



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГУМАНИТАРНО-  
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
(ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ»)

ЕСТЕСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА ГЕОГРАФИИ И МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ ГЕОГРАФИИ

СОВРЕМЕННОЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОЗЕРА  
БОЛЬШАЯ АКУЛЯ

Выпускная квалификационная работа  
по направлению 44.03.05 – «Педагогическое образование»  
Направленность (профиль) программы бакалавриата  
«Экономика. География»

Проверка на объем заимствований:

90,21 % авторского текста

Работа РЕКОМЕНДОВАНА к защите  
рекомендована/не рекомендована

« 04 » 06 2019 г.

зав. кафедрой географии и МОР  
(название кафедры)

[подпись] / Малаев А.В.

Выполнила:

студентка группы ОФ - 501/069-5-1

[подпись] / Обухова  
Александра Георгиевна

Научный руководитель: кандидат  
географических наук, доцент

[подпись] / Захаров Сергей  
Геннадьевич

Челябинск

2019

№ 25, 2019г

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
ГЛАВА 1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА.....	5
1.1 Географическое положение, геология и рельеф .....	5
1.2 Климат, внутренние воды, почвенно-растительный покров .....	7
Выводы по первой главе .....	11
ГЛАВА 2. СОВРЕМЕННОЕ ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И ОХРАНА ОЗЕРА .....	12
2.1 Методика и материалы исследования .....	12
2.2 Морфометрические и гидрологические параметры, гидрохимия	13
2.3 Рекреационная нагрузка на водоем и его охрана.....	22
Выводы по второй главе .....	29
ГЛАВА 3. ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛУЧЕННОГО МАТЕРИАЛА В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ГЕОГРАФИИ .....	31
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	42
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	44
ПРИЛОЖЕНИЯ .....	47

## ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. В Челябинской области, в 6 км от города Кыштым располагается озеро Большая Акуля. На первый взгляд, озеро обладает чистой прозрачной водой, вокругую водоем огибают леса, создавая красивый вид. На озере стихийно развивается рекреационная деятельность (пляжно-купальный отдых, любительское рыболовство). Рекреационная зона не обустроена, пляж дикий. Но территория отлично подходит для пляжного отдыха.

Озеро малоизучено, известные нам исследования были проведены в 1940-х – 1970-х гг. Степень изменения озерных ресурсов под воздействием рекреационной нагрузки не изучена. На западном участке водосбора вблизи побережья находятся хвостохранилища и отвалы месторождения графита Тайгинского ГОКа.

Нами было проведено исследование современного гидроэкологического состояния водоема, качества воды с целью выработки рекомендаций по рациональному природопользованию и охране озера Б. Акуля.

Цель работы: определить гидроэкологическое состояние озера Большая Акуля и предложить мероприятия по его использованию и охране.

Задачи:

1. изучить и проанализировать доступные источники информации по теме исследования;
2. провести полевые натурные наблюдения на акватории и побережье озера: морфометрические исследования, гидрофизические исследования, гидрохимические исследования, оценить экологическое состояние водоема;
3. оценить рекреационный потенциал озера и рекреационную нагрузку на побережье и акваторию, оценить современное

гидроэкологическое состояние водоема и наметить пути его рационального природопользования;

4. применить результаты исследования в школьном курсе географии 8-9 класса.

Объект исследования: озеро Большая Акуля.

Предмет исследования: гидроэкологическое состояние озера Большая Акуля.

Научная новизна. По результатам исследований получена новая информация – уточнены морфометрические параметры, впервые определено гидроэкологическое состояние озера Б. Акуля.

Практическая значимость. Материалы исследования могут быть использованы администрацией Кыштымского городского округа, водопользователями озера Б. Акуля для долгосрочного использования и сохранения озерных ресурсов, организации рекреационной зоны. Также материалы исследования планируется использовать **в учебном процессе для программ 8 и 9 классов на примере озера Б. Акуля. В 8 классе – озеро как геосистема; в 9 классе – как хозяйственное использование озерных ресурсов.**

Апробация. Результаты работы докладывались на ежегодных ассамблеях студенческой науки ЮУрГГПУ 2017-2018 гг., на международной конференции в г. Омск (2018 г.). На производственно-педагогической практике был проведен урок (для 8 класса), включающий материалы исследования. Данные материалы были внедрены в рабочую программу по географии МАОУ «Лицей №35» (филиал) г. Челябинска. По результатам исследования имеются 3 публикации в изданиях РИНЦ.

## ГЛАВА I. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА

### 1.1. Географическое положение, геология и рельеф

Географическое положение.

Озеро Большая Акуля расположено в пределах контакта геолого-геоморфологических структур Южного и Среднего Урала, в зоне предгорного прогиба восточного макросклона Южного Урала (Гранины горы), в озерно-лесной подзоне сосново-лиственничных лесов. Типичные ландшафты водосбора – южная светлохвойная тайга провинции восточных предгорий.

В административных границах озеро находится в Челябинской области, в Кыштымском городском округе, в 6-7 км южнее города Кыштым.

Местоположение озера можно определить по его координатам. Координаты центральной зоны озера: 55°37'36.45" с.ш., 60°34'21.88" в.д.

Водоем соединен каналами на севере с озером Малая Акуля, на востоке – с озером Акакуль (рис. 1).

Геология и рельеф.

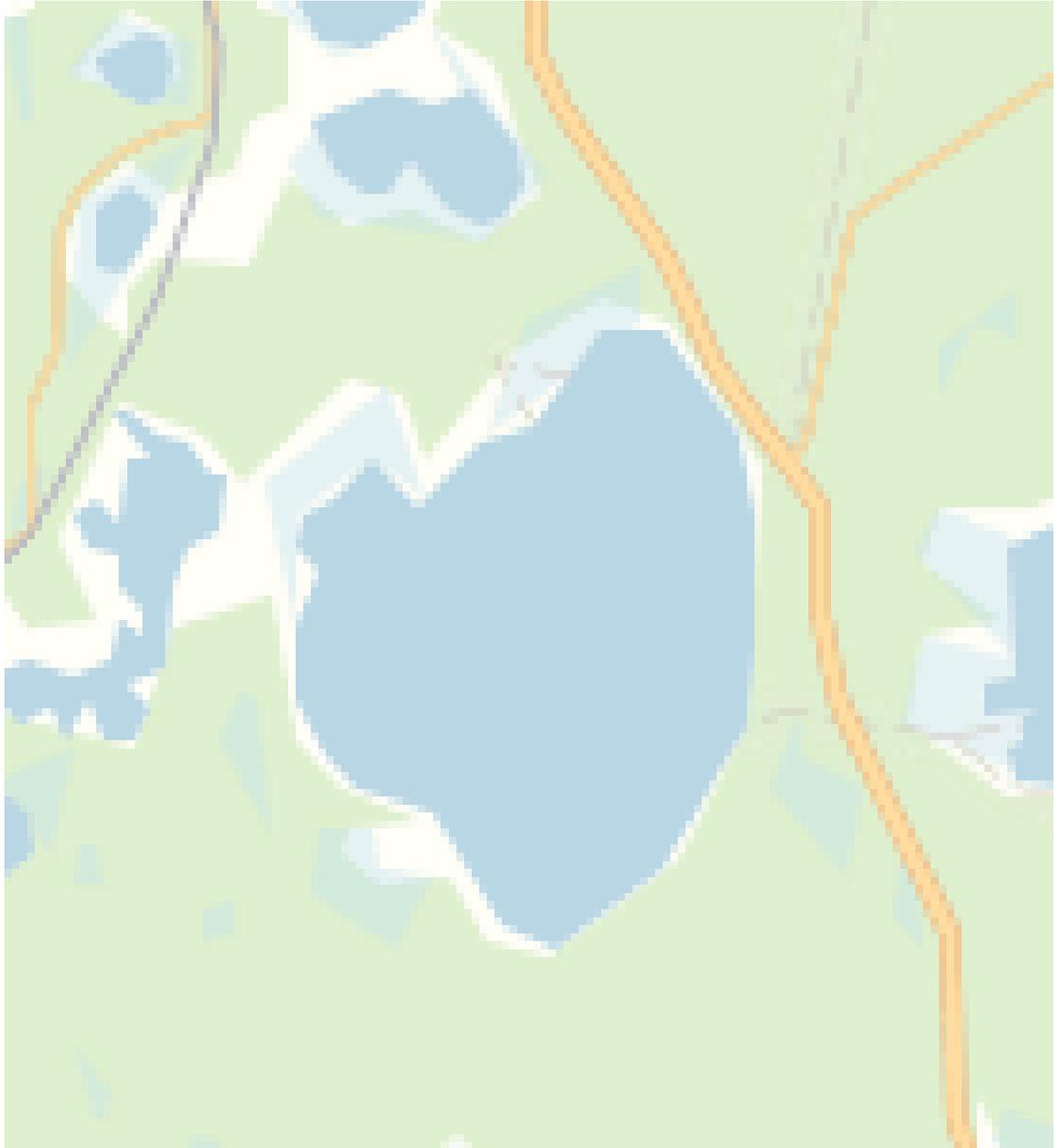
Территория озера Большая Акуля размещается на Уральской горной стране, в горно-лесной зоне, в провинции восточных предгорий, в озерно-лесной подзоне сосново-лиственных пород.

Восточные предгорья Уральских гор сложены комплексом пород от протерозойских гнейсов до известняков карбона, собранных в сложные складки и разорванных тектоническими нарушениями и интрузиями. В восточной части провинции проходит полоса тектонических депрессий, занятых озерами.

Район водоема располагается в зоне Восточно-Уральского поднятия, Сысертско-Ильменогорского мегантиклинория, на Кыштымском микроконтиненте. На территории залегают в основном метаморфические горные породы протерозойской группы. Преобладают малорастворимые:

песчаники, кварциты, глинистые сланцы, филлиты, гранитогнейсы, а также легкорастворимые породы: известняки, доломиты, конгломераты.

Наиболее высокие участки района приурочены к выходам гранитогнейсов, кристаллических сланцев – горных пород, устойчивых к выветриванию и разрушению.



Рельеф на востоке равнинно-увалистый с отдельными горными поднятиями на мезозойской поверхности выравнивания.

Большая Акуля располагается в полосе тектонических депрессий. Высота над уровнем моря – 248 м. Озеро имеет эрозионно-тектоническое происхождение. Котловина образовалась в результате новейших глыбовых

движений, совпадающих в основном с более древними тектоническими линиями. Дно ровное, ассиметричное. Западный и северный берега приглубые, восточный берег медленно и плавно уходит под воду. На побережье озера четко выражены береговые валы.

## 1.2. Климат, внутренние воды, почвенно-растительный покров

Климат.

Большое влияние на климат оказывает высота местности озера Большая Акуля, его положение на склонах Уральских гор.

Зима в районе озера продолжительная, умеренно-холодная. Средняя температура января составляет  $-16^{\circ}\text{C}$ . Лето сравнительно прохладное и непродолжительное. Средняя температура июля не превышает  $17^{\circ}\text{C}$ , абсолютный максимум в этой зоне достигает  $36^{\circ}\text{C}$ . Общая продолжительность безморозного периода около 100 дней. Период со среднесуточной температурой выше  $10^{\circ}\text{C}$  длится с 14-19 мая по 6-10 сентября.

Заморозки в воздухе прекращаются в конце третьей декады мая – начале июня, а на поверхности почвы 1-9 июня с отклонением в отдельные годы до 8 июля. Осенние заморозки начинаются в среднем с 6 по 13 сентября.

Данная территория с достаточным увлажнением, годовое количество осадков – 500-700 мм, причем до 70% годовой суммы выпадает в теплый период. В распределении осадков на территории большую роль играет экспозиция склонов, разнообразие форм рельефа, абсолютная высота. Снежный покров устанавливается 1-17 ноября, а сходит 14-26 апреля. Продолжительность периода со снежным покровом 164-170 дней.

Внутренние воды.

Подземные воды восточной провинции приурочены к трещинным зонам, а также к коре выветривания. Восточно-предгорная провинция

характеризуется высокой озерностью и распространением глубоких тектонических озер. Озерность территории наибольшая по области и достигает 14%. Межозерные пространства заболочены.

На севере от Большой Акули располагается озеро Малая Акуля, которое во много раз меньше по площади первого. С ним своим северным берегом Большая Акуля соединяется протоками (рис. 1). Еще северо-западнее Малая Акуля по протокам соединяется с озером Анбаш, которое так же меньше Большой Акули, но превосходит по площади озеро Малую Акулю.

Через восточный берег по протокам озеро соединяется с еще одним на юго-востоке – Акакуль, которое на 4 км<sup>2</sup> больше Большой Акули по площади.

Почвенный покров.

В горно-лесной зоне в связи с большой расчлененностью рельефа и разнообразием климатических условий наблюдается довольно пестрый по составу почвенный покров. В зависимости от высокой облесенности территории, повышенного количества атмосферных осадков здесь преобладают типы почв, связанные с процессом оподзоливания.

На склонах хребтов распространены щебенчатые дресвяные оподзоленные суглинистые и супесчаные типы почв, составляющие основной почвенный слой зоны. Под смешанными и лиственными лесами располагаются темно-серые лесные оподзоленные, серые лесные оподзоленные, светло-серые лесные оподзоленные почвы.

Серые лесные почвы имеют кислую реакцию в верхних горизонтах, мало насыщены основаниями, невысокое содержание питательных веществ. Эта группа обладает неблагоприятными физическими свойствами, слабой структурностью и заметной распыленностью пахотного слоя. Наблюдается недостаток атмосферного увлажнения.

К бассейну озера Большая Акуля приурочены горные серые лесные почвы, а именно, темно-серые и серые, где характерен

подзолообразовательный процесс. Темно-серые залегают на пологих склонах, уступах и формируются на делювии осадочных пород. Серые почвы залегают по более крутым склонам и развиваются в основном на делювии кислых пород. Процесс оподзоливания у серых лесных почв выражен сильнее, поэтому они имеют худшие физико-химические свойства.

Мощность гумусового слоя в этом районе небольшая – 15-20 см, содержание гумуса – 3-5%.

Растительный покров.

Вся горная северо-западная часть Челябинской области относится к бореально-лесной зоне, в пределах которой преобладают разнообразные леса – хвойные и лиственные. Оставшиеся пространства заняты лугами, сельскохозяйственными землями и землями, отведенными под промышленные предприятия и населенные пункты. Болота и озера занимают сравнительно небольшую площадь.

Большую часть бореально-лесной зоны в Челябинской области занимает подзона предлесостепных сосновых и березовых лесов. В пределы подзоны входит преимущественно предгорная полоса восточного склона Южного Урала – к которой относится территория озера Большая Акуля.

Леса бореально-лесной зоны, подзоны предлесостепных сосново-березовых лесов образованы двумя основными породами: сосной и березой бородавчатой, местами встречается береза пушистая, очень редко встречаются клен и ильм. Местами растет липа лишь под пологом сосновых и березовых лесов и на участках, защищенных от зимних ветров.

Сосновые леса представлены главным образом разнотравными широколиственными типами леса. В этих лесах повсюду встречаются орляк обыкновенный, сныть обыкновенная, аконит высокий, костяника, наперстянка крупноцветковая, чина весенняя, первоцвет крупночашечный, медуница неясная. Встречаются и сосняки зеленомошно-брусничные, и сосняки-брусничные.

Большинство березняков являются производными, в основном разнотравно-злаковыми либо широколиственными. Под пологом этих лесов травяной покров включает такие виды, как ежа сборная, сныть обыкновенная, ветреница лесная, медуница неясная, герань лесная. Коренные березняки строго приурочены к сырým местообитаниям: долинам рек, берегам озер, окраинам осоковых и торфяных болот.

Травяной покров сосново-березовых лесов достаточно богат. Обильно встречаются душица обыкновенная, буквица лекарственная, костяника обыкновенная.

По берегам и побережью озера растет камыш, тростник обыкновенный, осока, стрелолист. На северном побережье наблюдается заболоченность, для этой территории характерны заросли осоки и тростника обыкновенного. Чаще всего встречаются манник водяной, рогоз широколистный и рогоз узколистный, сусак зонтичный, дербенник иволистный.

На дне озера обитают зеленые водоросли, элодея, рдесты.

## Выводы по главе I

Озеро Большая Акуля относится к горно-лесной зоне, что свидетельствует о том, что это район гидрокарбонатно-кальциевых озер горно-лесной зоны, минерализация которых от 25 до 400 мг/л, где распространены пресные воды.

Низкая минерализация объясняется повышенной увлажненностью территории с годовым количеством осадков – 500-700 мм, а также тем, что здесь присутствуют малорастворимые горные породы, такие как песчаники, кварциты, глинистые сланцы, филлиты, гранитогнейсы и древесные и щебенчатые почвы, которые составляют основной почвенный слой зоны.

Водоем входит в систему Каслинско-Кыштымских озер в полосе тектонических депрессий – типичное горное озеро эрозионно-тектонического происхождения. Озеро проточное, так как соединяется каналами с двумя, располагающимися по близости, озерами. Водоемы представленной зоны отличаются высокой прозрачностью.

## ГЛАВА 2. СОВРЕМЕННОЕ ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И ОХРАНА ОЗЕРА

### 2.1 Методика и материалы исследования

В сентябре 2016 и 2017 гг. в безветренную погоду были отобраны пробы воды из озера Большая Акуля в двух точках: в центральной части и вблизи северо-восточного побережья (зона акватории пляжа), (см. рис. 2). Отобранные пробы анализировались на базе лаборатории поверхностных вод Челябинского ЦГМС – филиала ФГБУ «Уральское УГМС» согласно аттестованных методик пакета РД 52.24. --...--95 (05).



Рис. 2 Места отбора проб: **✕<sup>1</sup>** – центральная точка, **✕<sup>2</sup>** – точка близ северо-восточного побережья [19]

Изучалась прозрачность вод по белому диску Секки. В центральной зоне производились замеры глубин с целью выявить максимальную глубину. Также была рассчитана площадь озерного зеркала по космоснимку от 02.09.2017 г. (Google Earth).

нами были проведены измерения глубин и рассчитаны современные морфометрические параметры: карта глубин, объем водной массы, средняя глубина озера.

Были определены группы веществ: основные ионы, микроэлементы, биогенные вещества, органическое вещество. Полученные данные сопоставлялись с ранее полученными сведениями М. Андреевой (1971 г.) и Л. Черняевой (1941 г. и 1970 г.).

Качество воды определялось по ИЗВ; гидроэкологическое состояние – по показателям Оксийук-Жукинского и TSI.

## 2.2. Морфометрические и гидрологические параметры, гидрохимия

### Морфометрия.

К морфометрическим показателям озера относятся глубина и площадь озера, площадь водосбора, объем воды и другие, проанализированные нами показатели (табл. 1).

В литературе М. А. Андреевой «Озера Среднего и Южного Урала» (1973 г.) представлены некоторые морфометрические показатели озера Большая Акуля: площадь зеркала – 6,32 км<sup>2</sup>, максимальная глубина – 10,7 м, средняя глубина – 4,25 м, объем воды – 26,9 млн м<sup>3</sup>.

Дополнительные данные мы обнаружили у Лидии Черняевой «Гидрохимия озер: Урал и Приуралье» (1977 г.): урез воды – 250,4 м, площадь водосбора – 200 км<sup>2</sup>, площадь зеркала – 6,32 км<sup>2</sup>.

В ходе собственных исследований, мы определили новое значение глубины в точке отбора проб (центральная часть озера): в 2017 г. – 13,2 м.

Таблица 1

## Морфометрические показатели озера Б. Акуля

Параметры	Результаты по Л. Е. Черняевой		Результаты по М. А. Андреевой 07-08.1971	Современные результаты	
	29.07.1941	18.08.1970		03.09. 2017	26.06. 2019
Дата сбора данных	29.07.1941	18.08.1970	07-08.1971	03.09. 2017	26.06. 2019
S зеркала, км <sup>2</sup>	6,32		6,32	6,43	6,43
V воды, млн м <sup>3</sup>	-	-	26,9	> 34	44,8
H ср., м	-	-	4,25	> 5,3	7,0
H max, м	-	-	10,7	13,2	13,6
Урез воды, м	250,4		-	250,4	250,4
S водосбора, км <sup>2</sup>	200		-	200	200

Примечание: составлено по [1, 25]

Вследствие обнаружения столь значимого расхождения глубин (10,7 м и 13,2 м) при фактически неизменной площади водного зеркала (6,43 км<sup>2</sup>) появилась необходимость в составлении батиметрической карты озера и обновлении данных по объему водной массы и средней глубины. Исходя из морфологии котловины вполне вероятно ожидать, что объем водной массы озера составляет не менее 34 млн м<sup>3</sup> [4].

Современные измерения глубин на озере в 2019 году дали еще один показатель максимальной глубины, выявленной нами: 13,6 м. Кроме того, удалось измерить дополнительно еще 32 точки (см. рис. 3), для составления батиметрической карты озера (см. приложение 2, рис. 3).

Исходя из полученных данных, с помощью карты глубин удалось измерить морфометрические показатели по следующим общим формулам:

$$1. \text{ объем водной массы: } V_{\text{оз}} = V_{0-1} + V_{1-2} + V_{2-3} + \dots + V_{n-n+1}; V_{n-n+1} =$$

$$h/3 (S_n + S_{n+1} + \sqrt{S_n * S_{n+1}}), \text{ где}$$

$S_n$  – площадь измеряемой поверхности;

$V_{n-n+1}$  – объем измеряемой площади;

$h$  – глубина сечения изобат.

$$2. \text{ средняя глубина водоема: } H_{\text{ср}} = V_{\text{оз}} / S_{\text{оз}}$$

Показатели равны 44,8 млн м<sup>3</sup> и 7,0 м соответственно при неизменной площади зеркала.

Из приведенных выше показателей, можно отметить, что озеро относится к малым, с площадью от 1 до 10 км<sup>2</sup> и максимальной глубиной более 2 м [8]. Большое расхождение в показателях глубины наблюдается в наших измерениях и данных по Марии Андреевой. Разливов озера отмечено не было. По космоснимкам с 2001 по 2016 года происходило понижение уровня воды. В 2017 г. – незначительное его увеличение.

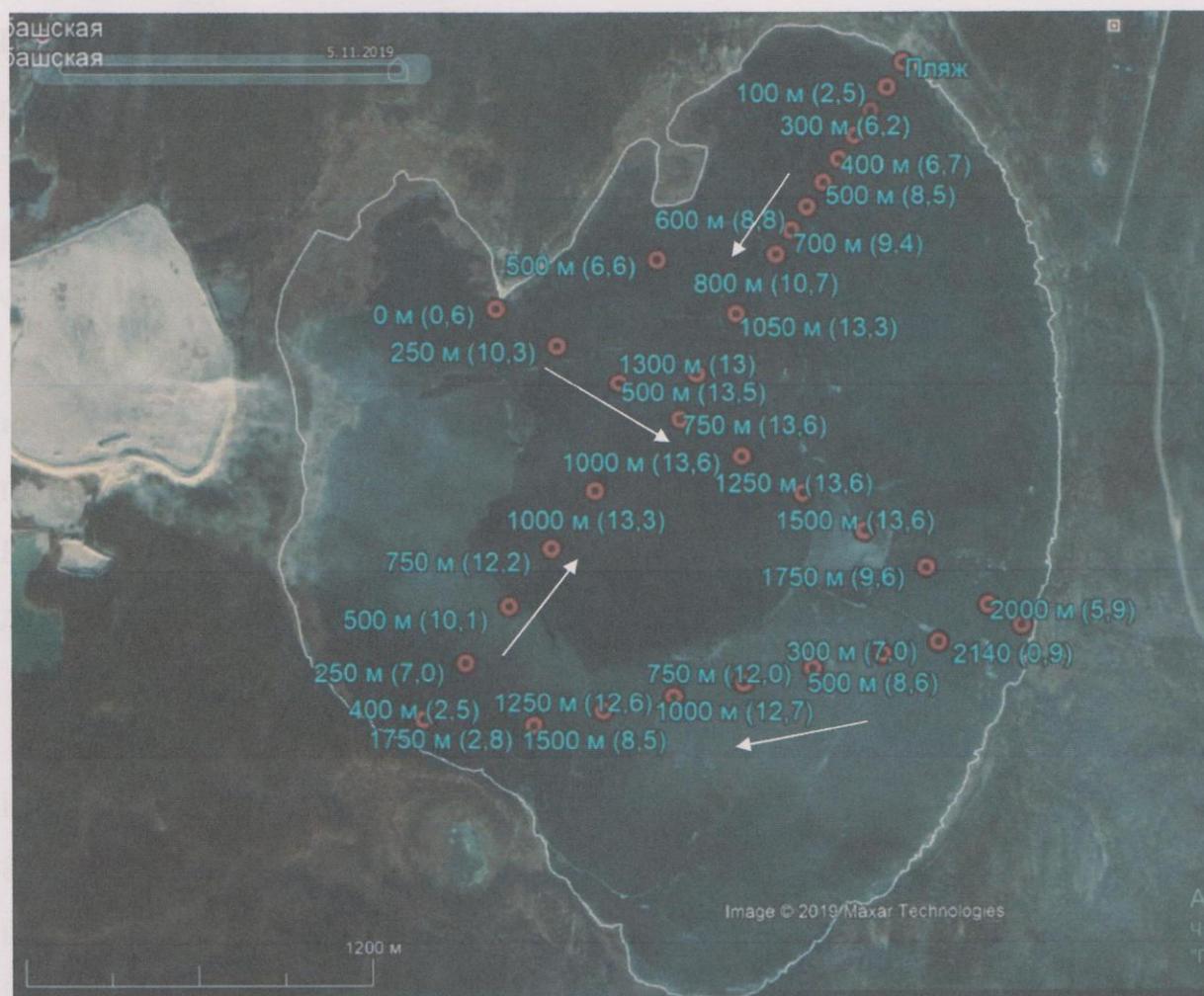


Рис. 3 Точки измерения глубин (м) на озере Большая Акуля [19]

Примечание: слева от показателя глубины указано расстояние, пройденное от берега до точки (с разных берегов по разным направлениям).

Стрелочками указаны направления от берегов, по которым производились замеры.

### Гидрологические характеристики.

Вода озера Большая Акуля пресная. Озеро проточное: в северной части из него вытекает река, впадающая в озеро Малая Акуля, а со стороны восточной части вытекает река, впадающая в озеро Акакуль.

Для измерения прозрачности воды мы использовали классический метод – определение с помощью белого диска Секки. Опуская и поднимая веревку диска на глубину, мы выявили прозрачность воды данного водоема за 11.09.2016 г. – 3,2-3,3 м. Прозрачность озера в день 03.09.2017 г. составила 6,2 м, что почти в два раза превышает показатель прошлого года. Показатель за 25.06.2019 г. составляет 7 м.

Цветность по данным химического анализа в центральной части озера равна 10, в прибрежной зоне – 7. Эти показатели ниже 20, что говорит нам о том, что вода по данному показателю является питьевой.

По результатам определяемых азотов аммония, азотов нитратов и нитритов, а также фосфора общего можно сделать вывод, что озеро не подвергается эвтрофикации, и «цветение» фитопланктона не развито. Концентрация этих веществ очень мала, едва равняется показателю допустимости.

### Гидрохимическое состояние.

Важным показателем водоема является водородный показатель – рН. В центральной части озера рН водной среды за 2016 и 2017 года равняется 8,06 и 7,59 соответственно. Это соответствует норме рН показателей питьевой воды. Оптимальный рН питьевой воды в пределах 7,0-8,0. Результаты проб в прибрежной зоне показали рН – 6,70 и 8,38, что выходит за нормативные рамки. Отклонение данных в прибрежной зоне вполне естественно, так как наблюдается небольшое зарастание берегов.

Гидрохимия озера Большая Акуля подробно изучалась нами в литературных источниках М. Андреевой и Л. Черняевой, брали пробы воды для собственного анализа, чтобы сравнить наши результаты с

данными прошлых лет для выявления различий и закономерностей в изменениях химического состава воды.

По анализам проб воды мы получили определенные результаты, которые можем использовать в работе. Из всех определяемых веществ, для начала, сравним гидрохимический тип озера в разное время.

Чтобы понять, к какому типу относится озеро Большая Акуля, следовало просуммировать основные ионы, по которым определяется гидрохимический тип. Произведя некоторые вычисления, мы смогли определить минерализацию водоема и его тип (см. табл. 2). Расчеты заключались в переводе единиц измерения из мг/дм<sup>3</sup> в мг-экв/л, которые осуществлялись следующим образом: показатель иона в мг/дм<sup>3</sup> делим на суммарную молекулярную массу этого же иона, получает показатель, переведенный в мг-экв/л [7].

Таблица 2

## Показатели основных ионов

год	ед. изм.	HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	Cl	Ca	Mg	Na+K	Сумма	Тип
2016 г.	мг/дм <sup>3</sup>	171	213	51,1	50,1	29,8	99	614	сульфатно-натриевый (II)
	мг-экв/л	2,8	4,44	1,44	2,5	2,45	3,73	17,36	
2017 г.	мг/дм <sup>3</sup>	123	200	26,6	49,1	34,0	44,3	477	Сульфатно-магниевый (II)
	мг-экв/л	2,0	4,2	0,75	2,45	2,8	1,7	13,9	

По результатам химического анализа и нашим вычислениям озеро относится к сульфатному классу по классификации О.А. Алекина. Тип водоема в 2016 году – сульфатно-натриевый с суммарной минерализацией 614 мг/дм<sup>3</sup>. В 2017 году произошла смена ведущего иона, в следствие чего, тип озера в настоящее время – сульфатно-магниевый с минерализацией 477 мг/дм<sup>3</sup>. Сравнивая наши показатели с показателями М. Андреевой и Л. Черняевой, можно заметить существенную разницу [7].

Минерализация вод в летний период 1941 г. составляла  $213 \text{ мг/дм}^3$ , в начале 1970-х гг. общее солесодержание уже изменилось и составляло  $246 \text{ мг/дм}^3 - 265,4 \text{ мг/дм}^3$ . Для озера в этот период характерны типичные для лесных ландшафтов гидрокарбонатно-кальциевые воды. На конец августа 2016 года минерализация воды выросла в несколько раз –  $614 \text{ мг/дм}^3$ , с кардинальной сменой гидрохимического класса. В сентябре 2017 года замечено снижение общей минерализации до  $477 \text{ мг/дм}^3$  с некоторым незначительным изменением гидрохимического типа.

Отмечается смена гидрохимического типа водоема в разные временные периоды. В 1941 и 1970 года отбора проб по Лидии Черняевой устанавливается гидрокарбонатный класс с гидрокарбонатно-кальциевым типом. У Марии Андреевой в 1971 году можно заметить, что к типу кроме иона кальция она добавляет ион натрия. Наши современные результаты за два года показали полную смену класса, с гидрокарбонатного на сульфатный. Разница наблюдается в смене гидрохимического типа: в 2016 году – сульфатно-натриевые воды, в 2017 году – сульфатно-магниевые.

Из расчета суммы кальция и магния и выражения их в мг-экв/л можно говорить о жесткости воды. На 2017 год кальций равен  $2,45 \text{ мг-экв/л}$ , магний –  $2,8 \text{ мг-экв/л}$ . В сумме они дают  $5,25 \text{ мг-экв/л}$ . Этот показатель соответствует промежутку с умеренной жесткостью воды –  $3,0-6,0 \text{ мг-экв/л}$ .

Показатель жесткости воды с 1941 года постоянно увеличивается (табл. 3). Анализируя таблицу соотношения ионов и показателя жесткости можно предположить, что смена типа жесткости произошла в 1970х-1980х годах, и в настоящее время наблюдается ее дальнейшее увеличение. В то же время происходят изменения в показателях кальция и магния. Оба иона увеличивались до определенного периода и кальций преобладал над магнием. К 2016 году кальций имеет тенденцию к снижению, а в 2017 году происходит резкое увеличение магния, что делает его преобладающим элементом над кальцием.

Таблица 3

Соотношение ионов и показателя жесткости воды озера Б. Акуля

показатель \ год	1941	1970	2016	2017
Ca <sup>2+</sup> , мг-экв/л	1,25	1,59	2,5	2,45
Mg <sup>2+</sup> , мг-экв/л	1,18	1,28	2,45	2,8
Ca <sup>2+</sup> + Mg <sup>2+</sup>	2,43 мг-экв/л	2,87 мг-экв/л	4,95 мг-экв/л	5,25 мг-экв/л
Категория жесткости	Мягкие (1,5-3,0)	Мягкие (1,5-3,0)	Умеренно жесткие (3,0-6,0)	Умеренно жесткие (3,0-6,0)

Примечание: составлено по [7]

По проанализированным данным о микроэлементах (см. табл. 4) можно сказать, что они имеют невысокие концентрации, которые соответствуют фоновому распространению. Наблюдается стабильность элементов, в течении двух лет заметных колебаний не наблюдается [15].

Таблица 4

Показатели микроэлементов

Элемент, мг/дм <sup>3</sup>	Cu	Fe	Zn	Mn	Pb	Cd	Ni
2016 г.	0,0011	0,01	0,017	0,033	0,0068	0,00	0,0085
2017 г.	0,0013	0,01	0,017	0,028	н/об*	н/об	0,0098

\* – не обнаружен

Биогенные вещества, рассматриваемые ранее, и органическое вещество изучались также в 2 точках акватории – центральной и прибрежной.

На 2016-2017 гг. перманганатная окисляемость в обеих точках в пределах нормы: 5,0 – 7,0 мг/дм<sup>3</sup>. Химическое потребление кислорода (ХПК) в 2016 году имеет незначительное превышение – 34,6 мг/дм<sup>3</sup>, при норме до 30 мг/дм<sup>3</sup>. В 2017 году этот показатель принимает допустимое значение в 25,0 мг/дм<sup>3</sup>.

Анализируя распределение биогенных и органических веществ (см. приложение 3, табл. 1), можно отметить очень незначительное содержание данной группы в воде, характерное для олиго-мезотрофных вод, имеющих высокие потребительские характеристики качества. Незначительное повышение значений в прибрежной зоне вполне естественно [8].

Гидроэкология.

Следующие рассматриваемые элементы – это массовая концентрация тяжелых металлов в водоеме, сравнив их с ПДК, мы увидим наличие или отсутствие отклонений от нормы (см. рис. 4).



Рис. 4 Сравнение микроэлементов с ПДК (хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования) [15]

Из содержания тяжелых металлов в поверхностных горизонтах озера, мы наблюдаем отсутствие техногенного загрязнения (по рассматриваемому спектру элементов). За 2016-2017 гг. тяжелые металлы, такие как медь и железо, присутствуют «фоном» в водоеме, их количество сравнительно мало. Цинк и марганец, несмотря на их преобладание над другими

металлами, так же находятся в фоновом распространении и в воде не превышают нормы. Следующие металлы имеют небольшие расхождения по результатам проб двух лет.

Прозрачность воды по белому диску Секки составляла 3,2-3,3 м на 2016 год. Содержание фосфора общего в поверхностных слоях центральной зоны озера – 0,009 мг/дм<sup>3</sup>. Из этого мы можем узнать трофический индекс TSI по Carlson. Прозрачность располагается по TSI в промежутке от 50 до 40, определив точнее, индекс TSI равен 43,5-44,0. Этот показатель соответствует типу водоема – мезотрофный, т.е. водоем с умеренным содержанием питательных веществ для водных организмов, водоем средней продуктивности, вода чистая, прозрачная.

Заметные улучшения видны в результатах за 2017 год. Прозрачность до 6,3 м, содержание фосфора общего – 0,006 мг/дм<sup>3</sup>. Данные характеристики по трофическому индексу Карлсона (TSI) позволяют отнести водоем к категории олигомезотрофных: с низким уровнем первичной продуктивности, низким содержанием органических веществ и высокой прозрачностью вод.

Качество вод достаточно высокое, ИЗВ составляет 1,1 – 1,5 (воды 3 класса, умеренно загрязненные). Комплексный показатель качества и трофии вод Оксийок-Жукинского – 2а-2б разряда качества (очень чистая – вполне чистая); переходная между олигомезотрофным и мезотрофным разрядом трофности.

#### Выводы.

В ходе нашего исследования нами были обнаружены уникальные особенности озера Большая Акуля. Мы получили новые данные по некоторым морфометрическим показателям водоема: новое значение глубины в центральной части озера – 13,2 м, в то время как ранее была установлена глубина 10,7 м, являющаяся максимальной; площадь водного зеркала в день исследований (03.09.2017 г.) – 6,43 км<sup>2</sup>, что говорит о вероятном ожидании увеличения объема водной массы озера в настоящее

время – не менее 34 млн. м<sup>3</sup>. Выявлена прозрачность водоема, которая ранее не измерялась – 6,2 м, вода по показателям является питьевой.

Кардинально изменяется гидрохимический тип водоема и его минерализация. Ранее присутствовали гидрокарбонатно-кальциевые воды с минерализацией 213 мг/дм<sup>3</sup> – 265,4 мг/дм<sup>3</sup>. В 2016 году – сульфатно-натриевый с суммарной минерализацией 614 мг/дм<sup>3</sup>. В 2017 году сульфатно-магниевый с минерализацией 477 мг/дм<sup>3</sup>.

Вода озера имеет высокие потребительские характеристики качества..  
Комплексный показатель разряда качества: очень чистая – вполне чистая.

### 2.3. Рекреационная нагрузка на водоем и его охрана

В зоне восточных предгорий Среднего и Южного Урала расположено множество живописных озер, которые активно используются в хозяйственных и рекреационных целях часто стихийно, без учета рекреационного потенциала и пределов рекреационной нагрузки. Часть горных и предгорных озер из-за большой рекреационной нагрузки постепенно теряют свои качественные характеристики и утрачивают рекреационный потенциал. Озеро Большая Акуля является одним из них.

Для измерения вышеупомянутых характеристик дополнительно проводились наблюдения за существующей рекреационной нагрузкой в районе пляжа северо-восточного побережья озера. Была оценена дигрессия лесопокрытого ландшафта на прилегающем к пляжу участке побережья, проведен прямой учет рекреантов на побережье и акватории пляжа в выходной и будний дни. Оценка рекреационного потенциала побережья и акватории была дана по комплексной методике С. Г. Захарова, учитывающей состояние прибрежного ландшафта, пляжа и акватории. На протяжении всего летнего периода были организованы выезды к озеру Б. Акуля для внешнего осмотра территории, особенно, пляжа, где, непосредственно, осуществляется высокая рекреационная деятельность.

Озеро Большая Акуля расположено недалеко от города. С северо-восточной стороны проходит асфальтированная автомобильная дорога, от которой проложен грунтовый съезд к пляжу, что делает его доступным для отдыхающих. Котловина озера в зоне пляжа имеет пологий склон в прибрежной части, что формирует исключительно благоприятные условия для пляжно-купального отдыха с детьми. К привлекательным особенностям озера относится и высокое качество вод, близкое к питьевым. Дополнительными факторами благоприятного отдыха на воде являются размеры озера и средняя скорость ветра (2-6 м/с). Водоем со всех сторон окружают сосново-лиственничные леса.

Водоем имеет два относительно крупных пляжа (см. рис. 5): организованный (на базе отдыха «Акуля» – пляж 1) и неорганизованный (пляж с северо-восточной стороны озера – пляж 2); остальные территории, с которых возможны подходы к воде, незначительны по площади [23].

Наибольшую антропогенную нагрузку испытывает неорганизованный пляж. Пляж большой и просторный в глубину, это позволяет разместить достаточное количество людей одновременно.

Длина береговой линии составляет 11,1 км; коэффициент развития береговой линии 1,24. Протяженность пляжа 1 и пляжа 2 в сумме составляет 430 м и 8300 м<sup>2</sup> по площади (см. табл. 5).

Удельная протяженность пляжей на озере невелика (длина пляжа/длина береговой линии) – 5% от протяженности побережья. Характеристики зон пляжей имеют высокую балльную характеристику (особенно благоприятны) для следующих показателей (по методике [6]):

1. состояние прибрежного ландшафта – естественное;
2. характеристика рельефа и грунта – среднепологий и пологий, равноуклонный, супесчаные, суглинистые и песчаные грунты;
3. удельная протяженность эксплуатируемых пляжей – менее 25%.



Рис. 5 Рассматриваемые действующие пляжи озера Большая Акуля [19]

Таблица 5

Характеристики пляжей озера Большая Акуля

	Протяженность, м	Площадь, м <sup>2</sup>	Характер прибрежной территории	Характер прибрежной акватории
Пляж 1	190	2800	Частично заросшая	Частично заросшая, приглубый
Пляж 2	240	5500	Частично заросшая	Песчаное дно, уклон 0-0,2%, чистая и частично заросшая

Примечание: составлено по [5]

В летний период отдыхающих на оба пляжа приходится немалое количество. По показателю степени нагрузки особенно благоприятные условия сохраняются для пляжа 1, в то время как для пляжа 2

характеристика снижается до благоприятной и относительно благоприятной. В выходные дни на пляже 1 насчитывается до 80-100 человек, на пляже 2 – до 300-400 человек и до 100 машин одновременно. Таким образом в сумме это дает нам около 500 человек и выше на всем озере в целом.

Рассчитаем нагрузку, приходящуюся на оба пляжа:

- 1) пляж 1 – 1,9 м протяженности береговой линии пляжа на 1 человека и 28 м<sup>2</sup> его площади на одного человека;
- 2) пляж 2 – 0,6 м протяженности береговой линии пляжа на 1 человека и 13,7 м<sup>2</sup> его площади на 1 человека.

Такую нагрузку можно назвать благоприятной, так как рекомендуемая норма на одного человека составляет 0,4 м протяженности пляжа и не менее 5-8 м<sup>2</sup> его площади. Но пляж 2 частично заросший, и его реальная площадь меньше. Если учесть, что вся территория пляжа используется как парковка для автомобилей, то ситуация в отдельные дни приближается к неблагоприятной [5].

Наблюдается высокая нагрузка на прибрежный лес (единовременные нагрузки свыше 40 чел/га). В пределах 50 м от пляжной зоны пляжа 2 отмечается высокая доля участков в 4 и 5 степенью дигрессии. Особенно страдает травянистый покров, что свидетельствует о вытаптывании [5].

Из собственных наблюдений и проводимого внешнего осмотра за территорией неорганизованного пляжа – пляж 2, выявлены внешние и внутренние факторы, так или иначе влияющие на озеро Большая Акуля, на благоприятный пляжно-купальный отдых на нем и рекреационную нагрузку [11].

Выявлены следующие внешние факторы:

- 1) Территория водоема со всех сторон окружена лесами, что говорит об особой экологической обстановке всей местности. Это создает препятствие для проникновения большого количества выхлопных газов от транспортных средств с находящейся рядом автодороги в

сторону водоема. За счет лесного массива воздух местности чище, чем, например, на других водоемах в черте города Кыштыма.

- 2) С пляжа 2 открывается хороший вид на озеро. Взору отдыхающих представляется красочная панорама пейзажа. Пляж имеет большие размеры и достаточно ровный. Эти два показателя дают возможность устраивать различные активные игры на берегу, позволяя сделать отдых более разнообразным и интересным.
- 3) Со стороны пляжа озеро имеет протяженный участок дна с пологим уклоном. Это позволяет комфортно чувствовать себя в воде одновременно большому количеству человек: тем, кто плохо плавает, либо вообще не умеет плавать. На берегу, перед озером имеется отдельное водное место, где могут играть маленькие дети. Из-за такого дна пляж популярен для семей с маленькими детьми. Родители могут не беспокоиться о безопасности ребенка на воде, что облегчает им отдых в целом, а это уже важный аспект экологической безопасности на водном объекте.
- 4) Территория пляжа озера Большая Акуля не организована. Поодаль от берега, в лесу, имеются обширные территории, где могут располагать автомобили отдыхающие, но обустроенной зоны парковки нет. Однако, туристы для своего удобства проезжают на транспортных средствах до самого озера и оставляют автомобили у воды. Автомобили загрязняют территорию пляжа, закрывают вид на озеро и занимают большую часть берега, препятствуя безопасному и комфортному отдыху семьям, например, присмотру за детьми, активным играм и т.д. Отсутствуют урны для мусора.

Все это существенно влияет на образующуюся экологическую обстановку в дни интенсивного потока людей и на полноценный культурный отдых.

Также отметим рассмотренные и изученные ранее внутренние факторы, которые касаются качества воды и ее состояния, которые мы наблюдаем из анализа отобранных проб и из собственных измерений:

- 1) Цветность (8) и рН (8,1) водной среды находятся в норме, а их показатели являются критериями питьевой воды.
- 2) Анализируя распределение биогенных и органических веществ, можно отметить очень незначительное содержание данной группы в воде, характерное для олиго-мезотрофных вод, имеющих высокие потребительские характеристики качества.
- 3) Данные характеристики по трофическому индексу Карлсона (TSI) позволяют отнести водоем к категории олигомезотрофных: с низким содержанием органических веществ и высокой прозрачностью вод. Прозрачность водоема в настоящее время составляет 7,0 м. Качество вод достаточно высокое.
- 4) Комплексный показатель качества вод Оксиюк-Жукинского: очень чистая – вполне чистая, переходная между олигомезотрофным и мезотрофным разрядом трофности.

Из вышеперечисленных факторов, которые удалось обнаружить, можно сделать выводы о том, что вода в озере Б. Акуля имеет отличительные характеристики: она чистая, прозрачная и пригодная для питья. Но велика антропогенная нагрузка на берег с северо-восточной стороны (пляж 2), которая никак не контролируется, не соблюдаются общие правила подъезда к водным объектам.

Внешние показатели территории водоема со стороны пляжа позволяют сказать о достаточно безопасном и активном отдыхе для всех приезжих – это существенное положительное качество озера. Можно организовывать подвижные игры и увлекательные мероприятия в выходные дни, которые будут интересны не только детям, но и взрослым. Но возникает проблема, связанная с хаотичной расстановкой автомобилей отдыхающих по всей территории пляжа, которые мешают комфортному

отдыху и времяпровождению. Машины оставляют вблизи водоема, что отрицательно сказывается на экологической составляющей.

Рекомендуется направить исследования на организацию здоровьесбережения. Можно выделить территорию поодаль от озера под стоянку автомобилей по мимо той, которая имеется, так как в дни высокой рекреационной нагрузки ее недостаточно. Рекомендуется организовать баки под мусор для большего удобства и снижения риска загрязнений со стороны людей. Такие меры будут способствовать улучшению экологической обстановки озера Большая Акуля и ее поддержанию. Сделают отдых более безопасным в экологическом плане и удобным для приезжих, позволят снизить общую рекреационную нагрузку на пляж 2.

#### Выводы.

Озеро Большая Акуля – это отличное место для отдыха. Водоем располагает достаточно большим и просторным пляжем, от автомобильной дороги проходит удобный подъезд к нему. Территория озера окружена лесными массивами, что делает отдых еще более привлекательным, так как открывается красивый вид с берега. В целом, территория водоема имеет незначительную рекреационную нагрузку. Характеристики зон пляжей имеют высокую бальную характеристику – особенно благоприятны. Но в некоторые летние выходные дни этот показатель может снижаться до относительно благоприятного и неблагоприятного в совокупности из-за большого количества отдыхающих, которые размещают свои автомобили на территории всей зоны пляжа. Внешние и внутренние факторы, рассмотренные нами, говорят о том, что водоем является экологически безопасным для пляжно-купального отдыха, но стоит принять меры по организации пляжа 2, в целях снижения рекреационной нагрузки на водоем и сохранения его уникальных характеристик – охраны водоема.

## Выводы по второй главе

В ходе исследования нами были обнаружены уникальные особенности озера Большая Акуля. Мы получили новые данные по некоторым морфометрическим показателям водоема: новое значение глубины в центральной части озера – 13,6 м, в то время как ранее была установлена глубина 10,7 м, являющаяся максимальной; площадь водного зеркала в день исследований (02.09.2017 г.) – 6,43 км<sup>2</sup>, составление батиметрической карты озера, новое значение объема водной массы – 44,8 млн. м<sup>3</sup>. Выявлена прозрачность водоема, которая ранее не измерялась – 6,2 м на период конец лета – начало осени в 2017 году, и 7,0 м в июне 2019 года; вода по показателям является питьевой.

Кардинально изменяется гидрохимический тип водоема и его минерализация. Ранее присутствовали гидрокарбонатно-кальциевые воды с минерализацией 213 мг/дм<sup>3</sup> – 265,4 мг/дм<sup>3</sup>. В 2016 году – сульфатно-натриевый с суммарной минерализацией 614 мг/дм<sup>3</sup>. В 2017 году сульфатно-магниевый с минерализацией 477 мг/дм<sup>3</sup>. Как уже отмечалось ранее, повышение минерализации и смена гидрохимического класса, возможно, произошли под воздействием рассеянного стока со стороны Тайгинского горно-обогатительного комбината (Тайгинского ГОКа), который включает в себя разрабатываемое Тайгинское месторождение и завод по переработке графита. Этот аспект следует детально изучить.

Вода озера имеет высокие потребительские характеристики качества. Наблюдается высокая прозрачность – 7,0 м. Водоем относится к категории олигомезотрофных. Качество вод достаточно высокое. Комплексный показатель разряда качества: очень чистая – вполне чистая.

Озеро Большая Акуля является экологически безопасным и привлекательным местом для пляжно-купального отдыха. В целом, территория водоема имеет незначительную рекреационную нагрузку. Характеристики зон пляжей имеют высокую бальную характеристику –

особенно благоприятны. Но в некоторые летние выходные дни этот показатель может снижаться до относительно благоприятного и неблагоприятного в совокупности из-за большого количества отдыхающих, которые размещают свои автомобили на территории всей зоны пляжа. Рекомендуется принять меры по организации пляжа 2, в целях снижения рекреационной нагрузки на водоем и сохранения его уникальных характеристик – охраны водоема.

### ГЛАВА 3. ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛУЧЕННОГО МАТЕРИАЛА В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ГЕОГРАФИИ

В современных условиях модернизации российского образования одним из важных вопросов является формирование его региональной составляющей. Важнейшим подходом в конструировании курса географии является краеведческий, базирующийся на привнесении в учебный предмет конкретности, образности, личного социального опыта школьника, основанного на изучении родного края.

Центральным понятием, раскрывающим краеведческий подход, является родной край. По мнению многих ученых-методистов (А. С. Барков, А. В. Даринский, И. С. Матрусов), под краеведением понимается всестороннее и взаимосвязанное изучение учащимися природы, хозяйства, населения своей местности. Изучение родного края является важнейшим фактором формирования системы ценностей школьников. Конкретизация общечеловеческих ценностей на краеведческом уровне осуществляется по следующим направлениям: сохранение природы края и здоровья его населения, лимитирование потребностей в ресурсах, культ предков, национальных традиций, семейного уклада жизни, готовность к трудовой деятельности и т. д.

Цели реализации этого подхода направлены на развитие личности в условиях национально-региональных традиций, воспитание личной сопричастности к культуре своего края. Изучение своей малой Родины служит воспитанию гражданственности, патриотизма, уважения к Российскому Отечеству, экологической культуре личности.

С применением регионального компонента на уроках географии могут быть реализованы следующие задачи:

1. формировать у учащихся системное представление о территории проживания как целостном географическом регионе и одновременно как субъекте Российской Федерации;
2. развивать представления о регионе как сложном, динамически развивающемся географическом пространстве, в котором осуществляется жизненное и профессиональное самоопределение;
3. сформировать систему знаний о физико-географических особенностях территории родного края и района.

Региональный компонент отражает национальные и региональные особенности, предусматривает возможность введения содержания, связанного с природой, историей, культурой, экономикой, традициями того или иного рассматриваемого субъекта. Краеведческий подход в преподавании географии имеет большое значение, он учит учащихся видеть, ощущать, наблюдать, создавать; ведь близкое в природе, в человеческой жизни, в хозяйстве понятнее, проще и яснее, чем далёкое. Примеры из местной природы, хозяйства более понятны и доступны, помогают перейти от книги к реальности.

Наибольшее внимание краеведческим знаниям уделяется на уроках географии России в 8-9 классах, где краеведческая основа заложена в содержание программы, раскрывающей физическую, экономическую и социальную географию нашей страны. Учащиеся уже владеют многими знаниями о своем крае, а учебный материал позволяет проводить всесторонние и содержательные связи в отношении природной среды и отношении хозяйства своего региона. Основное значение краеведческого материала здесь – помочь учащимся понять причинно-следственные связи в природных и экономических явлениях и процессах. Происходит становление личностных характеристик обучающихся, среди которых: «любящий свой народ, свой край, свою Родину».

На основе данных по исследовательской работе было разработано внеурочное мероприятие для 9 класса в продолжение урока по теме

«Хозяйство Урала» из раздела «Регионы России», темы «Западный макрорегион – Европейская Россия», включающее в себя познавательно-образовательную и тестовую части. Также предложены варианты использования краеведческого аспекта на примере озера Большая Акуля на уроках географии в 8 классе при изучении тем урока «Озера. Болота. Подземные воды. Ледники. Многолетняя мерзлота.» и «Водные ресурсы и человек» из раздела «Природа России» по теме «Внутренние воды и водные ресурсы». Ниже представлены разработка внеурочного мероприятия и примеры заданий с использованием регионального компонента с применением полученного в ходе исследования материала.

#### Внеурочное мероприятие

##### «Занимательная экскурсия в картинках»

Мероприятие выполнено в форме интерактивной экскурсионной развлекательной игры.

Исполнитель: Обухова Александра Георгиевна

Класс: 9

Продолжительность: 40 мин – 1 урок.

Название: «Занимательная экскурсия в картинках»

Педагогические технологии: игровая, информационно-коммуникационная.

Цель: провести экскурсию по озеру Большая Акуля через слайд-презентацию и выявить тот или иной тип отдыхающего человека у учащихся.

Задачи:

Развивающие: формирование у обучающихся познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей. Формирование способностей к самостоятельному приобретению новых знаний и практических умений по передаче информации с помощью технических средств и информационных технологий.

Обучающие: повторение знаний у обучающихся о природе, о водном пространстве, об озерах за прошлые курсы. Изучение влияния антропогенного воздействия на озера, изучение рекреационной нагрузки.

Воспитательные: воспитание патриотизма и любви к родному краю; воспитание бережного отношения к природе и ее охраны.

Оборудование: мультимедийное оборудование, слайд-презентация, атласы Челябинской области, карточки с заданиями, листы бумаги и ручки.

Ход мероприятия.

Вначале мероприятия следует организационный момент, как и на общих уроках: приветствие, проверка готовности к уроку, посещаемости.

Учитель: Всем здравствуйте. Сегодня у нас увлекательное мероприятие. Нам пригодятся ручки, карандаши и листочки. Так же я выдам вам атласы по Челябинской области. Садитесь. Проверим отсутствующих.

На протяжении всего мероприятия следует сопровождающая слайд-презентация, которая носит информационно-познавательный характер.

Учитель: Сегодня у нас не простой урок, называется он «Занимательная экскурсия в картинках». Мы с вами совершим экскурсионное путешествие по одному уникальному озеру нашего края. Давайте найдем его в наших Атласах. Откройте карту внутренних вод нашей области и найдите озеро под названием Большая Акуля.

Учитель: Именно по этому озеру мы будем совершать экскурсию и узнаем, в чем же его уникальные свойства. По ходу узнавания нового, вы будете отвечать на вопросы на отдельных листочках. И это не просто так! Их этих вопросов в конце урока мы определим, кто и зачем из вас приходит на пляж? Ну, что, отправляемся?

Обучающиеся: ищут озеро, называют его и показывают на карте у доски, отвечают на вопросы учителя, поддерживают беседу.

Вначале учитель рассказывает познавательно-ознакомительную информацию о данном объекте на 10 минут с помощью слайд-презентации.

Слайды следуют в виде отображения природы сплошной панорамой, где необходимо, в виде наглядных графиков и таблиц.

Ознакомительная информация:

Озеро Большая Акуля расположено на Южном Урале, в 6-7 км южнее г. Кыштым. Координаты центральной зоны озера:  $55^{\circ}37'36.45''$  с.ш.,  $60^{\circ}34'21.88''$  в.д. Озеро Б. Акуля малоизучено. Последние известные нам исследования были проведены в 1960-х – 1970-х гг.

Учитель: Несмотря на то, что мы нашли озеро на карте, давайте проверим его по координатам.

Обучающиеся: находят озеро и убеждаются в том, что в атласе именно оно.

Ознакомительная информация:

Территория водоема со всех сторон окружена лесами, что говорит об особой экологической обстановке всей местности. Это создает препятствие для проникновения большого количества выхлопных газов от транспортных средств с находящейся рядом автодороги в сторону водоема. За счет лесного массива воздух местности чище, чем, например, на других водоемах в черте города Кыштыма.

Водоем имеет в своем распоряжении пляж, доступный для отдыхающих, с него открывается хороший вид на озеро. Взору отдыхающих представляется красочная панорама пейзажа. Пляж имеет большие размеры и достаточно ровный.

Рассмотрим морфометрические параметры озера. Глубина в центральной части озера – 13,6 м, площадь водного зеркала в день исследований –  $6,43 \text{ км}^2$ , составлена батиметрическая карта озера, объем водной массы –  $44,8 \text{ млн. м}^3$ .

Рассмотрим свойства вод озера. Гидрохимические параметры водной массы озера по сравнению с 1970-и гг. значительно изменились. Минерализация вод в 1941 г. составляла  $213 \text{ мг/дм}^3$ , в начале 1970-х гг. общее солесодержание составляло  $246 \text{ мг/дм}^3 - 265,4 \text{ мг/дм}^3$ . Для озера в

этот период характерны типичные для лесных ландшафтов гидрокарбонатно-кальциевые воды. В 2016 и 2017 гг. отмечено возрастание общей минерализации до 477,0 – 613,8 мг/дм<sup>3</sup> и смена гидрокарбонатного класса на сульфатный. Водородный показатель (рН) озерных вод находился в пределах 7,59 – 8,0.

Прозрачность воды по белому диску (диск Секки) составляла от 3,3 м в 2016 г. до 6,3 м в 2017 г. и 7,0 м в 2019 году. Данные характеристики по трофическому индексу Карлсона (TSI) позволяют отнести водоем к категории олигомезотрофных (TSI = 34 ÷ 42): с низким уровнем первичной продуктивности, низким содержанием органических веществ и высокой прозрачностью вод. Качество вод достаточно высокое: воды 3 класса, умеренно загрязненные. Комплексный показатель качества и трофии вод: очень чистая – вполне чистая.

На западе вблизи побережья находятся технологические водоемы и отвалы Тайгинского месторождения графита. На озере стихийно развиваются рекреационная деятельность (пляжно – купальный отдых, любительское рыболовство).

Учитель: рассчитаем рекреационную нагрузку на водоем.

Как вывод об антропогенном воздействии, которые частично формулируют обучающиеся: озеро Большая Акуля – это отличное место для отдыха. Водоем располагает достаточно большим и просторным пляжем, от автомобильной дороги проходит удобный подъезд к нему. Территория озера окружена лесными массивами, что делает отдых еще более привлекательным, так как открывается красивый вид с берега. В целом, территория водоема имеет незначительную рекреационную нагрузку. Характеристики зон пляжей имеют высокую бальную характеристику – особенно благоприятны. Но в некоторые летние выходные дни этот показатель может снижаться до относительно благоприятного и неблагоприятного в совокупности из-за большого количества отдыхающих, которые размещают свои автомобили на территории всей зоны пляжа.

Рекомендуется принять меры (примеры) по организации пляжа, в целях снижения рекреационной нагрузки на водоем и сохранения его уникальных характеристик – охраны водоема.

Обучающиеся: слушают, отвечают на вопросы учителя, дополняют, выполняют задания и отвечают на вопросы теста. Ведется диалог учителя с учениками о данном водоеме и его характеристиках, выясняется мнение обучающихся об этой теме.

На протяжении экскурсии, между слайдами с информацией об озере предлагается выполнить тестовые задания, в результате которых ученики узнают, к какому типу отдыхающих они относятся: «пришел, на солнышке полежать», «вода – не вылезу никогда», «я только шашлыки поесть».

Между тестовыми заданиями продолжается и диалог учителя с учащимися по теме мероприятия и по активизации тем прошлых курсов: водные ресурсы, озера, водное пространство, околотоводные территории, туризм, виды туризма, его позитивные и негативные последствия.

Предложенный тест составлен учителем. На фоне слайдов с местностью озера Большая Акуля зачитываются вопросы, подходящие по смыслу картинке. Предлагаются задания разного уровня сложности, творческие задания, которые оцениваются определенным количеством баллов.

Вопросы предложенного теста:

Вопрос 1: Что привлекает вас больше всего на данной картинке?

А. Лежак как раз для меня

Б. Прекрасный вид у озера

В. Красивая травка

Вопрос 2: Какие характеристики вод вы заметили в первую очередь?

А. Чистейшая водичка

Б. Красивый вид у воды

В. Ого, какая прозрачная!

Вопрос 3: Что возьмете с собой на пляж?

- А. Поесть после купания самое главное
- Б. Солнцезащитный крем обязательно нужен
- В. Полотенце – большего и не надо

Вопрос 4: Что вы сделаете, когда придете в первую очередь на пляж?

- А. Сразу запрыгну в воду
- Б. Первым делом обустрою себе место
- В. Сначала осмотрюсь, некуда спешить

Вопрос 5: Где вы лучше разместите свое место отдыха?

- А. Конечно, по направлению к солнцу
- Б. Да, какая разница
- В. Главное, чтобы комаров и мошек рядом не было

Вопрос 6: Как вы относитесь к отдыхающим рядом с вами?

- А. Главное, чтобы солнце не загорали
- Б. Вся вода от них мутная!
- В. Пусть себе отдыхают, они меня совсем не волнуют

Вопрос 7: Сколько часов вы готовы провести на природе у озера?

- А. 2-4 часа. Успею вдоволь накупаться
- Б. Да хоть целый день!
- В. Час-два и достаточно

Последним слайдом завершается тест для ребят. За 15 минут до окончания мероприятия, ученикам предлагается подсчитать количество своих баллов. За каждый определенный ответ в вопросе начисляется свое количество баллов, по которым и осуществляется подсчет. Пока идет подсчет, учитель включает музыкальное сопровождение. На слайде отображаются баллы и тип отдыхающих, подходящих под данное количество баллов. После подсчета мы узнаем, кто к какому типу относится. Данные типы отдыхающего носят информационно-развлекательный характер. В точности они не относят обучающего к определенному типу, в конце концов, обучающийся сам для себя отмечает, каким отдыхающим он является на природе.

После результатов тестового задания подводятся итоги и формулируются выводы о характеристиках воды и территории озера Большая Акуля.

На основе полученного учащимися материала об озере, в конце всей программы предлагается уделить внимание (5-7 минут) постановке проблемного вопроса для обучающихся на общее размышление и построение причинно-следственных связей. Проблемный вопрос: из-за чего возможна смена гидрохимических характеристик вод озера Большая Акуля?

Информационный материал для разрешения поставленной проблемы:

К изменениям характеристик вод могут приводить: органика и биогенные вещества, токсиканты (тяжелые металлы).

В центральной части озера рН водной среды за 2016 и 2017 года равняется 8,06 и 7,59 соответственно. Это соответствует норме рН показателей питьевой воды. Оптимальный рН питьевой воды в пределах 7,0-8,0. Результаты проб в прибрежной зоне показали рН – 6,70 и 8,38, что выходит за нормативные рамки. Отклонение данных в прибрежной зоне вполне естественно, так как наблюдается небольшое зарастание берегов.

По проанализированным данным о микроэлементах, можно сказать, что они имеют невысокие концентрации, которые соответствуют фоновому распространению. Наблюдается стабильность элементов, в течении двух лет заметных колебаний не наблюдается.

Анализируя распределение биогенных и органических веществ, можно отметить очень незначительное содержание данной группы в воде, характерное для олиго-мезотрофных вод, имеющих высокие потребительские характеристики качества. Незначительное повышение значений в прибрежной зоне вполне естественно.

Из содержания тяжелых металлов в поверхностных горизонтах озера, мы наблюдаем отсутствие техногенного загрязнения. Тяжелые металлы, такие как медь и железо, присутствуют «фоном» в водоеме, их количество сравнительно мало. Цинк и марганец, несмотря на их преобладание над

другими металлами, так же находятся в фоновом распространении и в воде не превышают нормы.

Определенное влияние на озеро Большая Акуля могут оказывать кислотные дожди. Кислотные дожди можно объяснить расположением юго-западнее, вблизи района озера, города Карабаш, где Карабашский медеплавильный завод производит выбросы в атмосферу, состоящие из сернистого ангидрида и пыли тяжелых металлов (медь, свинец, кадмий, цинк, мышьяк, ртуть). В начале 2000-х выбросы составляли 80-95 тыс. тонн ежегодно, а после 2010 года благодаря очистным сооружениям – 13-16 тыс. тонн в год. В 90-е годы, отмечалось, что ежегодный объем выбросов в атмосферу ядовитого сернистого ангидрида заводом составлял более 118 тыс. тонн.

Повышение минерализации и смена гидрохимического класса, возможно, произошли под воздействием рассеянного стока со стороны Тайгинского горно-обогатительного комбината (Тайгинского ГОКа), который включает в себя разрабатываемое Тайгинское месторождение и завод по переработке графита.

Эти аспекты должны быть подвергнуты точному исследованию, так как на данном этапе это только догадки с небольшой вероятностью.

В конце мероприятия проводится рефлексия с учащимися по теме мероприятия, по заданиям, затем по их самостоятельной подготовленности к мероприятию, по их освоенности материала, его полезности и познавательности.

Также предложены варианты использования краеведческого аспекта на примере озера Большая Акуля на уроках географии в 8 классе.

При изучении темы «Озера. Болота. Подземные воды. Ледники. Многолетняя мерзлота.», предлагается рассмотреть влияние озера Большая Акуля на окружающую среду и прилегающую территорию. Рассматриваются природные характеристики территории: географическое положение, геология и рельеф, климат, внутренние воды, почвы и

растительность, формулируется вывод о влиянии водоема. Материал рассчитан на 5-7 минут урока, на домашнее изучение могут быть вынесены как частичное рассмотрение природных характеристик, так и построение выводов.

При изучении темы «Водные ресурсы и человек», предлагается изучить водопользование озера Большая Акуля. Рассматривается информация о том, кто и как использует воды озера, рассчитывается благоприятность/неблагоприятность пляжно-купального отдыха на водоеме, рассчитывается рекреационная нагрузка. Формулируются выводы о возможном сохранении характеристик водоема. Материал рассчитан на 10-15 минут урока, на домашнее изучение может выноситься сам расчет рекреационной нагрузки и построение выводов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам исследования получены следующие результаты:

1. Изучены и проанализированы доступные источники информации по теме исследования, в том числе литературные источники и электронные ресурсы.
2. Получены новые данные по морфометрическим показателям: измеренная максимальная глубина – 13,6 м, объем водной массы – 44,8 млн м<sup>3</sup>, площадь зеркала – 6,43 км<sup>2</sup>, средняя глубина – 7,0 м. Выявлены различия в изменении общей минерализации с 246 – 265,4 мг/дм<sup>3</sup> в 70-х годах до 477,0 – 613,8 мг/дм<sup>3</sup> в 2016-2017 годах. Наблюдается смена гидрокарбонатного класса на сульфатный. Формирование водности и гидрохимического режима не в полной мере соответствует окружающему южно-таежному ландшафту – воды озера пресные (соответствует), но в катионной группе преобладают магний и натрий, а не кальций. Не исключено, что повышение минерализации и смена гидрохимического класса произошли под воздействием рассеянного стока со стороны разрабатываемого Тайгинского месторождения, что подвергается детальному исследованию. Тяжелые металлы не превышают их ПДК и присутствуют в фоновом распространении. Воды озера содержат малое количество биогенных и органических веществ, обладают высокой прозрачностью и низкой цветностью; трофический статус озера – индекс Карлсона (TSI), – переходный между олиго-мезотрофным и мезотрофным, ИЗВ составляет 1,1 – 1,5 (воды 3 класса, умеренно загрязненные), Комплексный показатель Оксийук-Жукинского – 2а-2б разряда качества (очень чистая – вполне чистая). Озеро обладает высоким качеством вод,

которые могут быть с простой водоподготовкой использованы в питьевых целях.

3. Определено гидроэкологическое состояние водоема. Оценен рекреационный потенциал озера и рекреационная нагрузка на побережье и акваторию. Вода в озере Большая Акуля чистая и прозрачная, рекреационная нагрузка на водоем незначительна, озеро вполне подходит для благоприятного отдыха, так как имеется просторный песчаный пляж. Но следует принять меры по организации дикого пляжа, на котором ведется неконтролируемая рекреационная деятельность, например, установка мусорных баков, раздевалок, ограничение парковочной зоны. Рекомендуется придание озеру статуса ООПТ «Гидрологический памятник природы» регионального значения. Озеро нуждается в мерах защиты со стороны нерегулируемой рекреационной деятельности.
4. Результаты исследования применены в школьном курсе:
  - 1) Разработано внеурочное мероприятие по географии для 9-ых классов в продолжение темы урока «Хозяйство Урала» раздела «Регионы России» темы «Западный макрорегион – Европейская Россия». Мероприятие рассчитано на 1 академический час, включающее образовательную и тестовую части, с целью ознакомления с водоемом, его характеристик и выявления, к какому типу отдыхающего относится каждый обучающийся.
  - 2) Также предложены задания для 8 класса при изучении тем урока «Озера. Болота. Подземные воды. Ледники. Многолетняя мерзлота.» и «Водные ресурсы и человек» из раздела «Природа России» по теме «Внутренние воды и водные ресурсы».

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Андреева, М.А. Озера Среднего и Южного Урала [Текст] / М.А. Андреева. – Челябинск: Юж.-Урал. кн. изд., 1973. – 270 с.
2. География. Челябинская область. 5-11 кл.: атлас [Текст] / под ред. М.В. Паниной, В.М. Кузнецова. – Челябинск: «Край Ра», 2014. – 48 с.
3. Горчаковский, П.Л. Растительность. Урал и Приуралье [Текст] / П.Л. Горчаковский. – М.: Наука, 1968.
4. Захаров С.Г., Обухова А.Г. Оценка гидроэкологического состояния озера Большая Акуля [Текст] / С.Г. Захаров, А.Г. Обухова // Географическое пространство: сбалансированное развитие природы и общества: Мат-лы V заоч. Всеросс. науч.-практ. конф., посвящ. Году экологии в России. – Челябинск: Край Ра, 2017. – 403 с.
5. Захаров С.Г., Обухова А.Г. Рекреационный потенциал озера Большая Акуля на Южном Урале [Текст] / С.Г. Захаров, А.Г. Обухова // Экологические чтения-2018: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию образования Омского государственного аграрного университета им. П.А. Столыпина (04-06 июня 2018 г.). – Омск: ЛИТЕРА, 2018. – 396 с.\*
6. Захаров, С.Г. Привлекательность пляжно-купального отдыха на озерах и водохранилищах [Текст] / С.Г. Захаров // Проблемы географии Урала и сопредельных территорий: Материалы III межрегиональной научно-практической конференции 15-17 мая 2018 г. – Челябинск, Абрис, 2008. – 351 с.

7. Захаров, С.Г. Мы изучаем озера: учебно-методическое пособие для учителей общеобр. школ и педагогов доп. обр. [Текст] / С.Г. Захаров. – Челябинск, 2001. – 60 с.
8. Захаров, С.Г. Озера Челябинской области [Текст] / С.Г. Захаров. – Челябинск, 2010. – 108 с.
9. Кирин, Ф.Я. География Челябинской области [Текст] / Ф.Я. Кирин. – Челябинск: Юж.-Урал. кн. изд., 1981.
10. Матвеев, А.К. Географические названия Урала: Краткий топонимический словарь [Текст] / А.К. Матвеев. – Свердловск: Сред.-Урал. кн. изд., 1987.
11. Обухова, А.Г., Натарова, Л.Е. Оценка экологической обстановки озера Большая Акуля [Текст] / А.Г. Обухова // Экологическая безопасность, здоровье и образование: Материалы XI Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, студентов: часть 1. – Челябинск: ЗАО «Библиотека А. Миллера», 2018. – 310 с.
12. Озерный край: атлас [Текст] / под ред. С.Г. Захаров. – Челябинск: «Абрис», 2002. – 42 с.
13. Оксийок, О.П., Жукинский, В.Н. Брагинский Л.П. и др. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши [Текст] / О.П. Оксийок, В.Н. Жукинский // Гидробиологический журнал, 1993, №4. – 261 с.
14. Опекунов, А.Ю. Экологическое нормирование [Текст] / А.Ю. Опекунов. – СПб, 2001. – 184 с.
15. ПДК тяжелых металлов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: – <http://biology.krc.karelia.ru/misc/hydro/mon5.html>, свободный. – Тяжелые металлы.
16. Полханова, Н.В. Биология растений и животных Южного Урала [Текст] / Н.В. Полханова. – Челябинск: Изд-во ЧГПУ, 2005.

17. Полханова, Н.В. Биология растений и животных Южного Урала (Методические рекомендации) [Текст] / Н.В. Полханова. – Челябинск: Изд-во ЧГПУ, 2005.
18. Почвы и растительность [Текст] // Уральский перекресток. – 1997, №4. - 111 с.
19. Природа Челябинской области [Текст]. – Челябинск: Изд-во ЧГПУ, 2000.
20. Программа Google Earth Pro от 06.02.2018 г.
21. Румянцева, А.Я. Климат Челябинской области [Текст] / А.Я. Румянцева. – Челябинск: Изд-во ЧГПИ, 1988.
22. Сайт «GREEN EXPEDITION» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: – <https://greenexp.ru/>, свободный. – Интересные места и достопримечательности.
23. Сайт Базы отдыха «Акуля» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://akulya.ru/>, свободный. – База отдыха «Акуля».
24. Справочник административно-территориального деления Челябинской области [Текст]. - Челябинск, 1997.
25. Тараторина, Г.Ф. Почвы Челябинской области [Текст] / Г.Ф. Тараторина. – Челябинск, 1998.
26. Урал и Приуралье [Текст]. – М.: Наука, 1968.
27. Челябинская область: энциклопедия. Т. 1 [Текст]. - Челябинск: Каменный пояс, 2003. – 446-447 с.
28. Черняева, Л.Е. Гидрохимия озер (Урал и Приуралье) [Текст] / Л.Е. Черняева, А.М. Черняев, Т.Н. Еремеева. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 370 с.
29. Carlson R. A trophic state index for lakes/Limnol. Oceanogr.1977 vol. 22 p.361-369.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1



Рис. 1 Местоположение озера Большая Акуля на карте рельефа Челябинской области [2]

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

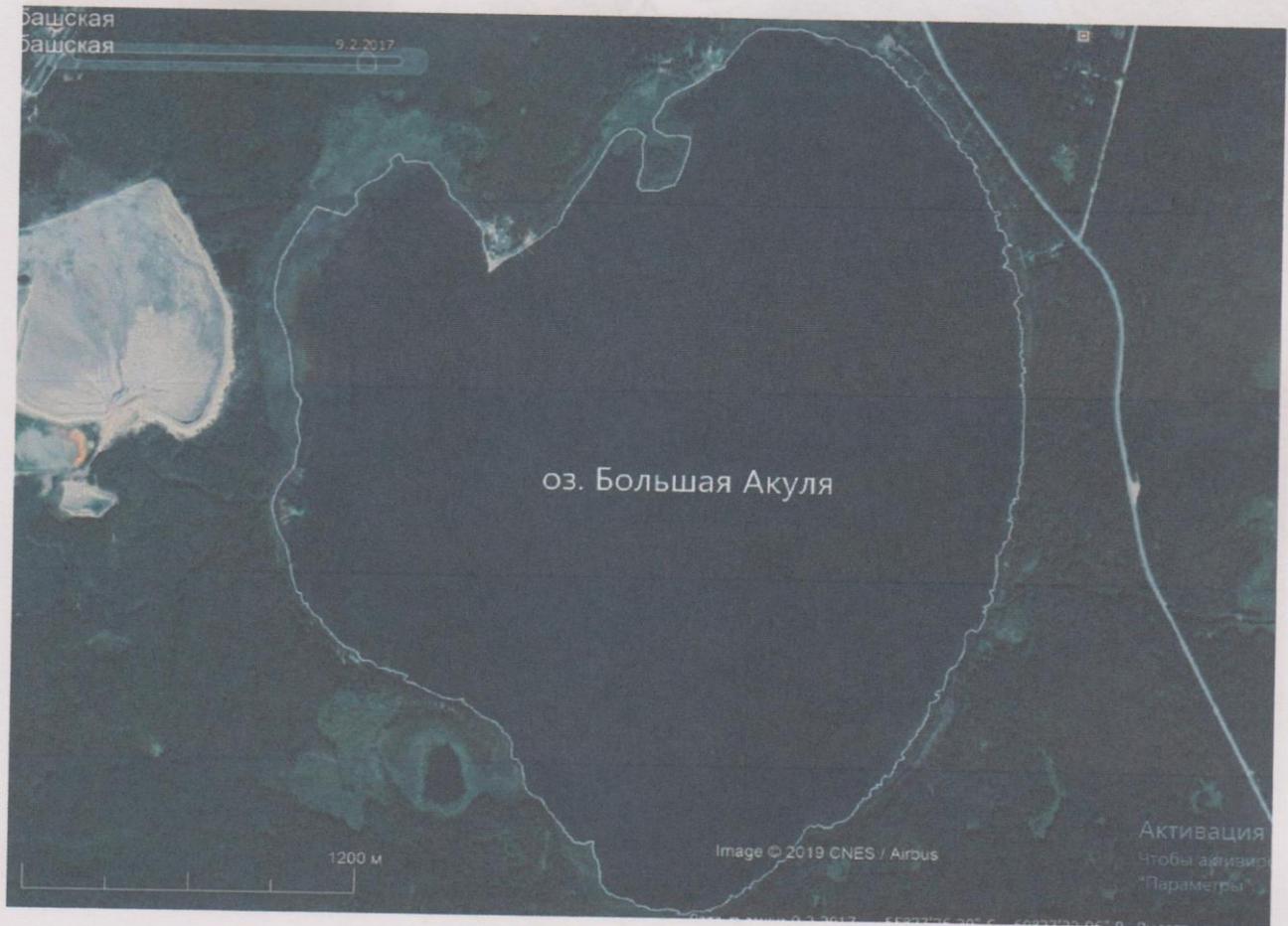


Рис. 2 Снимок со спутника озера Большая Акуля от 02.09.2017 г. [19]

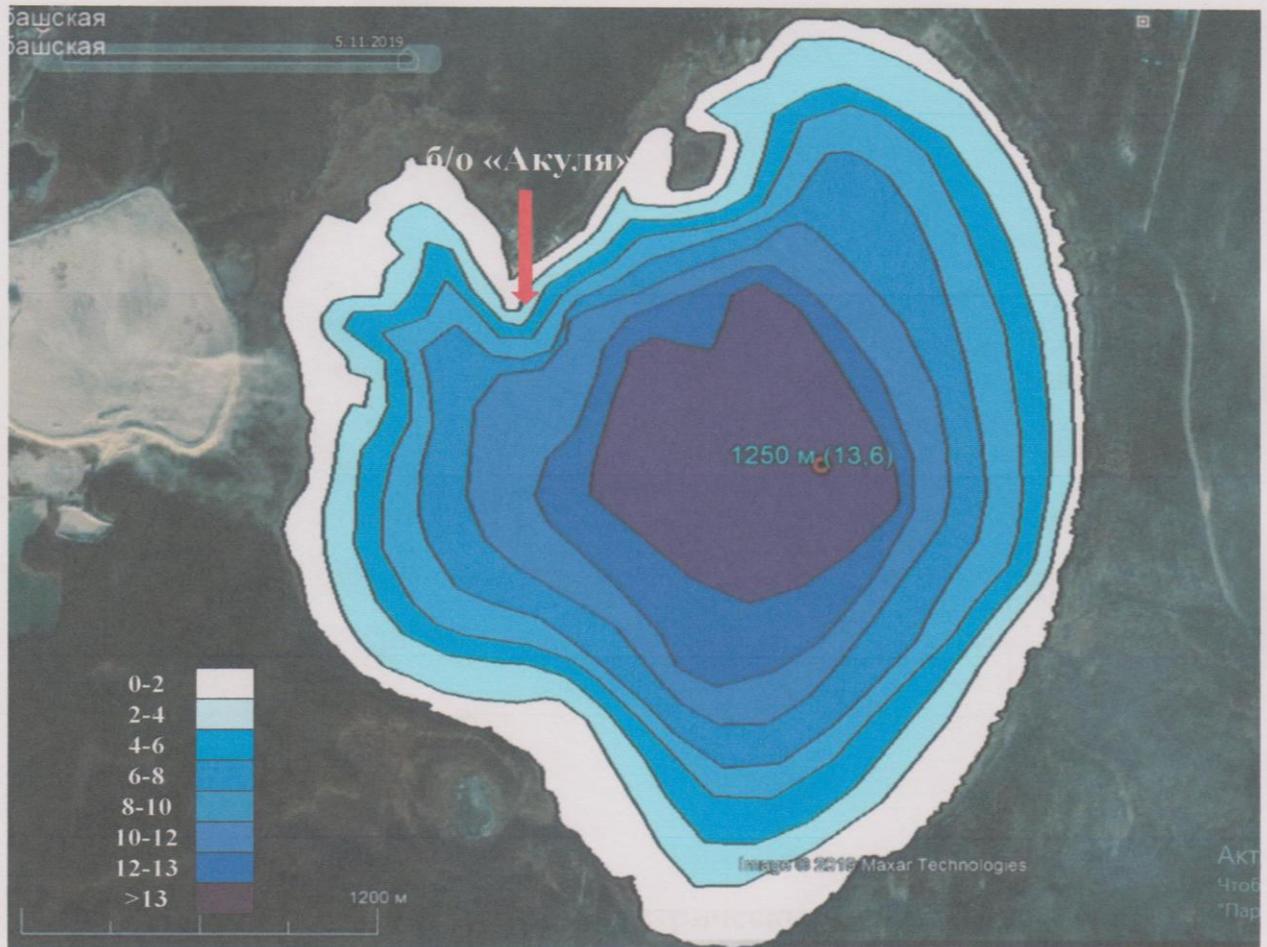


Рис. 3 Батиметрическая карта озера Большая Акуля [19]

Примечание: ● - отметка максимальной измеренной нами глубины (м) с указанием расстояния от б/о «Акуля» в юго-восточном направлении

## ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Таблица 1

## Биогенные и органические вещества

Дата и место отбора	N-NH <sub>4</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	N-NO <sub>2</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	N-NO <sub>3</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	N мин, мг/дм <sup>3</sup>	P общ, мг/дм <sup>3</sup>	Цветность, град.	П.О., мг/дм <sup>3</sup>	ХПК, мг/дм <sup>3</sup>
11.09.2016, центр	0,02	0,001	0,027	0,048	0,009	10	6,69	34,6
11.09.2016, пляж	0,03	0,001	0,010	0,041	0,010	7	7,00	Не опр.*
3.09.2017, центр	0,02	0,005	0,012	0,037	0,006	8	6,4	25,0
3.09.2017, пляж	0,03	0,005	0,0014	0,049	0,010	9	6,5	27,0

\* -- не определялась

Таблица 2

## Сравнительная таблица морфометрических и гидрохимических показателей озера Большая Акуля

Параметры	Результаты по Л. Е. Черняевой		Результаты по М. А. Андреевой	Современные результаты		
	29.07.1941	18.08.1970		07-08.1971	11.09.2016	03.09.2017
Дата сбора данных	29.07.1941	18.08.1970	07-08.1971	11.09.2016	03.09.2017	26.06.2019
S зеркала, км <sup>2</sup>	6,32		6,32	-	-	-
V воды, млн м <sup>3</sup>	-	-	26,9	-	-	-
H ср., м	-	-	4,25	-	-	-
H мах, м	-	-	10,7	11,2	13,2	13,6
Урез воды, м	250,4		-	250,4	250,4	250,4
S водосбора, км <sup>2</sup>	200		-	200	200	200
Прозрачность воды, м	-	-	-	3,2-3,3	6,2	7,0
Минерализация, мг/дм <sup>3</sup>	213	246	265,4	614	477	-
Гидрохимический тип воды	гидрокарбонатно-кальциевый	Гидрокарбонатно-кальциевый	гидрокарбонатно-кальциевый-натриевый	сульфатно-натриевый	Сульфатно-магниевый	-

Примечание: составлено по [1, 25]