью обоснования комплекса инженерных, природоохранных и благоустроительных работ в акватории озера Култучное и на прилегающей к нему территории в центре города Петропавловска-Камчатского

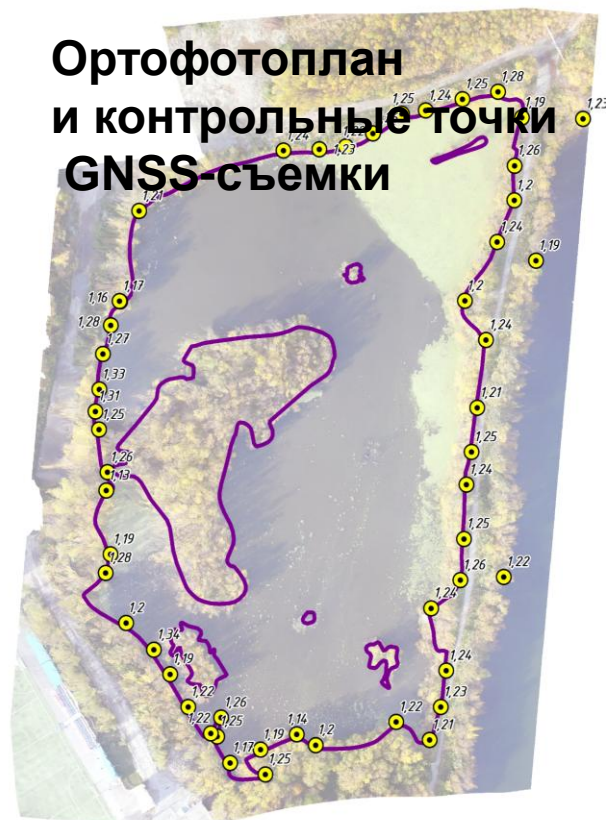
1. Гидрологический и гидрохимический мониторинг

Методы, виды и объемы работ

Определение морфометрических параметров Большого и Малого Култучного озера)



- Измерения выполнены с помощью эхолота Garmin с внешней GPS-антенной, монтированной над датчиком
- Срезка уровня вводилась посредством нивелирования от реперного пункта на северо-восточном берегу озера при каждой серии измерений

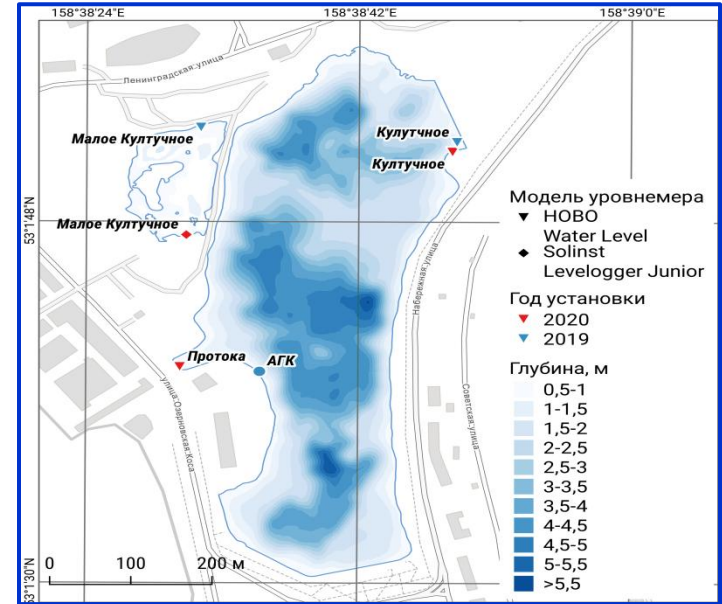


Наблюдения за уровнем в режиме и оценка фильтрации

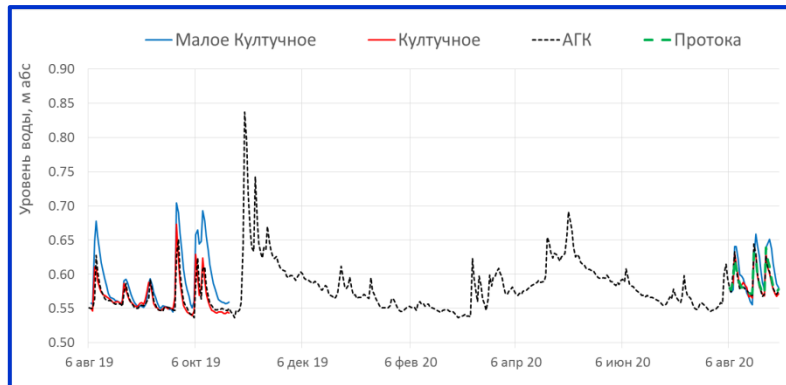
Методика наблюдений за уровнем воды



Пункты наблюдений за уровнем воды



Уровни водной поверхности Култучного и Малого Култучного озера в 2019 и 2020 г в абс. отметках



Фильтрация – водообмен с подземными водами:

$$v = \Delta H * k / m$$

v - скорость фильтрации

k - коэффициент фильтрации илов

ΔH – напор между озером и подземными водами

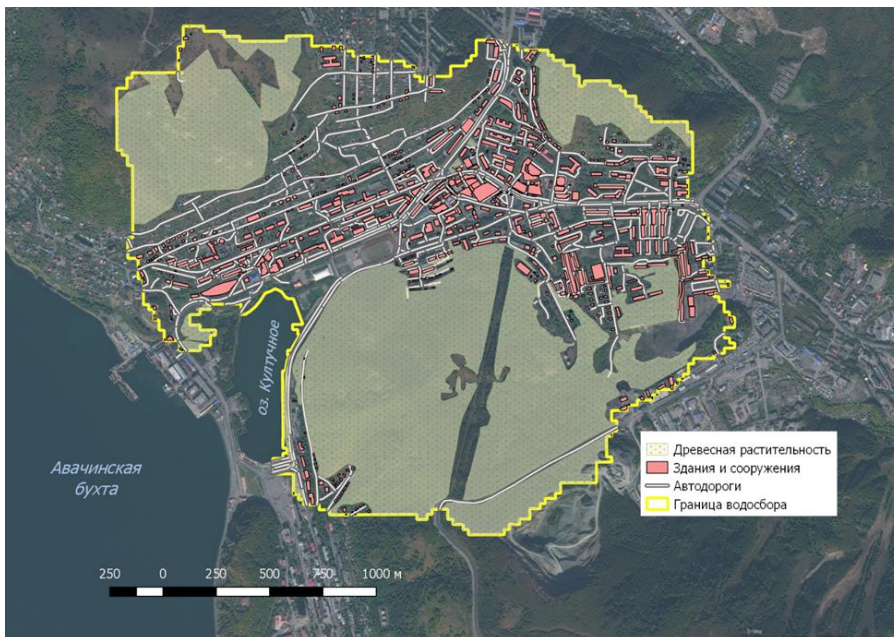
m – мощность илов

Фильтрация между озерами:

Анализ режима уровней воды в двух озерах.

Оценка притока воды в озера^{1,2}

Комплексные гидроэкологические и биомониторинговые исследования с целью обоснования комплекса инженерных, природоохранных и благоустроительных работ в акватории озера Култучное и на прилегающей к нему территории в центре города Петропавловского Камчатского



$$W_{\Gamma} = W_{\text{Д}} + W_{\text{Т}} + W_{\text{М}},$$

$W_{\text{Д}}$, $W_{\text{Т}}$ и $W_{\text{М}}$ – среднегодовой объем дождевых, талых и поливочных вод, м³

$$W = 10h\Psi F,$$

h – слой осадков (зима/лето), мм,

F – общая площадь стока, га,
 Ψ – общий коэффициент стока

Рельеф – ЦМР ALOS (30 м)

Типы застройки и ландшафтов – OpenStreetMap

1. СП 32.13330.2018. СНиП 2.04.03-85. КАНАЛИЗАЦИЯ. НАРУЖНЫЕ СЕТИ И СООРУЖЕНИЯ
2. Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты. ФГУП «НИИ ВОДГЕО». Москва, 2006



Гидроэкологическая модель водохранилища МГУ (ГЭМВ-МГУ), разработанная на кафедре гидрологии суши

Физические процессы, учитываемые в модели:

Внешний тепло-массообмен

- поступление солнечной радиации,
- длинноволновое излучение атмосферы,
- длинноволновое излучение воды,
- потери тепла на испарение,
- турбулентный теплообмен с атмосферой,
- теплообмен с дном,
- трансформация воздуха над водоемом
- атмосферные осадки и испарение,
- водообмен в береговой зоне,
- приток КДВ,
- сток,
- изменение объема озера и уровня воды

Внутренний тепло-массообмен

- поглощение коротковолновой радиации,
- отражение солнечной радиации,
- плотностное распределение втекающего потока,
- динамическое перемешивание в стоковом течении,
- свободная конвекция,
- вынужденная конвекция,
- вертикальный кинетический перенос,
- вертикальная адвекция,
- стоковое течение,
- формирование снежно-ледяного покрова,
- продуцирование и потребление O_2

Закон сохранения вещества и энергии в каждом j -м горизонтальном слое.

$$\frac{d}{dt} V_j C_j = A_{j1} C_{j-1} - A_{j2} C_j + A_{j3} C_{j+1} + B_{j1} C_{in} - B_{j2} C_j \pm P_j,$$

где C - концентрация, V - объем слоя, A - фактор, отражающий вертикальный перенос,

B - фактор, отражающий горизонтальный перенос (приток-отток),

P - фактор, отражающий внутримассовые эффекты, оказывающие влияние на концентрацию

Создание модели гидрологического режима озера

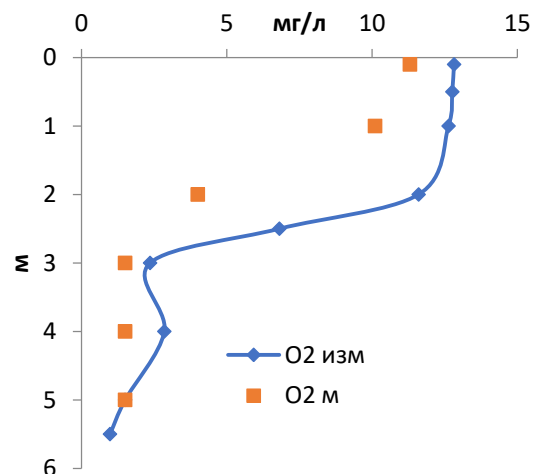
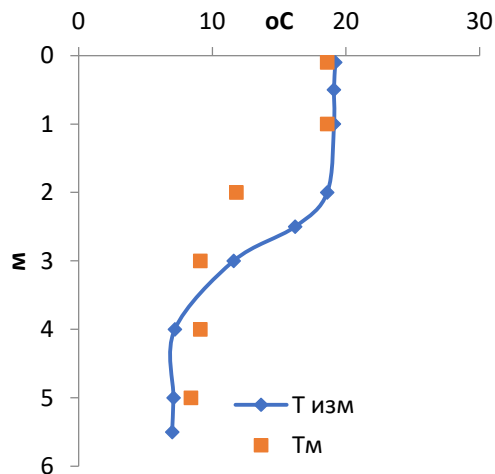
Култучное: исходные данные, калибровка, верификация

Исходные данные:

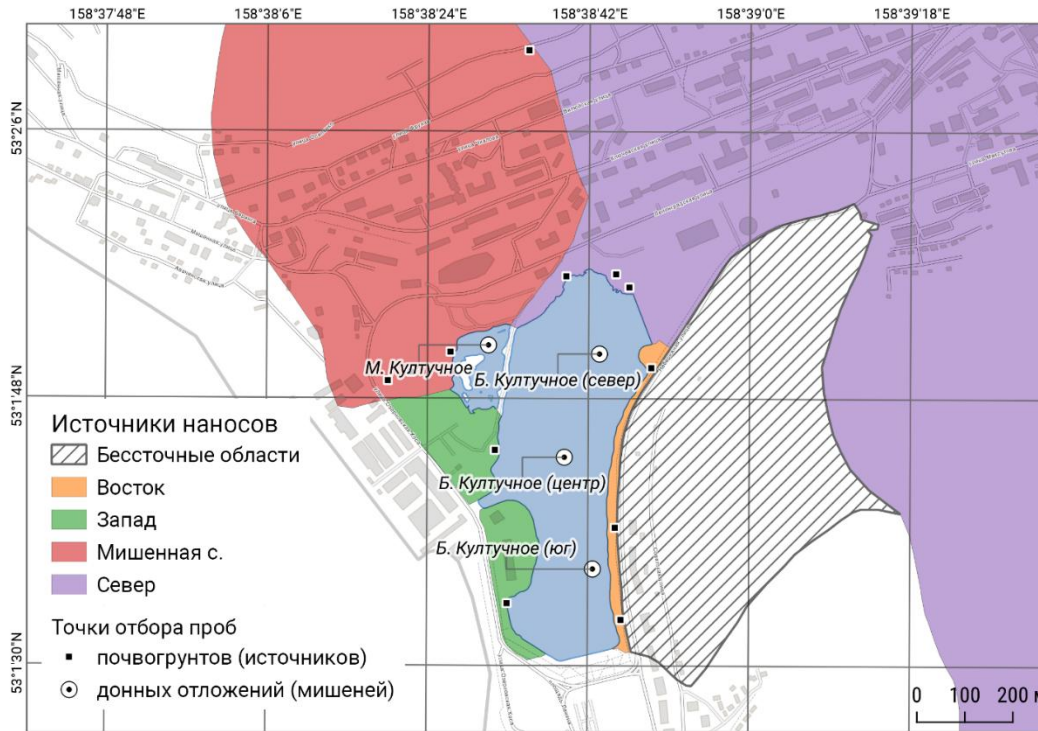
- Батиметрические кривые
- Среднесуточные значения характеристик погоды
- Среднесуточный приток к водоему
- Минерализация коллекторно-дренажных вод рассчитана по формулам, полученным по материалам натуральных наблюдений

Калибровка - для коэффициента потребления кислорода грунтами дна

Верификация: данные гидрологической съемки для проверки вертикального распределения характеристик



Инвентаризация источников загрязнения и разработка модели поступления загрязняющих веществ в озеро



Определение долевого вклада различных источников наносов в 4х точках:

- 3 образца в Б. Култучном
- 1 образец в М. Култучном

Модель фингерпринтинга FingerPRO [Lizaga et al., 2018]

4 основных источника наносов: Запад, Север↓
Мишенная сопка↓



Восток↓



Комплексный анализ качества воды: объем и виды работ (1)

Отбор проб в коллекторах и в озере

Основной комплекс показателей:

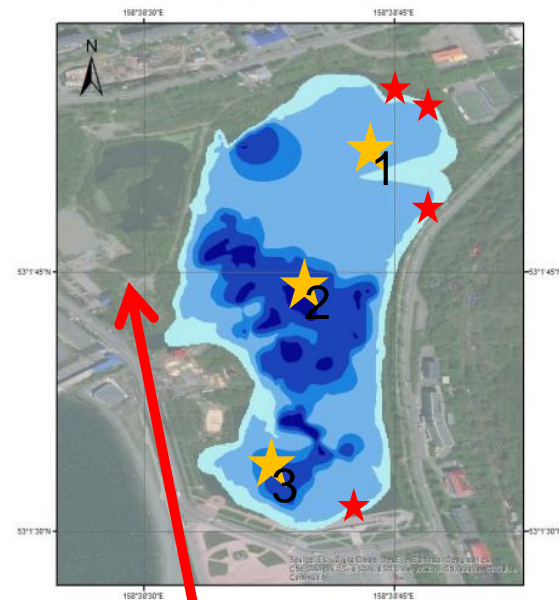
- Взвешенные вещества, мг/л ПНДФ 14.1:2:3.110
- БПК₅, мг/л ПНДФ 14.1:2:3:4.123
- ХПК, мг/л ПНДФ 14.1:2:100
- Железо общее, мг/л ГОСТ 4011
- Ион аммония, мг/л ГОСТ 33045 П.5
- Нитрит-ион, мг/л ГОСТ 33045 П.6
- Нитрат-ион, мг/л ГОСТ 33045 П.9
- ПАВ анионактивные, мг/л ГОСТ 31857
- Нефтепродукты, мг/л ПНДФ 14.21:2:4.168
- Фенолы, мг/л ПНДФ 14.21:2:4.225

Определение содержания в воде тяжелых металлов: свинца, меди, цинка, хрома и марганца (ПНДФ 14.1:2:4.139-98)

Определение содержание тяжелых металлов: свинца, меди, цинка, хрома и марганца в ДО (М-МВИ-80-2008)

Определение содержание валового и минерального фосфора РД 52.10.738-2010; РД 52.10.739-2010 и метана РД 52.24.512-2002

Для идентификации распределения загрязняющих веществ от северных коллекторов был проведен анализ спутниковых данных для количественного определения распределения взвешенных веществ при разных синоптических ситуациях.



- ★ Пункты отбора из коллекторов
- ★ Станции на озерах

2019 год: 40 пробоопределений на основной комплекс озерной воды

2020 год: 40 пробоопределений на основной комплекс озерной воды

50 пробоопределений на основной комплекс коллекторно-дренажных вод

20 пробоопределений озерной воды и 25 коллекторно-дренажных вод на тяжелые металлы

20 пробоопределений озерной воды на тяжелые металлы

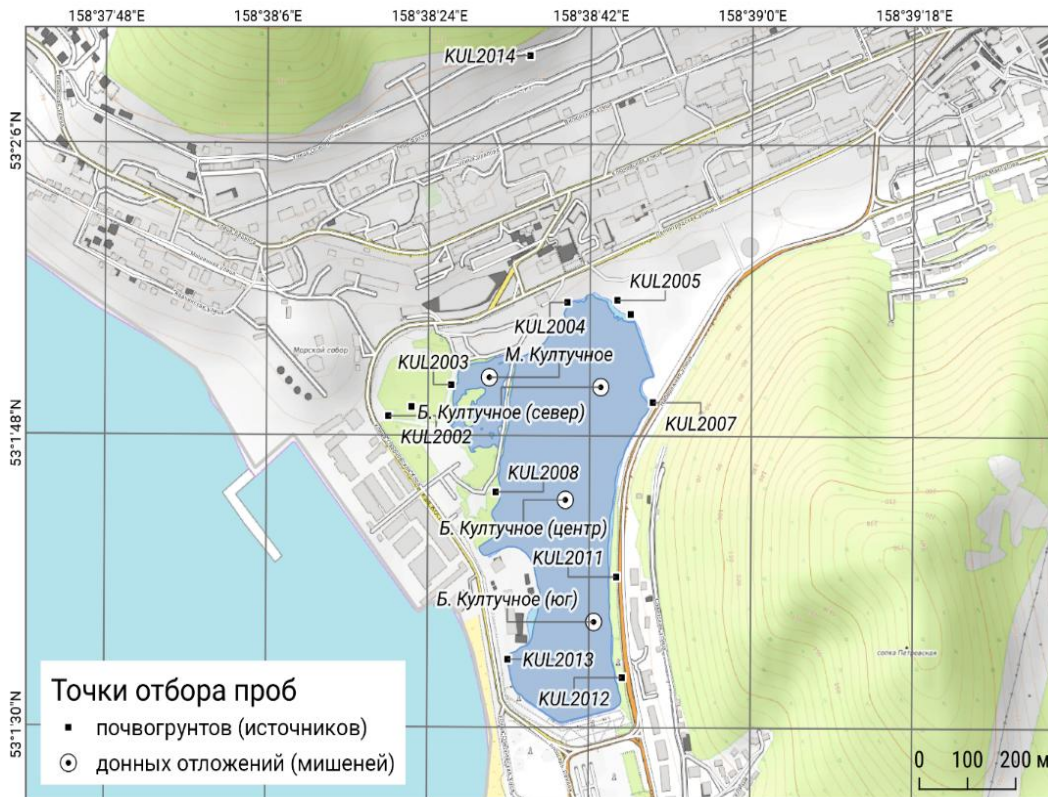
4 пробоопределения содержания ОВ в грунте

8 пробоопределений содержания валового и минерального фосфора в озерной воде

8 пробоопределений содержания метана в озерной воде

по 8 пробоопределений содержания O_2 , HCO_3 , CH_4 в обменном эксперименте

Анализ качества грунтов и донных отложений



- 1) 12 образцов почв и наносов
- 2) 4 образца донных отложений — «целевые образцы»

Химический состав отобранных в рамках данной работы образцов почв и наносов определялся методом рентгено-флуоресцентного анализа на эффекте полного отражения (TXRF) на спектрометре PicoTax TXRF («Bruker AXS», Германия) с монохроматическим излучением и оптикой для полного отражения

Концентрации **30** элементов:
Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, K, Ca,
Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu,
Zn, As, Se, Rb, Sr, Ba, Hg,
Pb, Tl, Bi, Ta, Nb, W

Экспериментальное исследование обменных процессов

на границе «вода-донные отложения»

Определение потоков газо- и массообмена на границе «вода-донные отложения» проводилось методом трубок Кузнецова-Романенко (скорости потребления кислорода грунтами; общая деструкция ОВ в илах - HCO_3^- : Потоки минерального фосфора и метана)

- Отбор образцов грунтов дночерпателем Экмана-Бёрджа
- Экспозиция пар трубок с грунтом и придонной водой
- Подготовка грунта для взвешивания и прокаливания на содержание органического вещества

Поток вещества с 1 м² площади дна за время экспозиции:

$$F \text{ (мг/м}^2 \text{ сут)} = 240 \cdot (\text{Стр} - \text{Схол}) \cdot L / t,$$

где F – поток определяемого вещества из донных отложений с м²;
Стр и Схол – концентрация вещества в трубке с грунтом и холостой (контрольной) трубке, мг/л;
L - высота столба воды над грунтом в трубке, см;
t - время экспозиции, час.



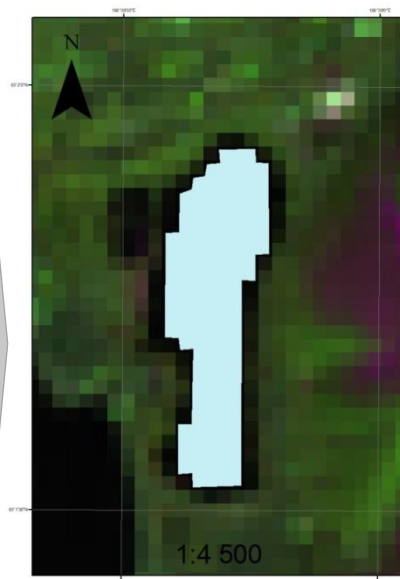
Дистанционный мониторинг распространения шлейфов мутности по акватории оз. Култучное

Региональная модель мутности воды оз. Култучное от коэффициента отражения снимочной системы LandSAT

$$S = 0,27 * e^{0,01\rho}$$

где S – мутность воды, мг/л,
 ρ – коэффициент отражения на снимке

Оценка масштабов загрязнения водами северных коллекторов



Расчет относительного изменения концентрации взвеси в воде (ΔS , %):

$$\Delta S = S_{\text{озеро}} / S_{\text{север}} * 100\%$$

Стационарные наблюдения за режимом поступления загрязняющих веществ



Автоматизированный контроль оптической мутности в высоком разрешении в зоне максимального воздействия:

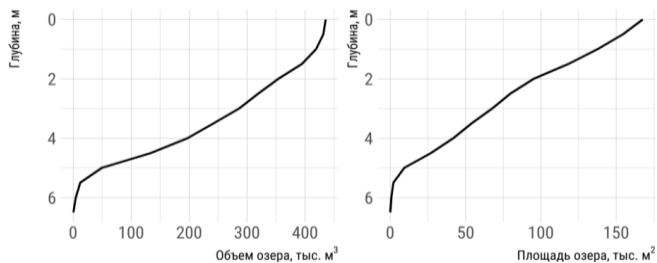
- С 17:30 12 августа 2020 года до 12:30 17 августа 2020 года, с периодичностью в 10 минут;
- С 13:00 17 августа 2020 года до 15:30 3 сентября 2020 года с периодичностью в 1 минуту;
- Всего было получено 25286 значений мутности за 23 дня.

Комплексные гидроэкологические и биомониторинговые исследования с целью обоснования комплекса инженерных, природоохранных и благоустроительных работ в акватории озера Култучное и на прилегающей к нему территории в центре города Петропавловска-Камчатского

1. Гидрологический и гидрохимический мониторинг

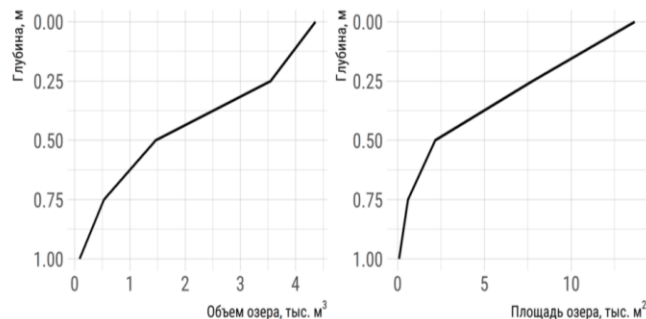
Результаты работ

Уточненная морфометрическая характеристика озера



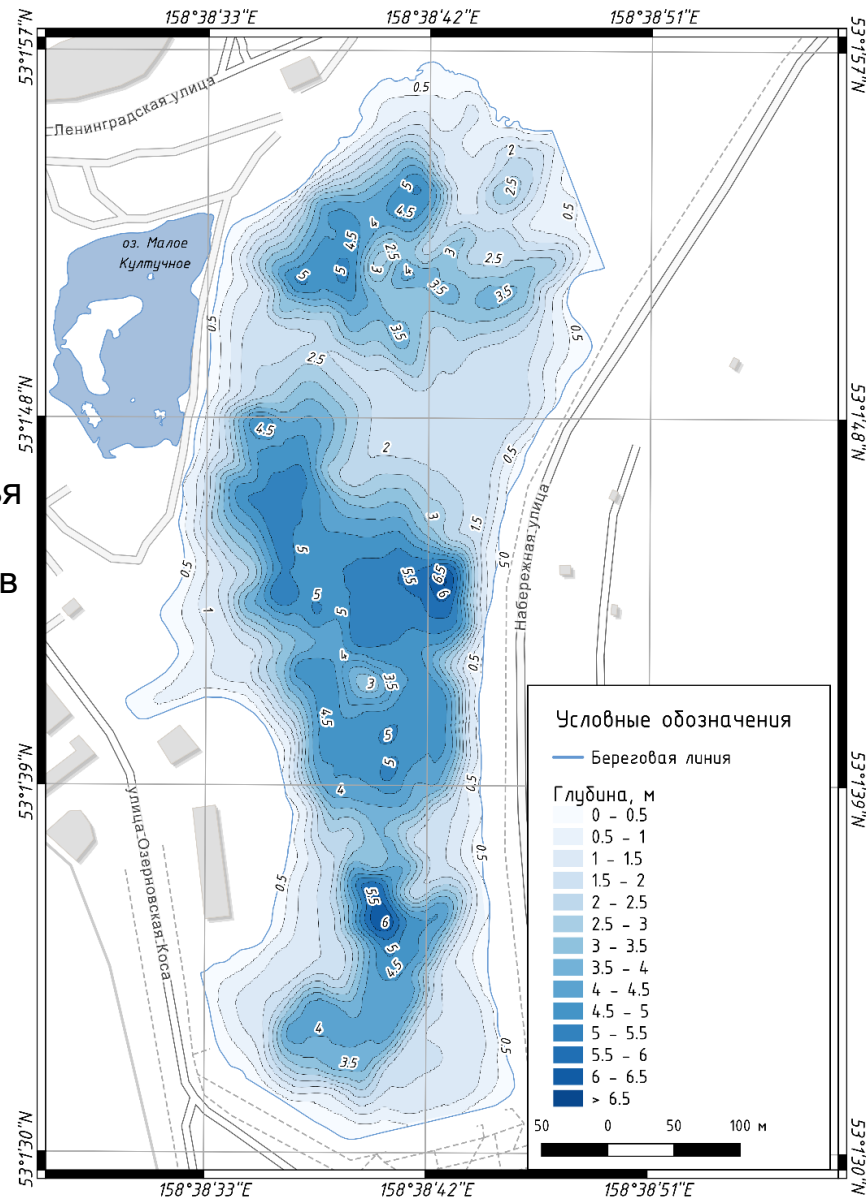
Большое озеро

- Площадь 0,168 км²
- Объем 436 тыс.м³
- Макс.глубины – до 6,7 м
- Небольшая доля площади мелководья
- Прослеживаются ложбины стока в северной части, оставшиеся от ручьев



Малое озеро

- Площадь 0,014 км²
- Объем 4,4 тыс.м³
- Макс.глубины – до 1 м
- Объем илистых отложений превосходит объем воды
- Отмечено заилиение у коллектора за 1 год



загрязнения

Комплексные гидроэкологические и биомониторинговые исследования с целью обоснования комплекса инженерных, природоохранных и благоустроительных работ в акватории озера Култучное и на прилегающей к нему территории в центре города Петропавловска-Камчатского

ОЦЕНКА ПЛОЩАДИ
ВОДОСБОРА:

4.71 км².

Источники данных

Рельеф –

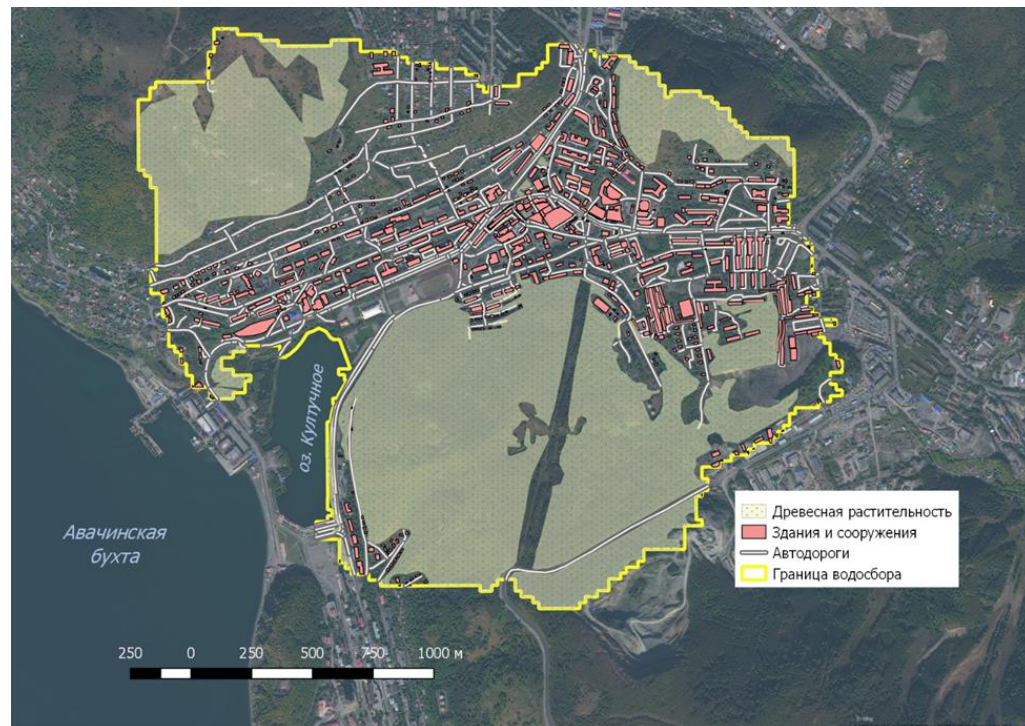
ЦМР ALOS (30 м)

Типы застройки –

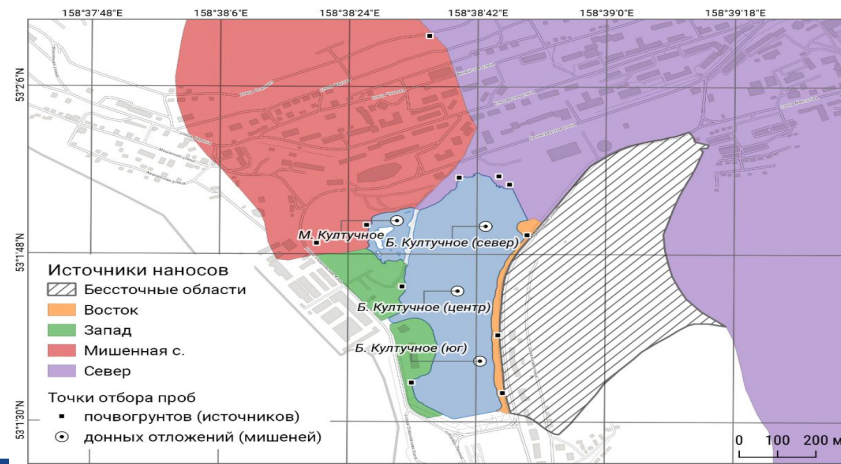
OpenStreetMap

Типы ландшафтов –

Landsat



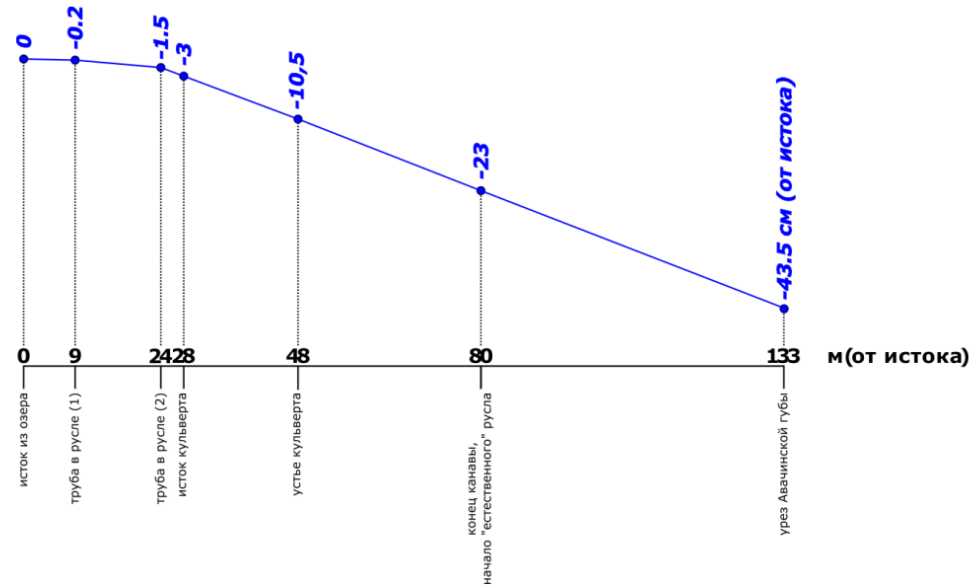
4 группы подбассейнов, различаемых по морфометрическим характеристикам и геохимическому составу транспортируемых наносов



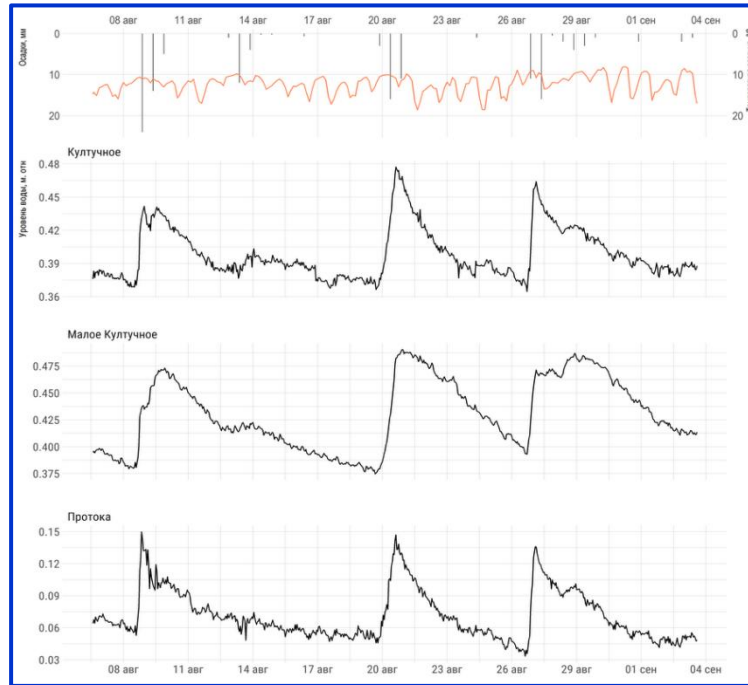
Морфометрия стока из озера



- Озеро находится в подпоре от кульверта под улицей Озерновская Коса
- Кульверт частично занесен наносами, может забиваться и замерзать
- Исток помимо кульверта перекрыт трубами коммуникаций
- Положение протоки ниже кульверта стабильно, русло испытывает слабое врезание и имеет постоянный уклон



Уровенный режим озера и оценка фильтрации (1)



- уровни воды (почасовые)
- температура воздуха (сроки)
- осадки (сроки)

Связь с метеоэлементами:

- Высокая связь уровней с осадками в суточном и 6-часовом интервале => быстрый перехват поверхностного стока озерами
- Продолжительные осадки слабой интенсивности не дают заметного подъема уровней => накопление объема воды в озере незначительно
- Высокая проточность озера = роль в регулировании стока с водосбора - транзитная

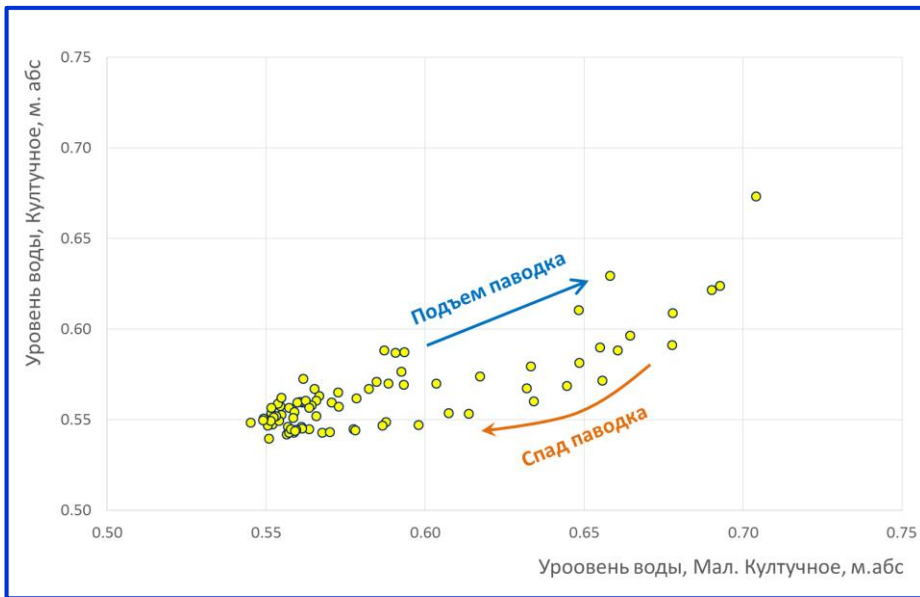
Связь почасовых уровней Малого Култучного и Култучного озер между собой и с данными АГК:

Год	Период сравнения	Култучное – с АГК	Мал. Култучное - с АГК	Култучное – Мал. Култучное
2019	07.08-25.10.2019	0.88	0.79	0.83
2020	06.08-03.09.2020	0.95	0.69	0.82

Связь динамики уровней Малого Култучного и Култучного озера не высока. Гидравлическая связь не прямая (изолированность малого озера).

Уровенный режим озера и оценка фильтрации (2)

Уровни воды оз. Култучное и Малое Култучное в 2019 и 2020 гг.



- Направленная фильтрация воды из Малого Култучного в Култучное, наиболее интенсивная - на спаде дождевых паводков
- Объем фильтрационного водообмена с грунтовыми водами не превышает 1% объема озер

Оценка притока воды в озера^{1,2}

Объем дождевых и талых вод

	S, га	Ψ_D	$h_{D'}$ мм	$W_{D'}$ млн. м ³	Ψ_T	h_T мм	W_T млн. м ³
Б. Култучное озеро	423.59	0.29	475	0.586	0.65	611	1.68
М. Култучное озеро	47.46	0.28	475	0.063	0.65	611	0.19

Объем поливо-моечных вод

	Площадь дорог, га	m	k	Ψ_M	$W_{M'}$ млн. м ³
Б. Култучное озеро	24.5	1.3	75	0.50	0.012
М. Култучное озеро	2.3	1.3	75	0.50	0.001

$$W_{\text{Б. Култучное}} = 2,28 \text{ млн. м}^3/\text{год}$$

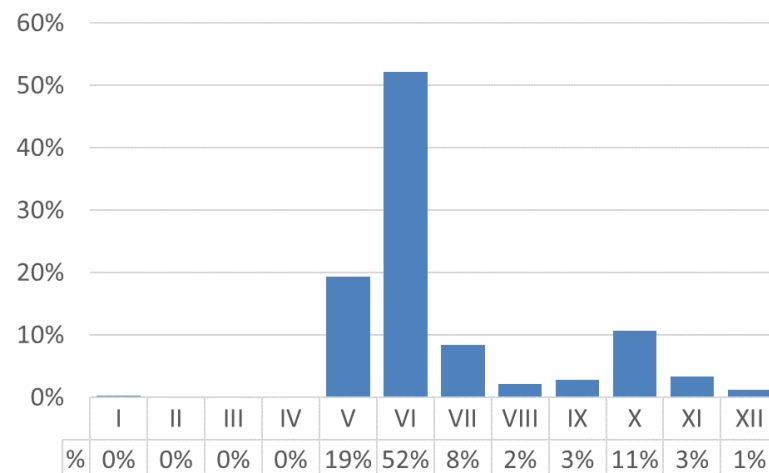
$$W_{\text{М. Култучное}} = 0,25 \text{ млн. м}^3/\text{год}$$

Наибольший приток – более 70% от годового – в мае-июне за счет снеготаяния.

Летом – 11%, осенью – до 17%, зимой ~2%.

В феврале и марте стока практически нет.

Внутригодовое распределение¹



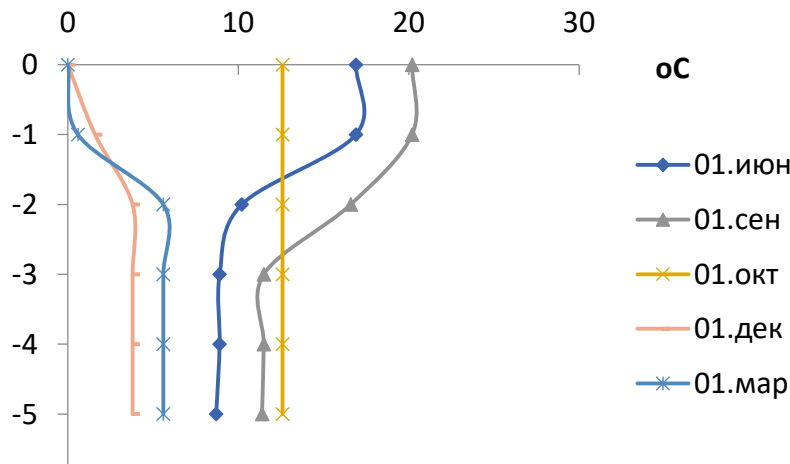
¹Принято по аналогу руч. Без названия на г/п №2108 «в 50 м от устья» за период с 2008 по 2018 год

Характеристика водного режима озера

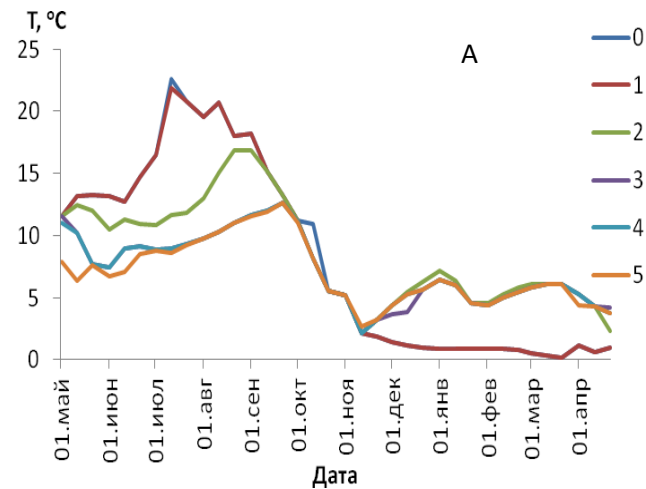
- Годовой приток воды в Большое Култучное озеро составляет **2,28** млн м³;
- Среднегодовые объемы атмосферных осадков и испарения составляют **0,2** и **0,097** млн м³;
- Сток из озера в среднем за год составляет **2,393** млн м³, а коэффициент водообмена – **4,3** год⁻¹;
- Неравномерного внутригодоевое распределение притока воды;
- Наибольшей проточность в мае-июне, когда с притоком поступает наибольший объем воды;
- Наличие проточности обуславливает благоприятные для экосистемы озера особенности: смену водных масс и промывной режим, а также сокращение периода с дефицитом кислорода в придонном слое.

Характеристика гидрологического режима озера

- Плотностное расслоение начинается после периода конвективного перемешивания в мае;
- До середины июля - рост температуры поверхностных слоев, медленный рост температур придонного слоя при максимальной глубине;
- С августа - разрушение прямой стратификации с понижением температуры воды в верхних слоях и ростом в придонных горизонтах;
- К середине сентября - температура воды выравнивается;
- Зимой в придонных слоях сохраняется вода с температурой 4-5°C



Изменение среднедекадных значений температуры воды по данным математического моделирования (цифрами указаны глубины в метрах)



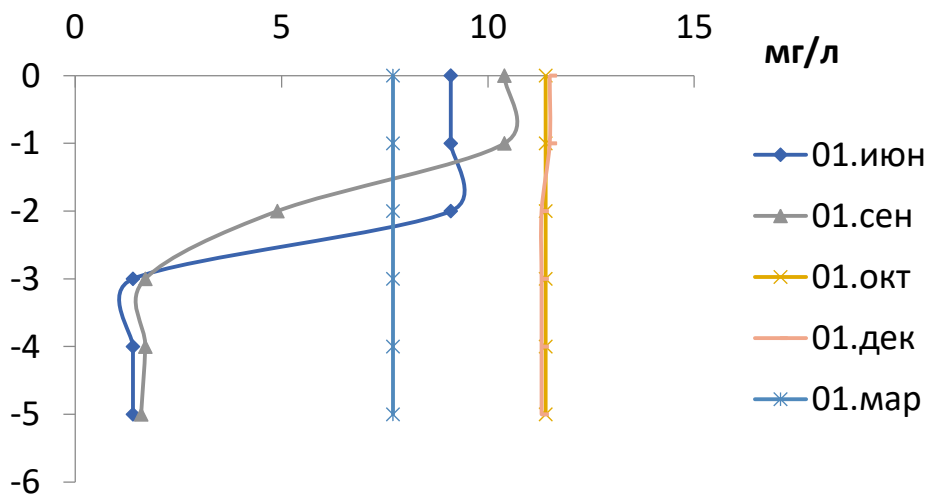
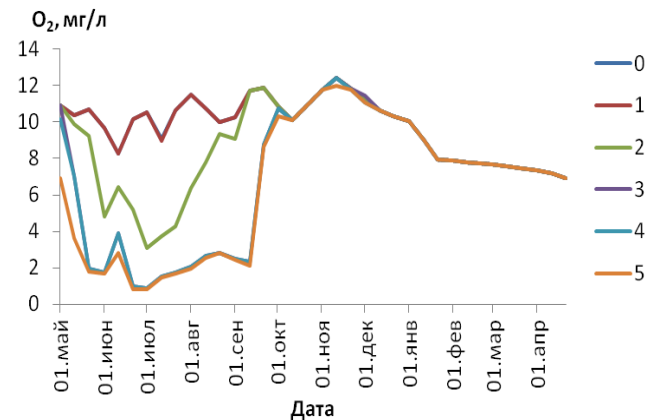
Вертикальное распределение температуры воды в характерные фазы гидрологического режима

Характеристика гидрологического режима озера

При установлении прямой стратификации - содержание O_2 убывает в придонных горизонтах до 1 мг/л, в поверхностных слоях его содержание изменяется в зависимости от погодных условий и активности фотосинтеза от 8 до 11,5 мг/л.

При разрушении прямой стратификации придонные слои воды аэрируются, а в зимний период наблюдается уменьшение содержания кислорода подо льдом.

Изменение среднедекадных значений растворенного кислорода по данным математического моделирования (цифрами указаны глубины в метрах)



Вертикальное распределение растворенного кислорода в характерные фазы гидрологического режима

Оценка поступления загрязняющих веществ с притоком

По результатам гидрохимических анализов наиболее загрязненная вода попадает со стоком коллекторов Южный и Север-1 в Большое Култучное озеро.

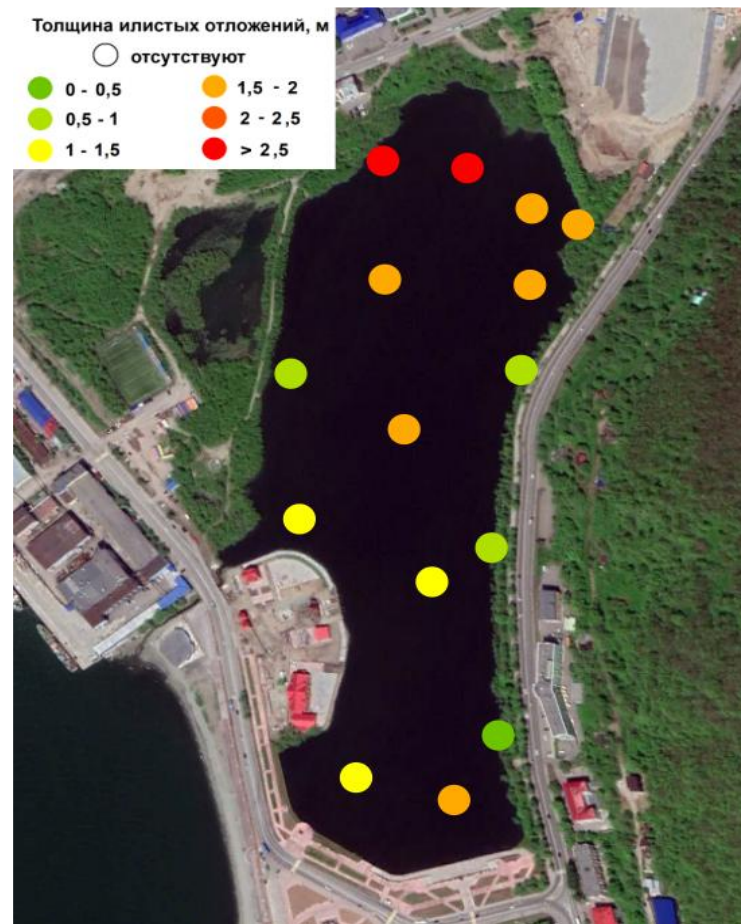
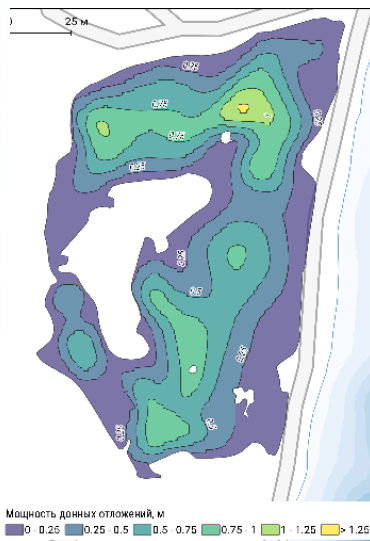
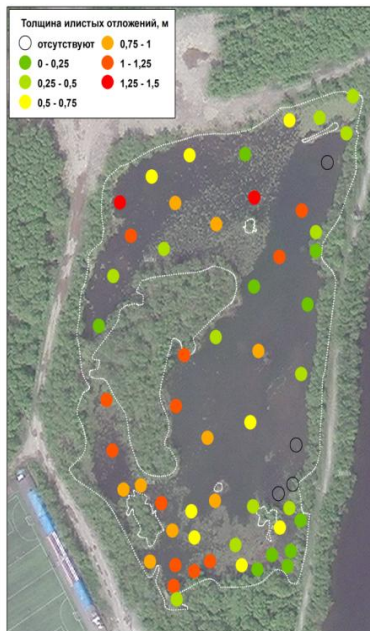
Во всех притоках выявлено:

- превышение ПДК по БПК₅ от 1,5 до 5 раз,
- по ХПК до 7 раз
- по общему железу – до 25 раз в коллекторе Север-1.
- Ион аммония превышает ПДК в коллекторах Южный и Север-1 в 28 и 2,4 раза.
- По нитритам, нитратам и фенолам превышение не наблюдается.
- СПАВ в 1,3 раза выше ПДК в Южном коллекторе,
- нефтепродукты в 1,5 и 5,5 раз выше ПДК в Западном и Южном коллекторах

Наиболее загрязнен тяжелыми металлами приток по коллекторам Север-1 (свинец, марганец) и Север-2 (медь, цинк)



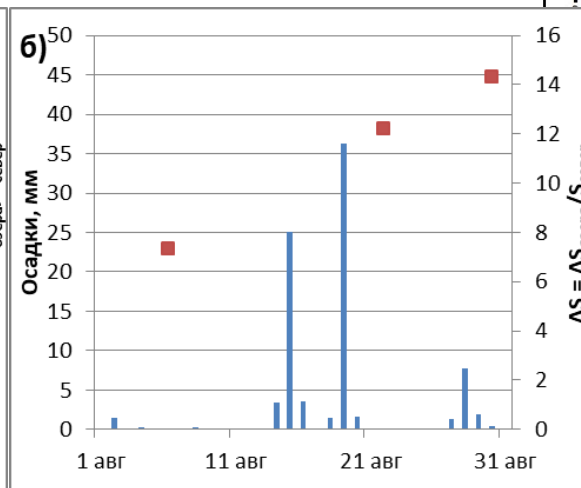
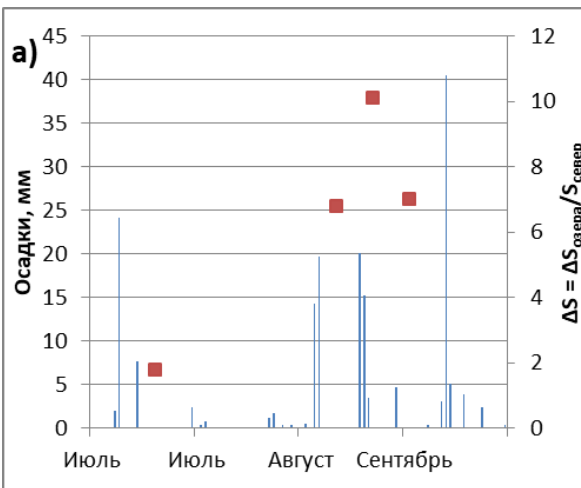
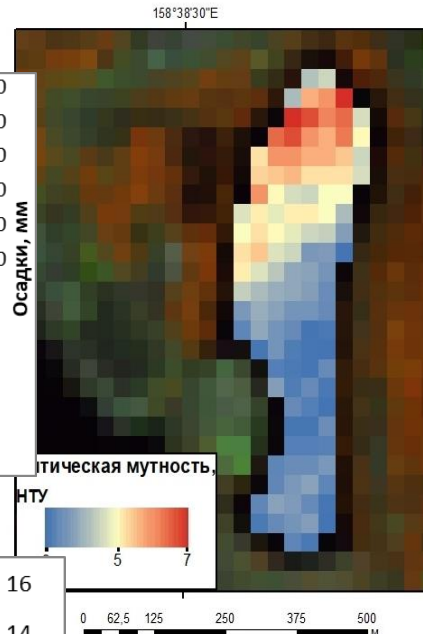
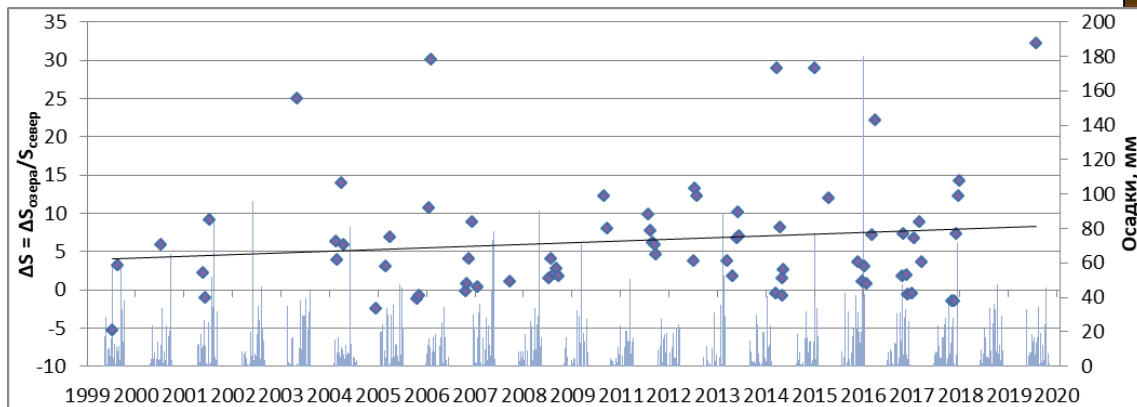
Распределение и состав донных отложений озер



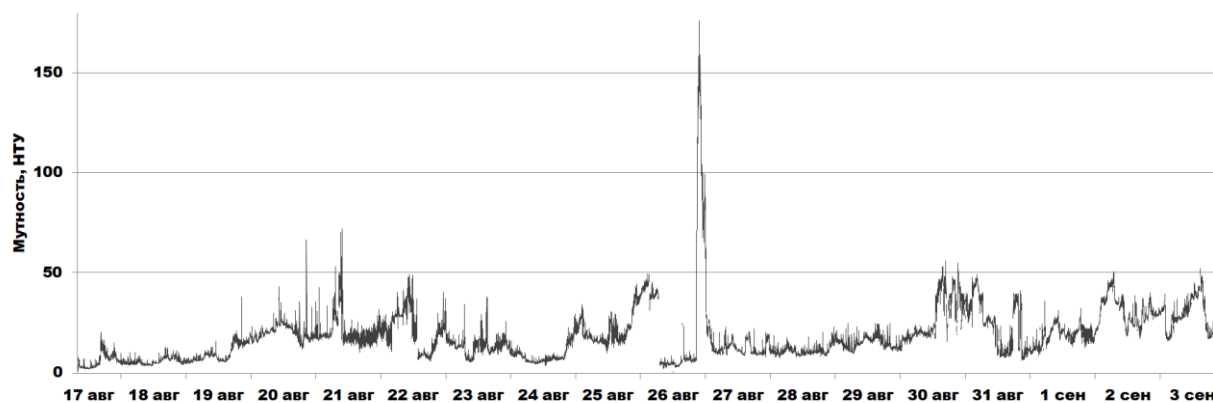
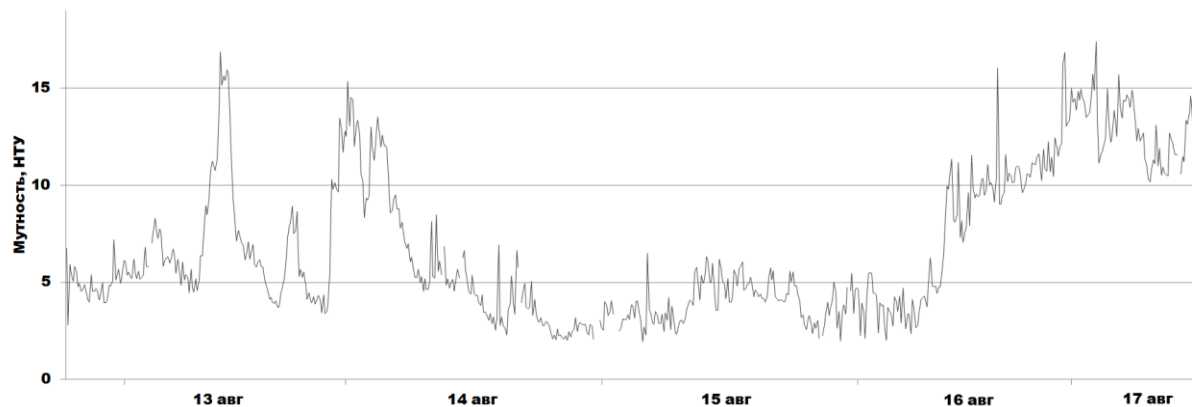
- Донные отложения Большого и Малого озера имеют сходные физические характеристики, содержание органического вещества в них достигает 14,4,-16,9%.
- Толщина иловых отложений в зоне разгрузки дренажной сети – более 3 м.
- Скорость аэробной деструкции ОВ - достаточно высокая (11-88-450 мгС/м²сут в Большом Култучном озере и 407 мгС/м²сут в Малом Култучном озере).

Результаты дешифрирования снимков и анализ распространения шлейфов мутности по акватории оз.Култучное

Комплексные гидроэкологические и биомониторинговые исследования с целью обоснования комплекса инженерных, природоохранных и благоустроительных работ в акватории озера Култучное и на прилегающей к нему территории в центре города Петропавловска-Камчатского



Результаты стационарных наблюдений за режимом поступления загрязняющих веществ



	Количество осадков, мм		
	В день	День до	В день + день до
Коэффициент R ²	0,0117	0,0064	примерно 0

- Независимость от режима осадков – техногенный режим сбросов

Заключение по качеству воды в озере

В августе 1990 (гидролого-гидрохимическая съемка) качество воды в Большом Култучном озере существенно хуже:

- превышение ПДК по фенолам составляло 20 раз,
- по нефтепродуктам – 60 раз.

Сегодня наблюдаются улучшения по сравнению с 1990 г.:

- БПК₅,
- иона аммония,
- нитритов,
- нитратов,
- фенолов,
- нефтепродуктов,
- взвешенных веществ

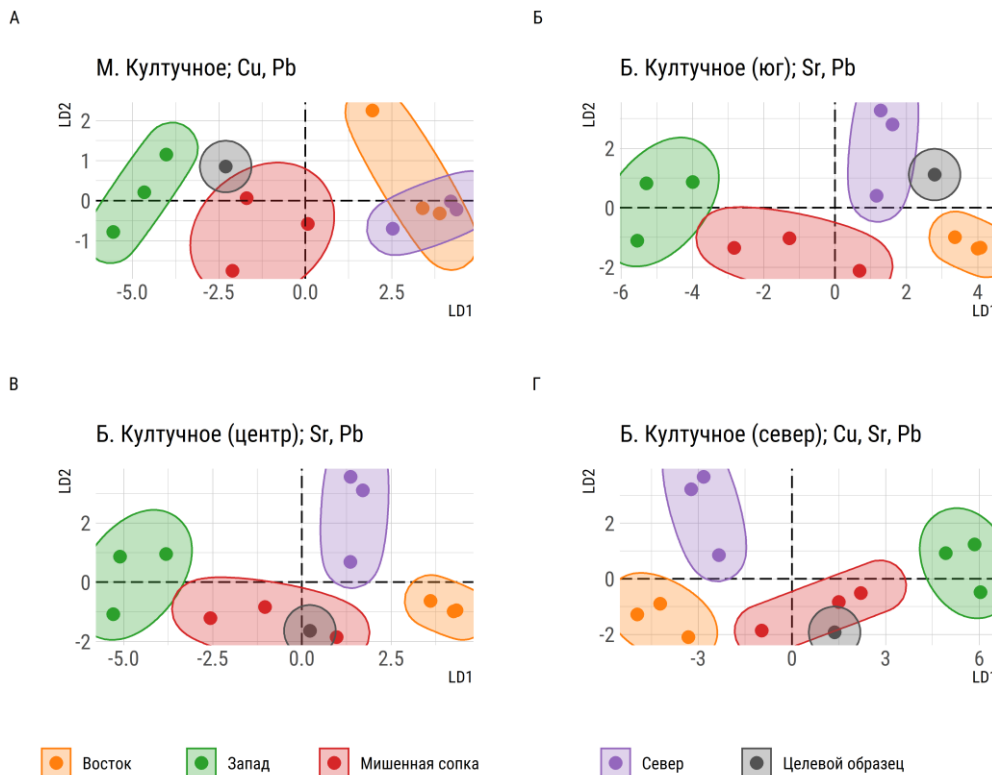


Результат реконструкции систем городской канализации в 2000-х годах

По комплексу ингредиентов и показателей качества воды вода в Большом и Малом озере (48% и 43% соответственно) имеет **высокий уровень загрязненности и относится к третьей категории качества** [РД 52.24.643-2002].

По данным расчета ИЗВ (7,8 и 5,8 соответственно) вода в Большом озере характеризуется как **очень грязная**, а в Малом как **грязная**.

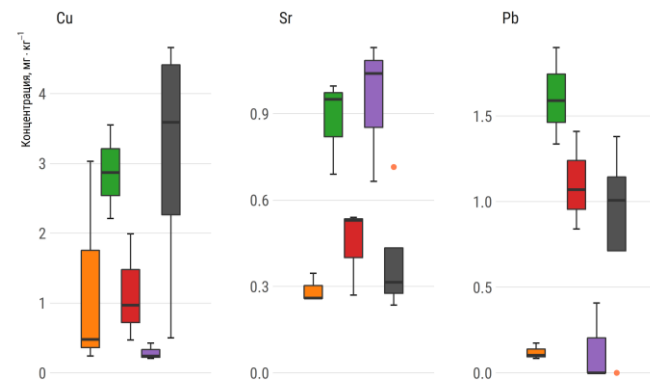
Оценка источников поступления загрязняющих веществ с притоком



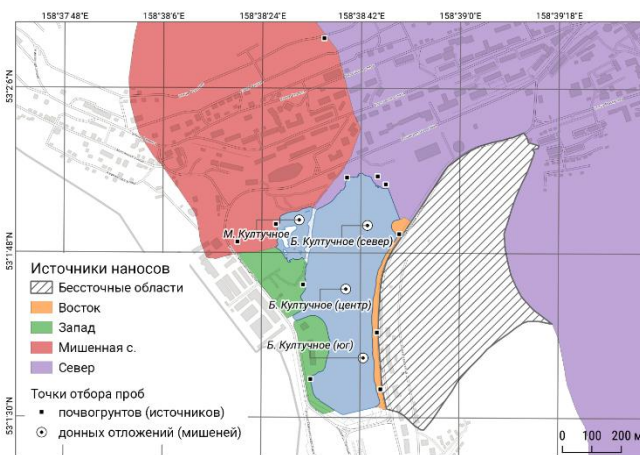
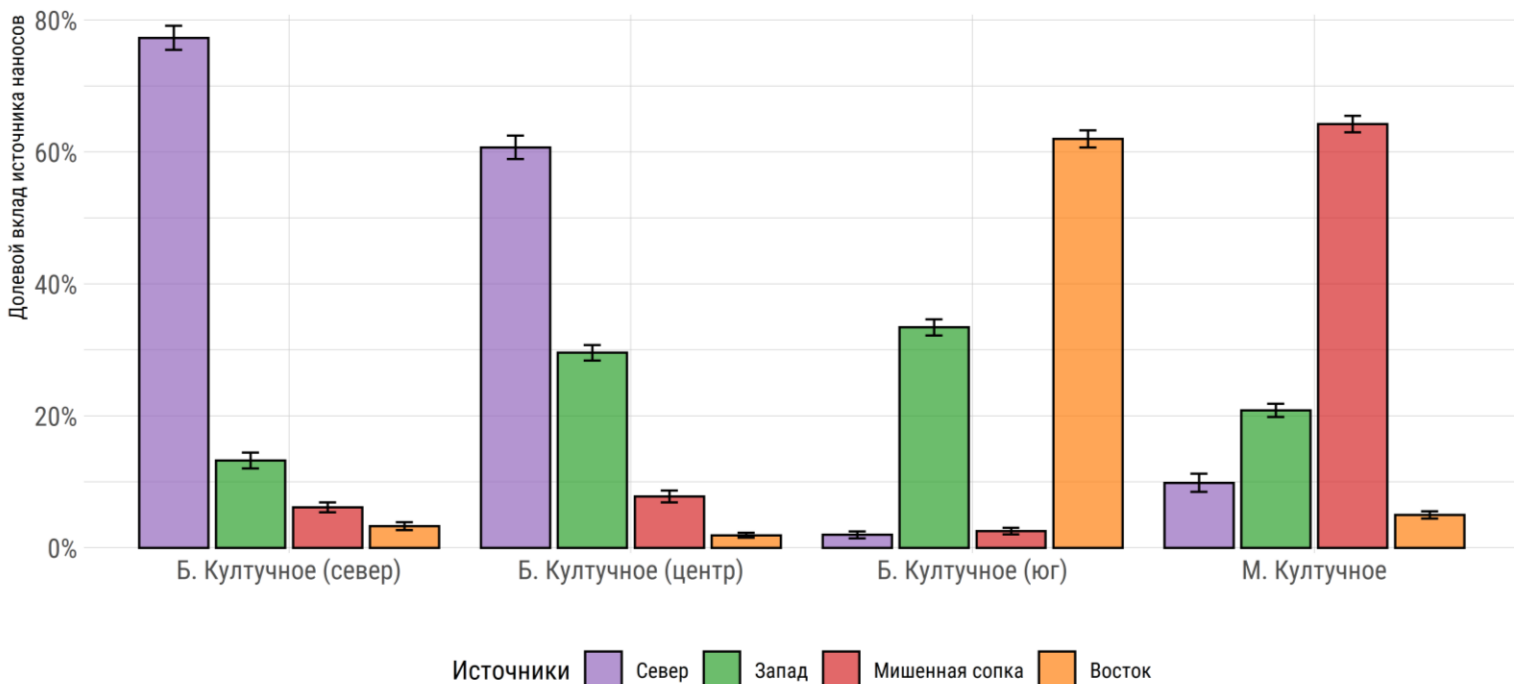
Выделены 3 химических элемента-трассера, по изменению концентрации которых, мы предположили о доли различных источников балансе наносов оз. Култучное:

Медь (Cu)
Свинец (Pb)
Стронций (Sr)

Диаграмма дискриминации целевых образцов (А – донные отложения оз. Малое Култучное; Б – донные отложения оз. Большое Култучное в южной части озера; В – донные отложения оз. Большое Култучное в центральной части озера; Г – донные отложения оз. Большое Култучное в северной части озера) и выбранных трассеров



Оценка источников поступления загрязняющих веществ с притоком



- В Б. Култучное озеро в основном поступают наносы из северных коллекторов и за счет поверхностного смыва с западного берега
- В Малое Култучное — через коллектор на ул. Озерновская

Комплексные гидроэкологические и биомониторинговые исследования с целью обоснования комплекса инженерных, природоохранных и благоустроительных работ в акватории озера Култучное и на прилегающей к нему территории в центре города Петропавловска-Камчатского

2. Биологический МОНИТОРИНГ

Виды полевых работ

- Ихтиологические исследования:
 - визуальные обследования
 - выборочные обловы в июле–сентябре 2019 г. и в мае–сентябре 2020 г. и оценка численности рыб на 5-ти участках акватории
 - опросы местных жителей
- Исследования зоопланктона:
 - 4 пробы зоопланктона по обследованиям 2019 г.
- Исследования макрозообентоса:
 - 7 станций сбора макрозообентоса 2019 г.
 - визуальные обследования акватории озера и прибрежных биотопов в июле–октябре 2019 г. и в мае–сентябре 2020 г.

Методы исследования энтомофауны

Почвенные ловушки



4-10 ловушек в
7 биотопах
стаканы на 0,5 л
с солёной водой
Всего 175
ловушкосуток

Энтомологическое кошение



По 100 взмахов в 7 биотопах

Чашки Мерике



По 4 чашки в 6
биотопах:
2 желтых
тарелки с водой
+ 2 белых
тарелки с пивом

+ Ручной сбор во всех 8 биотопах

Результаты ихтиологических исследований

Нативный состав ихтиофауны (до середины 20-го века) :

- Тихоокеанская сельдь (*Clupea pallasii*);
- Азиатская зубатая корюшка (*Osmerus mordax dentex*);
- Кижуч (*Oncorhynchus kisutch*);
- Мальма северная (*Salvelinus malma*);
- Тихоокеанская навага (*Eleginus gracilis*);
- Звездчатая камбала (*Platichthys stellatus*);
- Колюшка трехиглая (*Gasterosteus aculeatus morpha trachurus*);
- Колюшка девятииглая (*Pungithius pungithius*).



Современный состав ихтиофауны:

- ✓ Трехиглая колюшка (*G. Aculeatus*) морская проходная морфа (*trachurus*);
 - ✓ Девятииглая колюшка (*P. pungitius*) жилая форма;
 - ✓ Серебряный карась (*C. auratus gibelio*) интродуц.;
- Возможны эпизодические заходы:
- ✓ Мальма северная (*S. malma*);
 - ✓ Смолты тихоокеанских лососей (р. *Oncorhynchus*, кижуч, чавыча).

Молодь и смолты лососевых рыб в уловах 2019 и 2020 гг. из Большого и Малого Култучного озер не встречались.

Уточнение сроков хода колюшки (дружный ход с 3 декады мая до 1 декады июля).

Девятииглая колюшка *P.pungitius* постоянно живет в озере.

Результаты инвентаризации сообществ зоопланктона

Всего в пробах зоопланктона было обнаружено 11 видов организмов, из них 3 ветвистоусых ракообразных (Cladocera), 2 веслоногих (Copepoda) и 6 видов коловраток (Rotifera):

- | | |
|---|-----------------------|
| • <i>Bosmina (Bosmina) longirostris</i> (OF Müller, 1785) | сем. Bosminidae |
| • <i>Daphnia (Daphnia) longispina</i> (OF Müller, 1776) | сем. Daphnidae |
| • <i>Simocephalus vetuloides</i> Sars, 1899 | сем. Daphnidae |
| • <i>Cyclops vicinus</i> Uljanin, 1875 | сем. Cyclopidae |
| • <i>Diacyclops</i> sp. (cf. <i>limnobius</i>) | сем. Cyclopidae |
| • <i>Asplanchna girodi</i> Guerne, 1888 | сем. Asplanchnidae |
| • <i>Brachionus calyciflorus</i> Pallas, 1766 | сем. Brachionidae |
| • <i>Filinia longiseta longiseta</i> (Ehrenberg, 1834) | сем. Trochosphaeridae |
| • <i>Keratella quadrata</i> (Müller, 1786) | сем. Brachionidae |
| • <i>Polyarthra longiremis</i> Carlin, 1943 | сем. Synchaetidae |
| • <i>Synchaeta</i> sp. | сем. Synchaetidae |

• 6 видов – в Большом Култучном озере, 9 видов – в Малом Култучном озере.

Заключение о качестве воды по зоопланктону

Показатели экологического состояния оз. Култучного по зоопланктону в 2019 г.

Показатель	Ст. 1	Ст. 2	Ст. 3	Ст. 4
Качественная и количественная характеристики				
Количество семейств (S_f)	4	5	3	8
Количество таксонов (S_t)	4	6	3	11
Численность зоопланктона, (N) тыс. экз./м ³	51,2	62,2	85,4	113,3
Биомасса зоопланктона, (B) г/м ³	0,306	0,375	0,514	0,247
Показатели экологической обстановки				
Индекс Маргалефа ($St - 1$) / $\ln N_{\text{общ}}$	0,28	0,45	0,18	0,86

- Низкий уровень экологического благополучия в северо-восточной части Большого Култучного озера напротив выпусков коллекторов ливневой канализации «Север-1» и «Север-2» (ст. 1), а также в южной части озера недалеко от выпуска коллектора «Юг» (ст. 3), где зоопланктон беден (количество видов снижено в 2 раза, чем в центральной части озера).
- Высокий уровень экологического благополучия по состоянию сообщества зоопланктона в Малом Култучном озере напротив выпуска коллектора ливневой канализации «Запад» (ст. 4).
- Средние показатели благополучия характерны для центральной части Большого Култучного озера (ст. 2).

Результаты инвентаризации сообществ зообентоса

В составе зообентоса 25 видов организмов, из них 15 видов хирономид (Chironomidae), 2 вида поденок (Ephemeroptera), 2 вида моллюсков (Mollusca), 1 вид мокрецов (Ceratopogonidae), 1 вид стрекоз (Odonata), 1 вид олигохет (Oligochaeta), 1 вид пиявок (Hirudinea), 1 вид кишечнорастных (Coelenterata), 1 вид жуков (Coleoptera):

Большое Култучное озеро:

Chironomidae

Chironomus. f.l. *semireductus*
Procladius (H.) *choreus*
Cryptochironomus gr. *defectus*
Procladius (H.) *choreus*
Cricotopus (l.) gr. *sylvestris*
Tanytarsus .gr. *mendax*
Cryptochironomus gr. *defectus*
Cricotopus (l.) gr. *Intersectus*

Ephemeroptera

Baetis *vernus*

Ceratopogonidae

Bezzia (H.) *japonica*

Oligochaeta

Tubifex *tubifex*

Hirudinea

Batracobaella *paludosa*

Coelenterata

Hydra *baicalensis*

Mollusca

Beringiana *beringiana*
Lymnaea *auricularia*

Малое Култучное озеро:

Chironomidae

Paratanytarsus gr. *tenuis*
Chironomus. f.l. *plumosus*
Cricotopus (l.) gr. *sylvestris*
Polypedilum (s .str.) *nubeculosum*
Ablabesmyia *monilis*
Psectrocladius (s.str.) *sordidellus*
Procladius (H.) *choreus*
Acricotopus *lucens*
Corynoneura *arctica*

Ephemeroptera

Caenis *horaria*

Ceratopogonidae

Bezzia (H.) *japonica*

Odonata

Enallagma *cyathigerum*

Coleoptera

Sp. indeterminate

Oligochaeta

Tubifex *tubifex*

Hirudinea

Batracobaella *paludosa*

Coelenterata

Hydra *baicalensis*

Mollusca

Lymnaea *auricularia*

• 15 видов в Большом Култучном озере, 17 видов – в Малом Култучном озере.

• Крайне высокое таксономическое разнообразие в разных частях озер

Заключение о качестве воды по макрозообентосу

Показатели экологического состояния оз. Култучного по макрозообентосу в 2019 г.

Показатель	Ст. 1	Ст. 2	Ст. 3	Ст. 4	Ст. 5	Ст. 6	Ст. 7
<i>Качественная и количественная характеристики</i>							
Количество семейств (S_f)	0	1	1	2	3	6	2
Количество таксонов (S_t)	0	1	1	2	6	9	4
Численность бентоса, (N) экз./м ²	0	952	238	66176	26424	114064	19968
Биомасса бентоса, (B) г/м ²	0	0,185	0,143	39,6	85,43	87,981	18,6
<i>Показатели экологической обстановки</i>							
Количество видов ЕРТ ($S_{ЕРТ}$)	0	0	0	0	0	0	0
Индекс ЕРТ ($N_{ЕРТ}/N_{общ.}$)	-	0	0	0	0	0	0
Индекс Гуднайта-Уитлея ($N_{олиг.}/N_{общ.}$)	-	1	1	0,999	0,963	0,883	0,865
Индекс Маргалефа ($St - 1$) / $\ln N_{общ.}$	-	0,00	0,00	0,09	0,49	0,69	0,30

- Наиболее высокое экологическое благополучие в пределах литоральной зоны на входе в протоку напротив этнодеревни (ст. 5, глубина 0,4 м) и на мелководье у северной части дамбы со стороны Большого Култучного озера (ст. 6, глубина 0,3-0,4 м).
- Средние показатели характерны для Малого Култучного озера.
- Наихудшее экологическое состояние обнаружено в северо-восточной части Большого Култучного озера напротив выпусков сточных вод

Результаты инвентаризации энтомофауны

Всего обнаружены насекомые из 9 отрядов, не менее 94 семейств и 166 разных видов, из них 79 достоверно определено до видового уровня.



Махаон (Красная книга Камчатского края)



Семейство стеклянницы



Пилильщик *Trichiosoma villosum*

Водная и прибрежно-водная флора

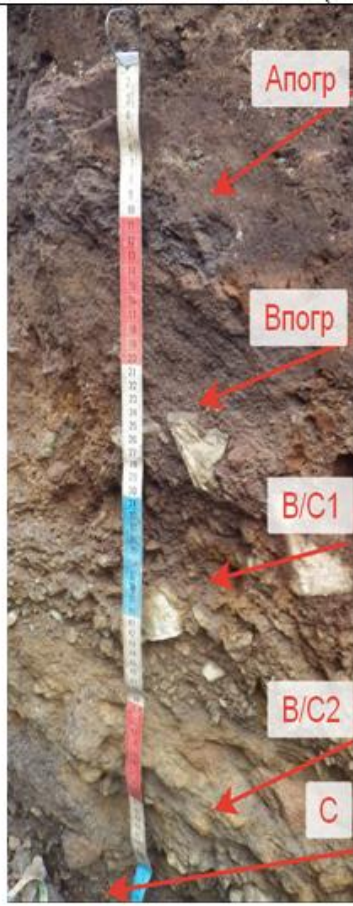
- Флора озера Култучного и его берегов представлена 132 видами;
- Высшая водная растительность и водоросли представлены 7 видами, 3 из которых произрастают в акватории Большого Култучного озера, 4 – в акватории Малого;
- Аннотированный список растений приведен в книге 2 отчета.



Исследования почвенно-растительного покрова

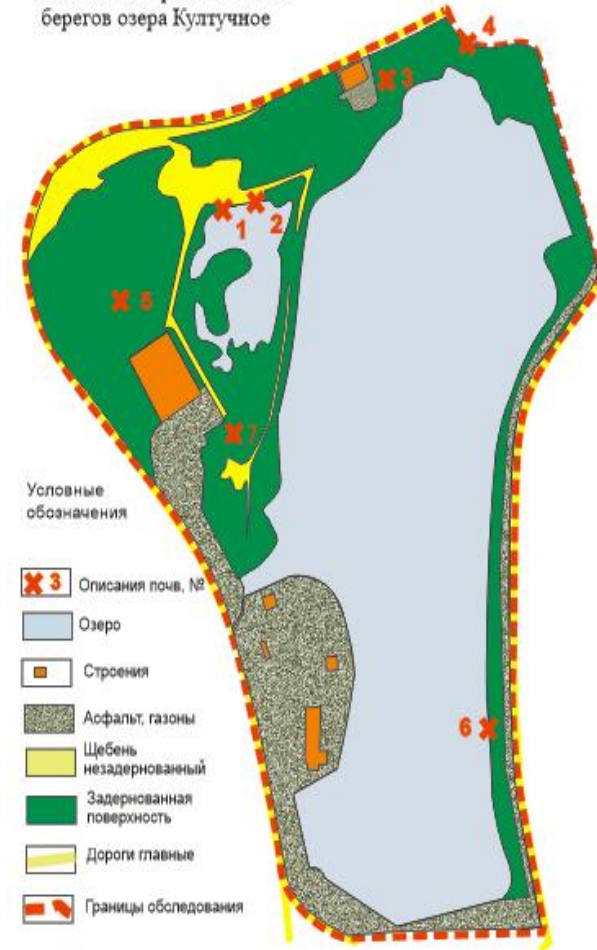
Комплексные гидроэкологические и биомониторинговые исследования с целью обоснования комплекса инженерных, природоохранных и благоустроительных работ в акватории озера Култучное и на прилегающей к нему территории в центре города Петропавловска-Камчатского

Горизонты		Описание разреза (механический состав, окраска, влажность, структура, слоение, включения, новообразования, характер смены горизонтов, распространение корней, степень разложения торфа и пр.)
Знак	Мощность в см	
Слой 1	0-215 см	Насынный грунт, свежий, коричнево-светло-серый, переслойные супеси с включением щебня до 5%, крупнозернистого морского темно-серого песка, пережжённого котельного угольного шлака, уплотненный, пятнами прокрашен ржавыми тонами, переход заметный, волнистый, по поверхности исходной почвы.
А погр.	215- 232 17см	Супесь иловатая, влажный, темно-бурый, почти чёрный, местами прокрашен ржавым, плотный, спрессованный, тонкопористый, слоистый, включения редких крупнопесчаных пелловых частиц, редкие остатки перегнивших корней, вниз постепенно осветляется, переход постепенный.
Впогр.	232-245 13см	Желто-бурый, тускло-охристый, сырой, уплотненный, иловато-супесчаный с включением камней до 30-40% объёма, переход резкий, граница неровная, извилистая.
В/С1 погр	245-269 24см	Сырой, светло-палевый, супесь с камнями, уплотнен, слоистый, камни грубо окатаны, переход заметный
В/С2 погр	269 - 300 31см	Сырой, палевый, слоистый, супесь, легкий суглинок, пятнами прокрашен ржавыми тонами, уплотнен, переход постепенный
Спогр.	300 – 330 см и глубже	Мокрый, водонасыщен, серо-палевый, супесь-легкий суглинок, уплотнен, с 300-305 см – вода



СХЕМА

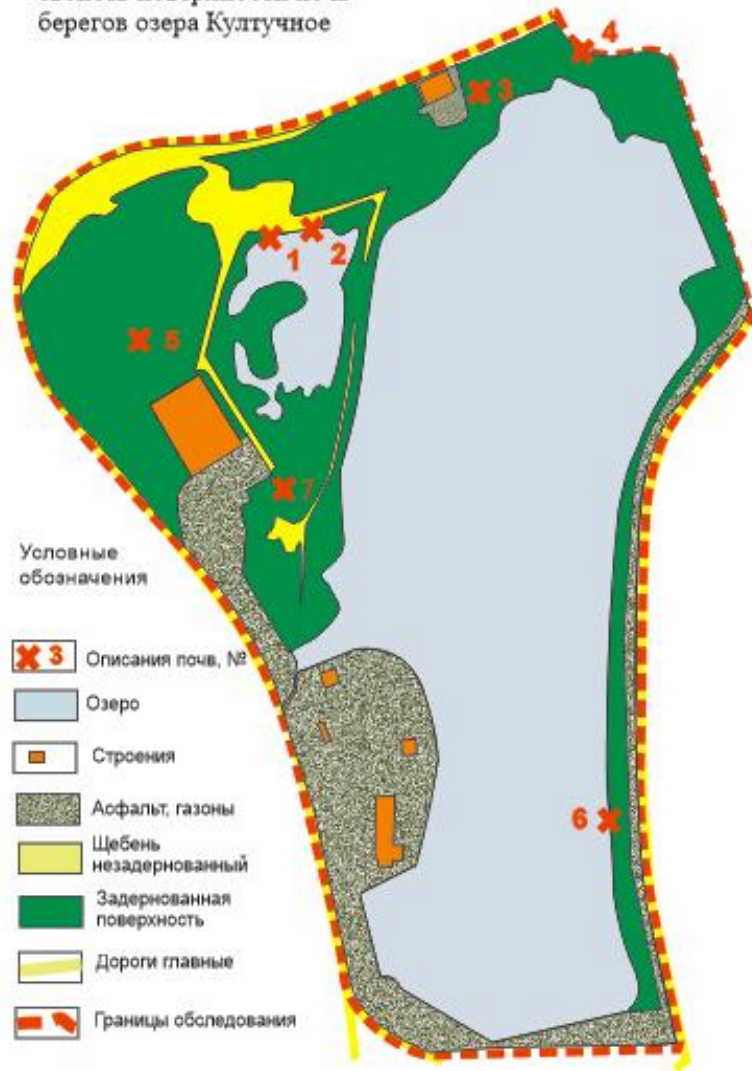
свойств поверхности почв берегов озера Култучное



Результаты исследований почв

СХЕМА

свойств поверхности почв
берегов озера Култучное



- Между основными автодорогами-улицами города на берегах озера *естественных почв, образованных без воздействия человека, не обнаружено*. Вся территория покрыта насыпным грунтом, в основном супесчано-щебнистого состава различной мощности.
- Наиболее «молодыми» являются территории, характеризующиеся точками наблюдений 1, 2, 5, 7. Наиболее близок к формированию новой почвы участок в окрестностях точки 3. Нижние горизонты насыпного грунта, соприкасающиеся с уровнем грунтовых вод (озера), сильно оглеены (точка 2) и имеют сильный сероводородный запах
- Часть территории не имеет сомкнутого травяного покрытия и не может быть отнесена к почвам. Эти территории выделены на схеме в отдельный контур («щебень незадернованный»).

Комплексные гидроэкологические и биомониторинговые исследования с целью обоснования комплекса инженерных, природоохранных и благоустроительных работ в акватории озера Култучное и на прилегающей к нему территории в центре города Петропавловска-Камчатского

3. Результаты оценки текущего экологического состояния озерной экосистемы, рекомендации по выбору возможного технологического решения

Основные предпосылки для выбора стратегии восстановления (улучшения) экосистемы озера

- Высокий уровень загрязненности Большого и Малого озера по качеству воды - третья категория качества. **Определяющую роль** в режиме загрязнения озера играет приток из коллекторной сети, **имеющий эпизодический характер**.
- Относительно хорошее гидроэкологическое состояние озера (хорошая проточность; дефицит кислорода - только в наиболее глубоководных участках; избыточное развитие погруженных и плавающих макрофитов)
- Сформировавшаяся экосистема Малого озера самодостаточна и требует лишь периодической мелиорации для очистки от избыточной водной растительности, сухого древостоя, антропогенного мусора и возможно единовременного дноуглубления.
- Вариант с демонтажем дамбы представляется малоперспективным.

Любые меры по рекультивации бессмысленны при постоянном загрязнении водной экосистемы

Обзор наилучших мировых практик улучшения экологического состояния водоемов в городской черте

Основные направления реабилитации водных экосистем:

1. Инактивация фосфорных соединений в донных отложениях озер

- Улучшение проточности водоема и аэрации придонного слоя воды
- Удаление донных отложений (полное удаление производить нецелесообразно, поскольку ДО – часть экосистемы и звено круговорота веществ, местообитание гидробионтов и кормовая база)

2. Использование Биопрепаратов

3. Предотвращение попадания новых загрязнений

- Отведение сточных вод от водоема
- Создание берегозащитных полос для задержания диффузного загрязнения
- Создание гидрботанических площадок для активизации самоочищения воды

Обзор наилучших мировых практик улучшения

экологического состояния водоемов в городской черте

Влияние аэрации на качество воды

- улучшается циркуляция воды, вследствие чего увеличивается содержание кислорода в воде;
- предотвращается стратификация воды - образование слоев воды с разной плотностью и температурой;
- ускоряются процессы окисления в водоеме, в т.ч. разложение ила;
- удаляются из воды аммиак, нитриты и нитраты, H_2S , CO_2 и CH_4 , уменьшается содержание фосфорных соединений;
- устраняется неприятный запах.

Влияние аэрации на водоросли:

- водоросли оттесняются к берегам
- уменьшается количество плавающей грязи;
- снижается интенсивность зарастания.

Влияние аэрации на здоровье рыб:

- улучшается обмен веществ, интенсивность питания и рост рыб;
- сокращается гибель рыб;
- снижается стресс
- повышается плотность размещения особей на единицу объема воды.

Использование Биопрепаратов - Биопрепараты на основе живых бактерий устанавливают экологический баланс биогенных (питательных) веществ в пруду.

(Однократное внесение бесполезно)

Обоснование применения фито-очистных сооружений (ФОС) или гидрботанических площадок

Перечисленные мероприятия – необходимые меры для поддержания рекреационной привлекательности водоемов.

! Недостаточны при наличии постоянных источников загрязнения.

СПРАВКА - ОПЫТ ГУП МОСВОДОСТОК (г. Москва)

на балансе ГУП «Мосводосток» находится 199 прудов общей площадью 677,5 га.

- При эксплуатации проточных водоемов на подводящих водотоках предусматривается **устройство очистных сооружений.**
- **Очистка водоемов от мусора** производится периодически, по мере его накопления, и выполняется вручную.
- При реконструкции водоемов для берегоукрепления используются габионные (вертикальные или откосные) конструкции, листовничные ряжевые крепления, армогрунтовые решения. При наличии мест гнездования водоплавающих птиц непременно используются **откосные конструкции.**

Обоснование применения фито-очистных сооружений (ФОС) или гидробиотанических площадок

- Эффективно работают круглый год в районах с умеренным и суровым климатом.
- Не имеют запаха, могут располагаться вплотную к застройке.
- Энергозатраты в несколько раз меньше, чем классические очистные сооружения.
- Низкие эксплуатационные затраты и затраты на техническое обслуживание.
- Биогеохимическая совместимость с природными ландшафтами, эстетическая привлекательность.
- Высокая надежность сооружений в течение длительного времени.
- Удаление загрязняющих веществ до нормативных требований.
- Отсутствие необходимости применения реагентов для очистки воды.
- Отсутствие необходимости применения высококвалифицированного персонала.

Обоснование применения фито-очистных сооружений (ФОС) или гидробиотических площадок

Примеры масштабов ФОС (от частного дома до промышленных масштабов)



Система очистки сточных вод сельской общины Ликснау в Ирландии. Фото с сайта <https://smartwatermagazine.com>



Расчет параметров ГБП

На основе комплекса нормативно-технических документов и санитарно-эпидемиологических заключений:

- ТУ 4859-001-48962642-2002
- Методика расчета ГБП при осуществлении очистки ливневых сточных вод с поверхности автодорог и мостовых переходов. ЗАО «Экотранс-Дорсервис»
- Санитарно-эпидемиологическое заключение ЦГСЭН в г. СПб № 78.01.03.485.П.003003.06.04
- СанПиН 2.1.5.980-00

Параметры рассчитываются из условий обеспечения средних скоростей течения в прудах ГБП не более 0,01 м/с.

Глубина пруда в приемной секции принимается с учетом осадения в ней большей части поступающих взвешенных веществ, а глубина в секции пруда с высшей водной растительностью принимается не более 0,7-1,0 м при уровне мертвого объема

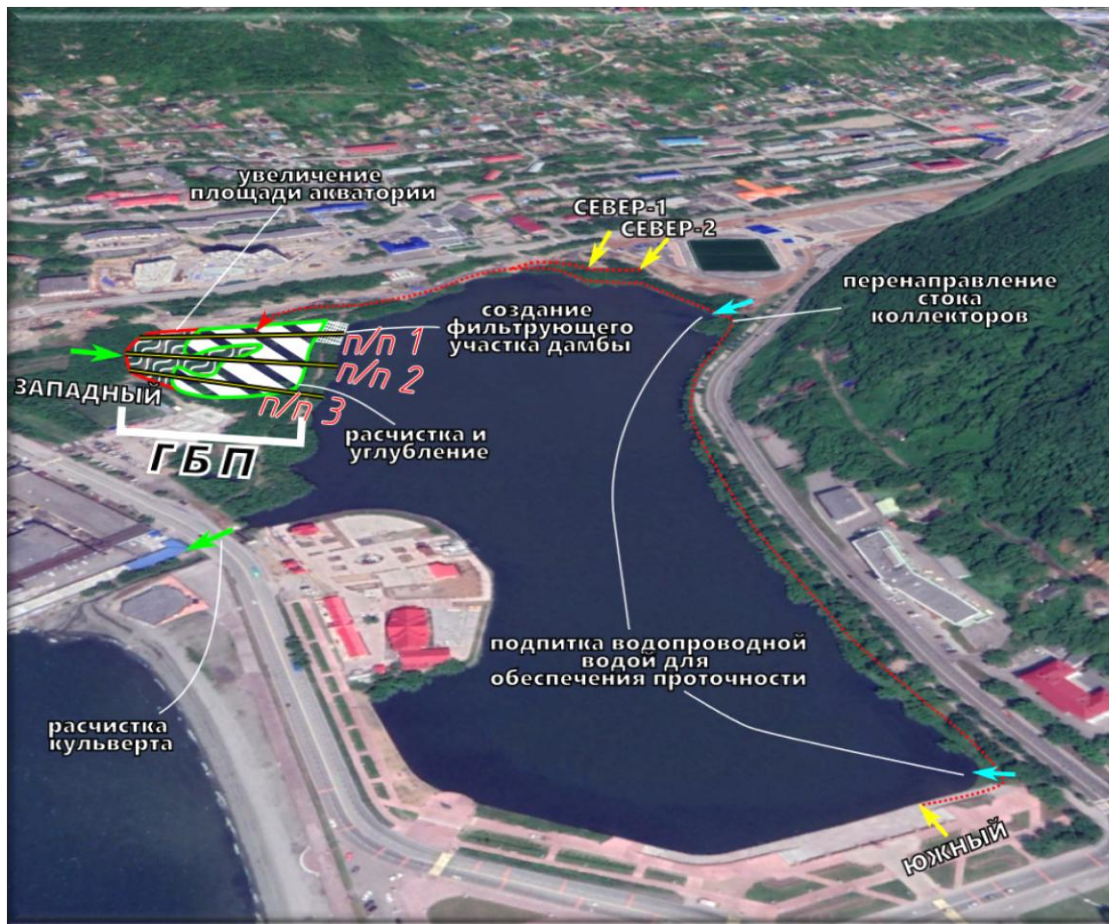
Сценарные варианты рекомендуемых инженерных, природоохранных и благоустроительных работ в акватории оз. Култучное и его приозерной территории

Сценарий	Характеристика	Полезный объем пруда ГБП, м ³	Площадь, отводимая под ГБП, м ²	Преимущества	Недостатки
1	Перенаправление всего коллекторно-дренажного стока в Малое озеро, создание в нем ГБП	17152	27250	Сточные воды не будут попадать в Большое озеро, оно будет подпитываться очищенным на ГБП стоком	Потребуется как углубление акватории существующего Малого озера, так и увеличение его площади почти вдвое на 10262 м ² .
2	Создание ГБП в каждом озере с выведением на ГБП стока Южного коллектора	Малое – 1674 Большое – 15478	Малое – 2391 Большое – 22111	Сокращение работ по перенаправлению КДВ	Строительство и обслуживание двух ГБП
3	Перенаправление всего коллекторно-дренажного стока в Большое озеро, создание в его северной части ГБП	17152	27250	Непоступление сточных вод в Малое озеро. Усиление проточности Большого озера, что благоприятно для его гидроэкологического режима	Работы по благоустройству Малого озера все равно необходимы для его улучшения и биопродукционного и рекреационного потенциала

Сценарий 1 реализации комплекса инженерных мероприятий по улучшению состояния экосистемы оз. Култучное: создание ГБП в пределах акватории Малого Озера

Комплексные гидроэкологические и биомониторинговые исследования с целью обоснования комплекса инженерных, природоохранных и благоустроительных работ в акватории озера Култучное и на прилегающей к нему территории в центре города Петропавловска-Камчатского

в пределах акватории Малого Озера

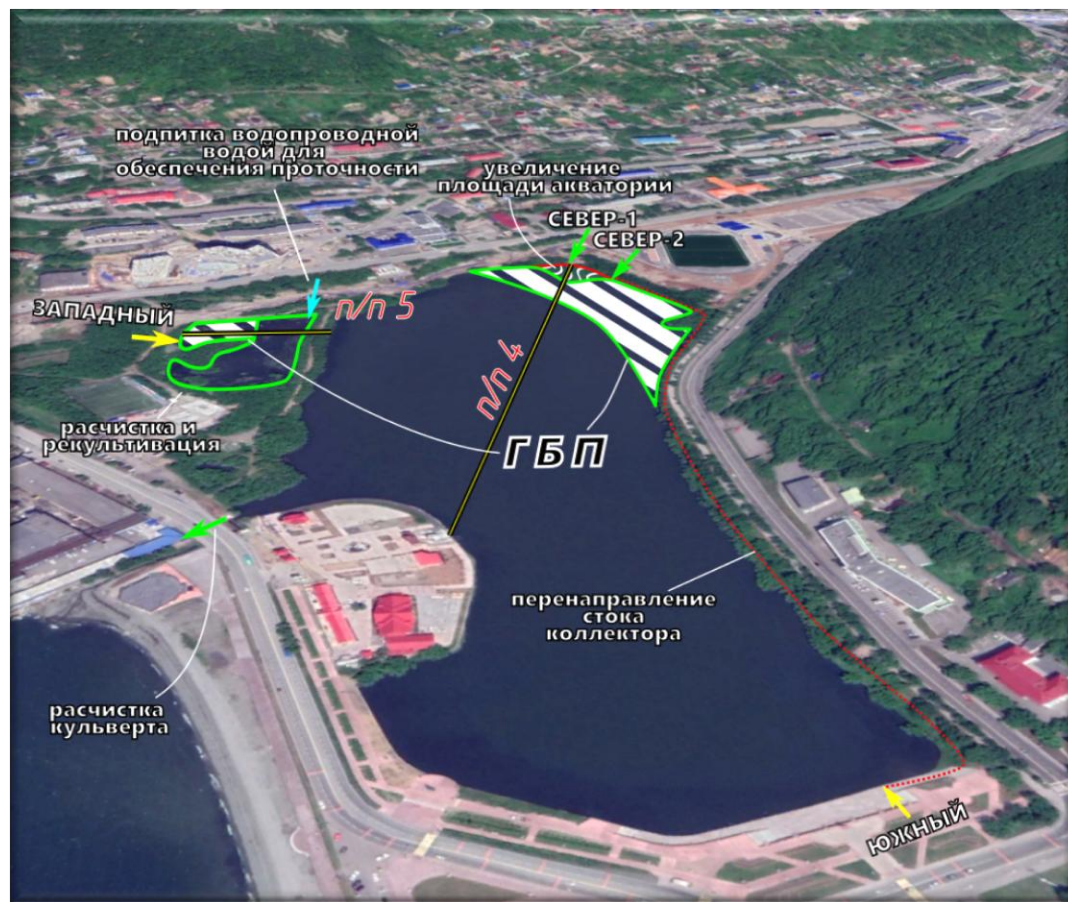


(Стрелками обозначены положения выходов дренажной сети: зеленые – сохранение современных водовыпусков, желтые – ликвидация современных водовыпусков, красным пунктиров показаны пути перенаправления стока)

Сценарий 2 реализации комплекса инженерных мероприятий по улучшению состояния экосистемы оз. Култучное: создание ГБП в пределах акватории Малого и Большого Озер

в пределах акватории Малого и Большого Озер

Комплексные гидроэкологические и биомониторинговые исследования с целью обоснования комплекса инженерных, природоохранных и благоустроительных работ в акватории озера Култучное и на прилегающей к нему территории в центре города Петропавловска-Камчатского



(Стрелками обозначены положения выходов дренажной сети: зеленые – сохранение современных водовыпусков, желтые – ликвидация современных водовыпусков, красным пунктиров показаны пути перенаправления стока)

Дополнительные мероприятия

- Реконструирование и улучшение коллекторно-дренажной сети;
- Поведение реконструкции кульверта на ул. Озерновская коса;
- Проведение расчистки дна Култучного озера при сохранении донных отложений;
- Расчистка берегов Култучного озера от бытового мусора;
- Восстановление русла рек ниже выходов коллекторно-дренажной сети;
- Предусмотрение возможность подпитки озер чистой водой из водопровода;
- Эколого-просветительские мероприятия.



Прогнозная оценка гидролого-экологических последствий развития озерной экосистемы Култучного озера

- изменения уровня и водного режима

При реализации сценария 1 увеличатся потери воды на испарение на 5220 м³, приток КДВ и осадки на зеркало будут составлять 2,53 и 0,033 млн м³. Неиспарившаяся очищенная вода будет поступать в объеме 2,56 млн м³.

Итог: принципиальных изменений водного баланса в Большом озере не произойдет, оно останется проточным с тем же коэффициентом водообмена.

При реализации сценария 2 дополнительные потери на испарение составят 164 и 2010 м³, соответственно.

Итог: данные потери необходимо компенсировать подпиткой очищенной водопроводной водой.

При реализации сценария 3 увеличение потерь 2010 м³, приток в Большое озеро возрастет с 2,28 до 2,53 млн м³, увеличение проточности БК – коэффициент водообмена возрастет с 4,4 до 4,9

Итог: потери необходимо компенсировать подпиткой очищенной водопроводной водой.

Прогнозная оценка гидролого-экологических последствий развития озерной экосистемы Култучного озера

- изменения гидрохимического режима

- Улучшение качества воды по исследованным показателям.
- Сокращение нагрузки водоемов биогенными веществами.
- Улучшение кислородного режима на глубоководных участках.
- Сокращение поступление фосфора, марганца, железа и метана из донных отложений.
- Сокращение внутренней и внешней фосфорной нагрузки.
- Предотвращение избыточного зарастания озер.

- изменения седиментационного режима озера

- Влияние седиментационного режима и заиления на функционированием ГБТ.
- Возрастание аккумуляции наносов и активизирование глубинной и боковой эрозии при строительных работах.

Прогнозная оценка гидролого-экологических последствий развития озерной экосистемы Култучного озера

- изменения термического режима озера

- Не ожидается существенной трансформации термического режима.
- Основные изменения термического режима определяются климатическими изменениями в регионе.

- изменения радиологической обстановки

- Радиологическая обстановка на участке не изменится.
- Техногенных радиоактивных загрязнений не произойдет.

Комплексные гидроэкологические и биомониторинговые исследования с целью обоснования комплекса инженерных, природоохранных и благоустроительных работ в акватории озера Култучное и на прилегающей к нему территории в центре города Петропавловска-Камчатского

Апробация результатов работы



ИСТИНА

Интеллектуальная Система Тематического Исследования НАукометрических данных
[Главная](#) [Моя страница](#) [Добавить работу](#) [Поиск](#) [Статистика](#) [О проекте](#) [Помощь](#)

ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОЗЕРА КУЛТУЧНОГО (Г. ПЕТРОПАВЛОВСК-КАМЧАТСКИЙ): ИСТОРИЯ, СОВРЕМЕННОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ доклад на конференции

Авторы: Гречушникова М.Г., Чалов С.Р., Улатов А.В., Школьный Д.И., Цыпленков А.С., Морейдо В.М.

Всероссийская Конференция : IV Всероссийская конференция «Гидрометеорология и экология: достижения и перспективы развития» имени Л.Н. Карлина

Даты проведения конференции: 16-17 декабря 2020

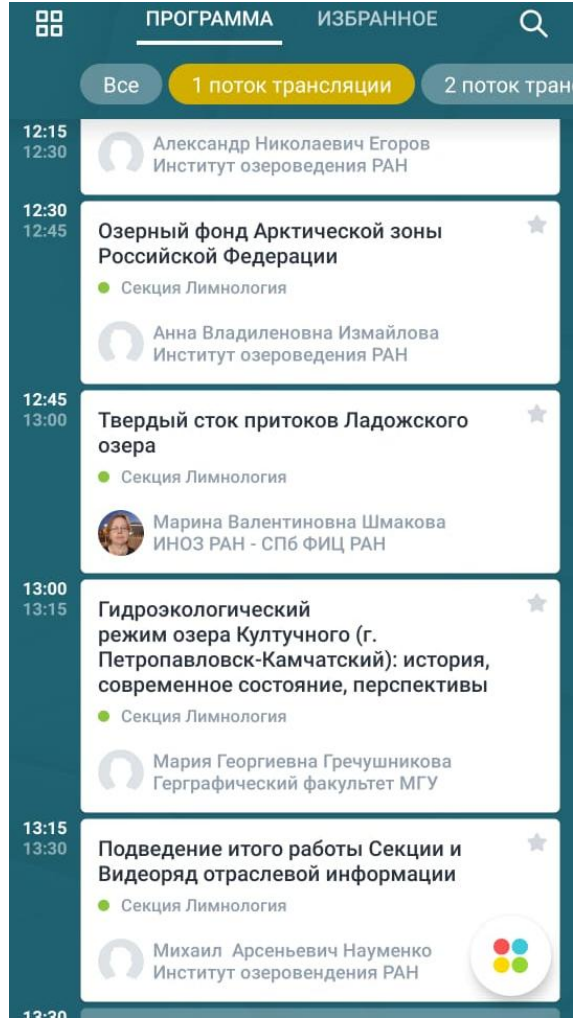
Дата доклада: 16 декабря 2020

Тип доклада: Устный

Докладчик: не указан

Место проведения: Санкт-Петербург, Россия, Россия

Аннотация доклада:
 В статье приведены результаты исследований изменения гидроэкологического состояния озера Култучного, являющегося



Перспективы развития результатов работы

1. Создание постоянно действующей мониторинговой станции гидрохимического мониторинга на оз. Култучное
2. Мониторинг реализации мероприятий по восстановлению экосистемы озера, в том числе на основе созданной модели тепло-массообмена (ТМО) оз. Култучное
3. Дальнейшее обсуждение результатов работы в научном сообществе – публикации, выступления



4. Продолжение видовой инвентаризации энтомофауны:
Личинки жуков - Макаров Кирилл Владимирович Профессор Кафедры зоологии Московского педагогического государственного университета, доктор биол. наук.
Жуки-стафилины (семейство Staphylinidae) - Гусаров В.И., ведущий научный сотрудник Университета Осло.
Стеклянница - Горбунов Олег Григорьевич доктор биологических наук Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, ведущий научный сотрудник.
короткоусые двукрылые - Вихрев Н.Е., сотрудник Зоологического музея МГУ им. М.В. Ломоносова к. б. н.

Коллектив исполнителей выражает благодарность

- Сотрудникам Министерства Природных ресурсов и экологии Камчатского края за содействие в выполнении проекта
- Погореловой Д.П., Казанскому Ф.В., Болдыреву А.А., Улатову А.В., Леману В.Н., Горину С.Л. за консультации на разных этапах выполнения работы
- Куриновой Т.Г. за обсуждение и предоставление архивных материалов
- Членам рабочей группы за конструктивный диалог

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

С.Р. Чалов

Географический факультет МГУ
srchalov@geogr.msu.ru

http://www.geogr.msu.ru/cafedra/gydro/personal/chalovsr_new.php