

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Объяснительная записка к государственной геологической карте Российской Федерации. Масштаб 1:1000000. Серия Ангаро-Енисейская. Лист N-47 – Нижнеудинск, СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2012.
2. Дублянский В.Н. Занимательная спелеология. – Челябинск: Урал-ЛТД, 2000. – 525 с.: ил.

УДК 911.5:551.44

DOI:10.7242/echo.2023.1.2

ГОЛУБОЕ ОЗЕРО В САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

М.П. Бортников

*Самарский государственный технический университет,
Самарская спелеологическая комиссия*

Аннотация: Проведено описание озера Голубое в Самарской области и карстового массива, на котором оно расположено. Определена интенсивность карста. Описаны поверхностные карстовые формы и водопункты. Выделена новая водоносная зона поддолинной циркуляции подземных вод с русловым типом резервуаров. Проведена топографическая съемка карстового урочища и района Голубого озера по состоянию на 2018 год. Представлена история исследований описанной территории по литературным источникам.

Ключевые слова: карст, озеро, подземные воды, Самарская область.

1. Географическое положение

Голубое озеро (или Голубое-1) расположено в Сергиевском районе Самарской области в 112 км северо-восточнее областного центра и в 2,5 км северо-восточнее пос. Старое Якушкино.

Озеро находится в своеобразном урочище (Рис. 1), которое относится к Бугульминско-Белебеевской возвышенности, орографического района Кинельских Яров, провинции Высокого Заволжья. Последняя расположена здесь в пределах денудационной равнины олигоценового возраста [1].

Гидрографически урочище относится к бассейну р. Сок. Озеро заложено в нижней части водораздельного склона на границе с верхнепойменной террасой, правобережной части долины р. Шунгут, являющейся притоком р. Сок второго порядка. Надпойменных террас река не образовала. Абсолютные отметки тылового шва долины 88 м. Ширина правобережной части 60-90 м, а общая ширина долины 0,3-0,4 км. В целом поверхность верхней поймы выровненная, осложненная руслами ручьев, карстовыми воронками и заболоченными западинами. От нижней поймы она отделена уступом высотой 1-3 м. Урез воды в р. Шунгут 84,7 м.

Правобережный водораздельный склон у тылового шва долины имеет четкую границу. Он выпуклый, углы наклона достигают 20 градусов и более. Выше по склону рельеф становится пологим, с углами наклона до 2-8 градусов. Осложнен оврагами и карстовыми воронками. У Голубого озера водораздельный склон представляет собой устье балки шириной 100 м, которая образована слиянием трех карстованных оврагов. Левобережный водораздельный склон пологий плосковыпуклый с углами наклона до 2-4 градусов. Тыловой шов долины в рельефе просматривается плохо. Таким образом, поперечный профиль долины р. Шунгут имеет асимметричное строение.

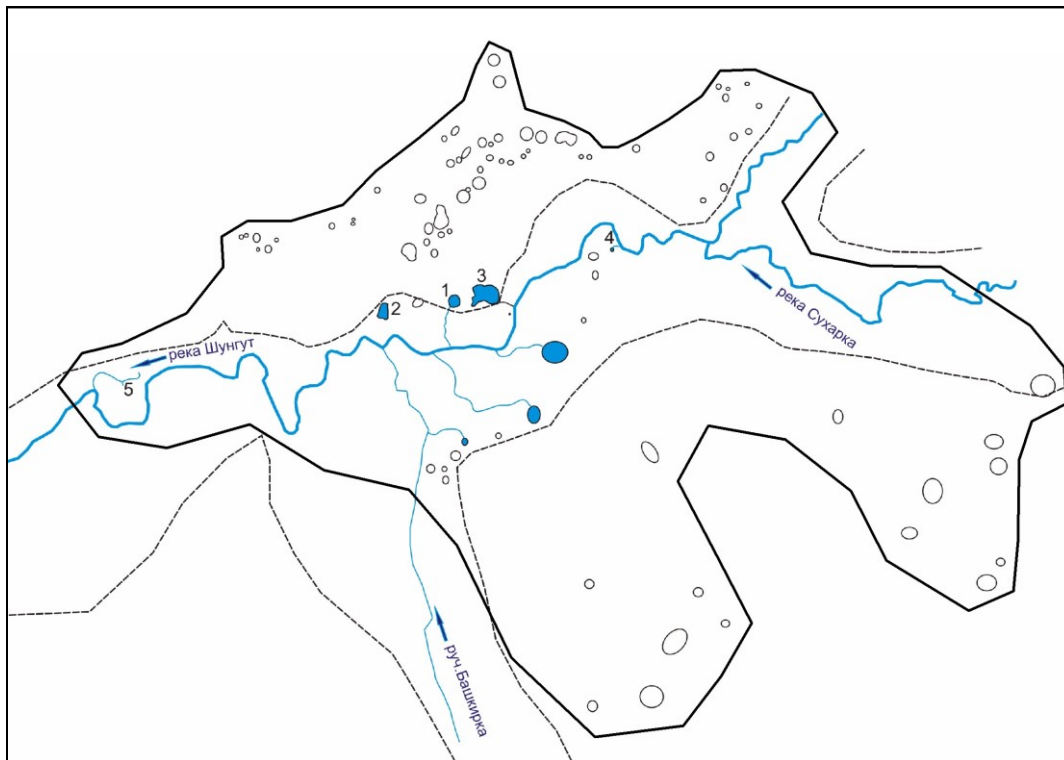


Рис. 1. Карстовое урочище Голубого озера.

1 – Голубое-1, 2 – Голубое-2, 3 – Черное, 4 – Голубое-4, 5 – Якушкинский источник

В карстово-спелеологическом отношении урочище представляет карстовое поле, которое лежит в Кинелько-Ярском районе Сокско-Шешминского округа области Южно-Татарского свода и Сокской седловины [2]. Поле имеет неправильную форму площадью 2,3 кв.км. Плотность поверхностных карстовых форм 37 шт. на кв.км. Коэффициент площадной закарстованности 2,6%. Поле занимает нижние части водораздельных склонов обоих берегов и долину реки. Большая часть карстовых воронок находится в правобережной части. Они имеют, как правило, блюдцеобразную, чашеобразную и реже конусообразную форму. Некоторые воронки достигают глубины 12 м. Воронки задернованы. В левобережной части воронки обычно блюдцеобразные, реже чашеобразные. В долине реки карстовые формы часто обводнены, а в левобережной части заболочены.

На участке отмечено образование карстовых провалов. В 1997 году возник провал диаметром 3 м и глубиной 6 м (Якушкинский провал). В настоящее время он представляет собой воронку диаметром 5 м и глубиной 2 м. В 2020 году севернее Голубого озера в тальвеге оврага зафиксирована свежая просадка размерами 5 × 2 м и глубиной 0,7 м. В результате сравнения аэро-космоснимков 1953 года и современных в долине обнаружен новый источник (Голубое-4). Юго-западнее этого источника зафиксировано образование блюдцеобразной просадки диаметром 6 м. Таким образом, на этом участке впервые для Самарской области определена интенсивность провалообразования, которая составляет 0,02 провала в год.

2. Описание водопунктов

Современное описание Голубого-1 проводится по данным инструментальной топографической съемки, проведенной Бортниковым М.П. и Иванцовым К.Ю. в 2018 году (Рис. 2).

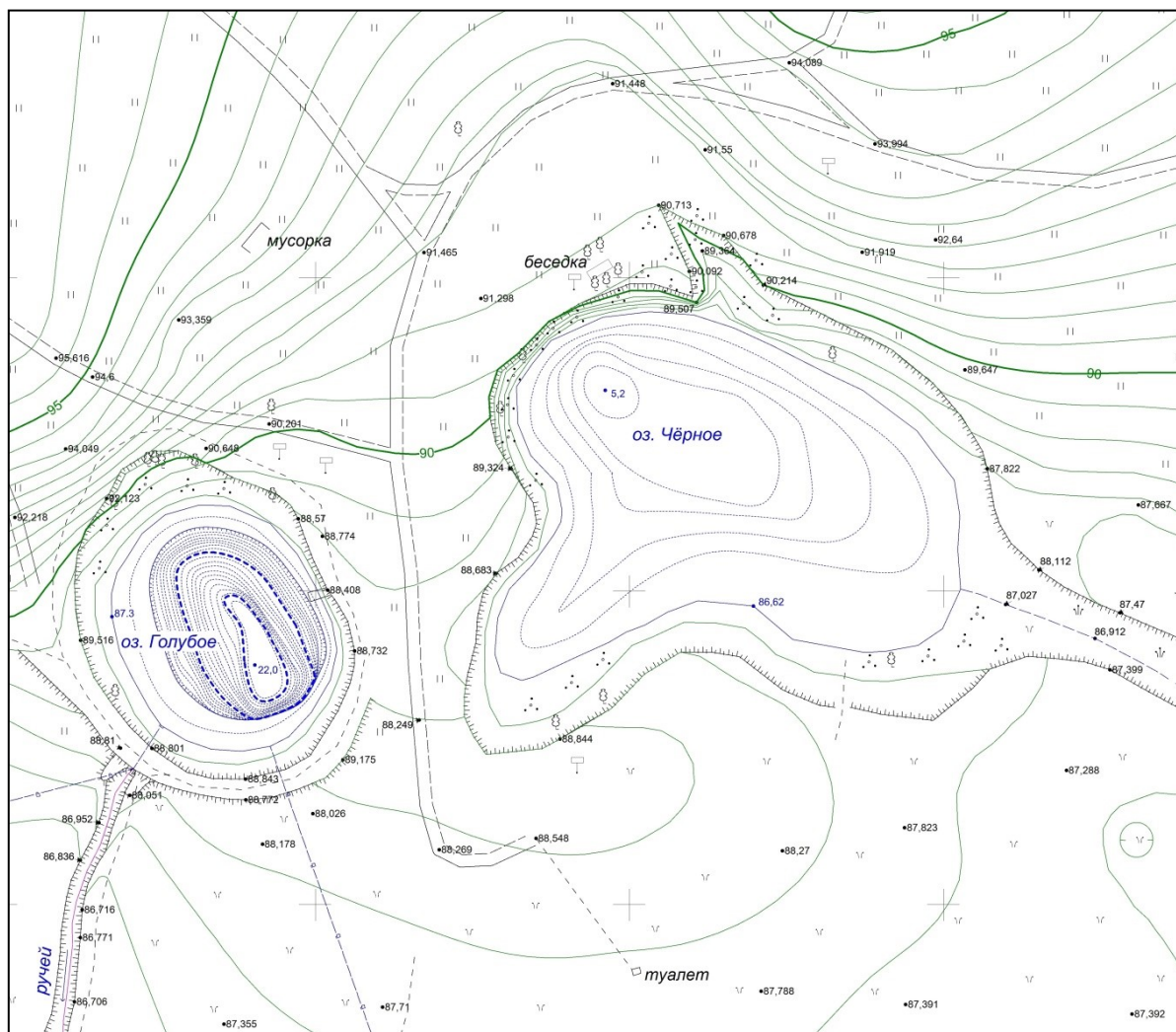


Рис. 2. Фрагмент топографического плана района Голубого озера по состоянию на 2018 год

В плане зеркало озера представляет собой эллипс, большая ось которого длиной 40 м ориентирована на северо-запад, а малая длиной 32,5 м – на северо-восток. Площадь зеркала 1060 кв.м. Абсолютная отметка 87,3 м.

В целом фигура озера представляет перевернутый усеченный конус глубиной 22 м и объемом порядка 7,7 тыс. куб. м. Осложняет фигуру береговая отмель. В 5-15 м от берега глубина увеличивается до 1 м. Далее следует почти вертикальный или крутонаклонный обрыв. Отмель задернована, заросла водорослями. Обрыв и дно каменистые, покрыты глинистыми осадками и илом. По литературным данным (Таблица 1) видно, что глубина и диаметр озера эфемерны, так как периодически происходят провалы дна и обвалы стенок, которые перекрывают подводящий слабонаклонный канал. Со временем обвальные отложения вымываются и канал частично вскрывается. В 2013 году гидросистема вскрылась и была изучена дайверами. На глубине 28 м в стенке провала на дне озера образовалась расселина длиной 2 м и высотой 0,8 м, и за ней открылся ход высотой 2,5-3,0 м, шириной 2-6 м, уходящий в восточном направлении на 28 м. Далее ход изменял направление на северное и через 20 м вновь поворачивал на восток, расширяясь до 10 м, уходя в неизвестном направлении. Общая длина изученного хода 58 м (Рис. 3). Таким образом, была зарегистрирована обводненная пещера общей протяженностью 70 м, средней высотой 2,5 м, средней шириной 7,5 м. Площадь пещеры 1,5 тыс кв.м,

объем 9,0 тыс. куб.м., глубина 37,5 м. Эти параметры позволяют считать ее самой глубокой в Самарской области. Абсолютная отметка самой нижней изученной точки 49,8 м, что на 35 м ниже уреза воды в реке. Подводный вход в пещеру просуществовал один год и был вновь завален в начале 2014 года.

Вода подводного хода питает озеро. Из него вытекает ручей расходом более 70 л/с с сероводородной водой.

Кроме основного озера в долине р. Шунгут имеется еще ряд водопунктов, достойных описания.

Таблица 1

Параметры Голубого-1 по литературным данным

Литературный источник	Диаметр (м)	Глубина (м)
Лосиевский, 1851	17	42
Ксенофонтова, 1948	38,8	21
Кутырев, 2007	32	17,6
Ткаченко, Таразанов, 2009	42	18
Бортников, 2011	35	18,5
Ременьюк, Гусев, 2013		25,6
Ременьюк, Смольников, 2013		35
Попова, Поляков, 2013		37,5
Бортников, Иванцов, 2018	40	22

Озеро Черное (Голубое-3) расположено в 25 м восточнее первого. Образовано слиянием трех провалов и из за этого имеет сложную форму. Площадь озера 3040 кв.м. Абсолютная отметка поверхности зеркала 86,6 м, что на 0,7 м выше первого озера. Глубина 5,2 м. Озеро наполнено не сероводородной водой. В целом оно бессточное, но имеет сухое русло временного водотока. Отмечено, что подводный ход из первого озера направлен в сторону р. Шунгут, но, возможно, имеет ответвление в сторону Черного озера.

Озеро Голубое-2 находится в 0,16 км к западу от первого. Имеет форму неправильного эллипса, площадь около 1000 кв. м, глубина 4,0 м. Озеро наполнено сероводородной водой. Имеет сток, но из-за техногенных изменений определить его невозможно.

Озеро Голубое-4 находится на другом берегу р. Шунгут в 0,4 км к востоку от первого. Имеет форму эллипса размерами 2 × 3 м. Глубина 8,0 м. Из за малых размеров его можно назвать источником. Но значительная глубина и возможное увеличение протяженности при дальнейших подводных исследованиях дают нам право назвать его озером. Водоем наполнен сероводородной водой и из него вытекает ручей с расходом порядка 40 л/с.

Якушкинский серный источник расположен в 0,8 км юго-западнее первого озера. Представлен двумя небольшими грифонами сероводородных вод, расположенных в 50 м друг от друга. Они объединяются в ручей расходом порядка 20 л/с. Местность около источников заболочена. Около выходов подземных вод наблюдаются характерные белесые налеты на дне.

Кроме этого, хочется отметить техногенные изменения ландшафта описываемого карстового участка.

По литературным данным известно, что река Шунгут в данном месте издревле подпруживалась. Плотины были уже с 1768 года. Первая находилась у пос. Старое Якушкино в 2,5 км, а вторая – в 0,5 км ниже первого озера. Плотины существовали до 90-х годов XX века. На аэрофотоснимке 1953 года видно, что Голубое-2 подтоплено и имеет две протоки, соединяющие его с рекой. Об этом так же сообщает Паллас. Озеро Голубое-1 имеет береговую обваловку. Таким образом, форма зеркала имеет техногенную природу. Из озера отходят два подземных водовода. Одна труба уходит сразу же к Шунгуту, а вторая подпитывает Голубое-2. Последнее также имеет береговую обваловку с заданной формой зеркала. Таким образом, техногенная нагрузка скорее всего участвует в формировании общей гидросистемы и активизирует карстовые процессы.

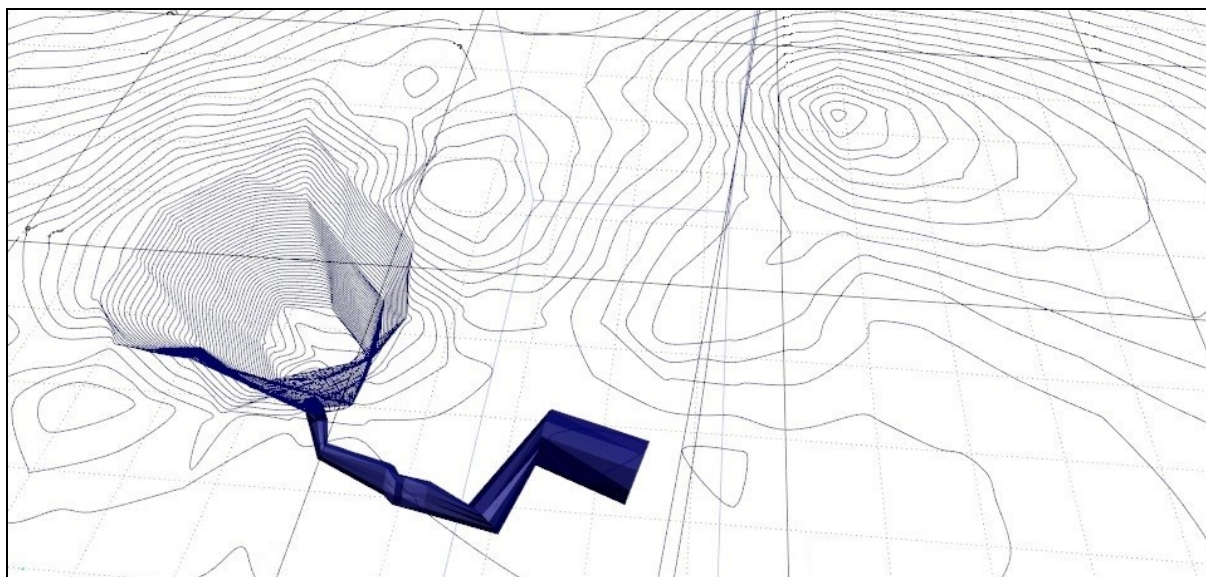


Рис. 3. Трехмерная модель пещеры Голубого озера по состоянию на 2013 год

3. История исследования

Голубое озеро всегда было популярно в народе. Краеведы отмечают, что с давних пор чуваши из села Старо-Якушкино называли озеро Семизкюле и совершали на нем обряды при встрече весны. Однако история озера резко заканчивается на рубеже XVIII и XIX века.

Впервые район описывает известный географ-путешественник П.С. Паллас. Но его описание привело к возникновению многочисленных вопросов. Главный из них – существовало ли само озеро в то время?

Паллас П.С. узнал об этих местах, как о Шунгутских серных ключах, и по тексту везде называет их не озерами, а ключами. Побывал здесь зимней снежной ночью 15 октября 1768 года. Осматривал местность при лунном свете. Указал начальный ориентир осмотра – две водяные мельницы на Шунгуте. За рекой расположен увал, а «...внизу сего увала находится большой серный ключ, болотину составляющий, и с водою из второй запруды вместе текущий. А еще далее, где речка уже отделилась от упомянутого увала, нашел я на низком месте в малом расстоянии два другие большие серные ключа, от которых серный запах еще издали чувствителен и коим дошел я без вожатого по пробитой по снегу тропинке... ...Оба ключа нарочито глубоки, из коих тихотекущие большие ручьи впадали в близ находящуюся речку Шумбут. В обоих на дне и на всякой в воде лежащей дрязге ложится много белой киселю

подобной серной материи как у самих ключей, так и в их ручьях...» [3]. Здесь исследователь описывает не озера (тем более не бездонные озера), а сероводородные источники с ручьями, у которых видно дно. В другом издании автор пишет: «... на речке Шумбут имеются еще три мощных серных ключа. Первый из них образует внушительное озеро, а два других – бурные ручьи, но все они выделяют очень много серного вещества...» [4]. Здесь он по другому описывает эти объекты. Первый источник, не как «большой серный ключ, болотину составляющий», а как «внушительное озеро». Два другие, не как «нарочито глубокие ключи с тихотекущими ручьями», а просто «бурные ручьи». По нашему мнению, первый ключ сопоставляется с Голубым-2, так как описана его связь с запрудой. Далее не понятно в какую сторону пошел исследователь. По тексту похоже на юго-запад. И описание приводится Якушкинского источника. Это как раз два сероводородных ключа, у которых видно дно, покрытое серными налетами. Если Паллас пошел на северо-восток, то место описано не узнаваемое. Сейчас это два больших озера, у которых не видно дна. Причем только одно сероводородное. Если тогда они были еще двумя сероводородными ключами (а потом в одном сероводородная вода иссякла), то получается, что исследователь описывал их во время образования. Таким образом, можно приблизительно определить время образования озер. Если ученый их не видел, значит их еще не было, а если видел, то видел на месте их небольшие источники. Провалы озер произошли позже. Итак, мы датируем образование Голубого-1 второй половиной XVIII в.

Первое известное упоминание водоема в узнаваемом виде имеется у писателя И.С. Аксакова в письмах 1848 года: «... Оттуда проехали на нефтяные ключи и видели черную нефть, плавающую на воде, а оттуда на Голубое озеро. Что за красота! Я ничего подобного и представить себе не мог! Оно голубо от преломления лучей в этой светлой серной воде. Озеро иль озерко – глубоко, говорят, до 20 саженей и идет вниз воронкой. Мы бросали камни, и по крайней мере вы целую минуту можете проследить падение камня, постепенно голубеющего, до тех пор, пока его не станет видно...» [5].

Первое научное описание Шунгутского Голубого озера публикует уфимский землеустроитель и краевед В.С. Лосиевский в 1851 году. Фигура озера описана круглая в виде воронкообразной котловины с поперечником 8 саженей. «Поверхность берегов котлообразная, стены в озере скалами опускаются отвесно в пропасть на глубину 20 саженей. Длина ручья от котловины озера составляет 10 саженей в длину и 2 сажени в ширину. Ниже озера в 30 саженях расположено другое глубокое озеро (по словам крестьян), но оно затоплено. Третье озеро находится в 10 саженях и имеет пресную воду. Ширина его 7 саженей, длина 10 саженей» [6]. Здесь для нас интересны опубликованные параметры озер. Ширина Голубого озера 16-17 м, т.е. в два раза меньше существующей. Глубина достигает 42 м, т.е. приблизительно соответствует современным параметрам. Размеры Голубого-3 составляют 14 × 21 м, т.е. в три раза меньше современных. Таким образом, этот документ фиксирует первые параметры озер и они отличны от современных.

Позже информация о бездонном озере с голубой водой периодически появляется в печати. Интересно первое изображение водоема, дошедшее до нас с 1873 года на гравюре К.О. Мая. Мы видим юго-восточный сектор полукруглого берега, огороженный забором, и два временных строения для обслуживания отдыхающих.

Далее воспользуемся слабоизвестным, но достоверным литературным источником. В фондовом гидрогеологическом отчете Ксенофонтовой за 1948 г. приведена первая топографическая съемка Голубого озера на 06.08.1936 г. выполненная Шипчаком, Новиковым, Шихановым. Здесь интересен факт регистрации диаметра водного зеркала

38,8 м и максимальной глубины 21,0 м [7]. То есть ширина озера достигла современных значений, а глубина уменьшилась.

Во второй половине XX века информация об озере хоть и кочует по краеведческой литературе, но сильно не афишируется. Это связано с тем, что из него усиленно качали воду для повышения нефтеотдачи пластов Якушкинского месторождения. Автор настоящей работы впервые попал на озеро в 1997 году и видел, как в месте, расположенном правее современных водолазных ступенек, в воду погружалась коленообразная труба большого диаметра для закачки воды. Нефтяниками была сделана и земляная обваловка по южному берегу, которая уменьшила диаметр водного зеркала. К озеру были проложены линии водоводов.

Стоит упомянуть работы сотрудников Зоологического музея СГСПУ по изучению экосистемы Голубого озера, как карстового серного водоема с изолированной биотой, которые проводились с 2003 года. Опубликованы общие сведения: история изучения, географическое положение и морфометрические параметры (диаметр 42 м, глубина 18 м), температура, химический состав и расход воды. Впервые построена трехмерная модель водоема. Приведены данные по биоте: выявлены популяции харровых водорослей (*Chara braunii*), мхов фонтиналис (*Fontinalis antipyretica*), также описаны виды кольчатых червей, моллюсков, членистоногих, хордовых. Озеро определено как уникальная карстовая водная экосистема [8].

Наши исследования района начались в 2004 г, когда было выполнено нивелирование дна и составлены топографические планы обоих озер. Диаметр Голубого составил 35 м, глубина по хлопущке 17,0 м, диаметр Черного – 85 м, глубина 5,2 м. Тогда же самарские акваспелеологи В.В. Смольников и С.В. Кутырев на дне первого озера обнаружили грот шириной 11 м, высотой 1-1,5 м и протяженностью 5 м. Общая глубина с учетом дальней части грота составила 18,5 м. Позднее С.В. Кутырев опубликовал новую топоъемку, указав глубину 17,6 м [9]. По публикациям 2011 года Голубое определяется как самое глубокое в Самарской области [10]. Учитывая прозрачность воды, оно становится самым популярным среди местных аквалангистов.

Новейшая история Голубого озера начинается с 10.03.2013 г. На дне озера водолазы замечают новообразованный провал. Глубина озера увеличивается до 20,3 м. Затем, через некоторое время, фиксируется глубина 25,6 м. А далее, 16.04.2013 г, водолазы В.В. Смольников и А.В. Ременюк неожиданно обнаруживают на дне провал до глубины 28 м и на его дне отверстие, ведущее в слабонаклонное подводное пространство, названное Апрельским ходом. Очередное удачное погружение 12.09.2013 г. совершили московские дайверы А. Попова и С. Поляков. Они обнаружили, что Апрельский ход расширяется и продолжается на неизвестное расстояние.

Зимой 2014 года произошел обвал подводных стенок озера и входное отверстие в Апрельский ход было засыпано [11]. К 2018 году значительно оплыл провал на дне и глубина озера уменьшилась до 22 м.

3. Геологическое строение

В геологическом отношении на отложениях верхнего карбона, кровля которого находится здесь на абсолютных отметках минус 120-130 м, залегают ассельские карбонатные породы мощностью около 40 м, сакмарские и отчасти артинские карбонатно-сульфатные породы общей мощностью около 100 м. На этих отложениях с размывом залегают осадки **калиновской свиты (P_2kl)** нижеказанского возраста, представляющие переслаивание известняков и доломитов с подчиненными прослоями мергелей,

глин, алевролитов, песчаников общей мощностью 70-76 м. Выше находится толща верхнеказанских карбонатно-сульфатных образований, с которыми связываются современные карстопоявления, и в том числе Голубое-1 (Рис. 4).

В основании верхнеказанского подъяруса залегает **гидрохимическая свита (P_{2gd})**, представленная ангидритами, гипсами, глинами с подчиненными прослоями доломитов общей мощностью 12-17 м, в среднем 15 м. Гипсы и ангидриты белые и светло-серые, крупно- и мелкозернистые. Они вскрываются на сводах Апрельского хода и легко диагностируются на фотоснимках и видеороликах по своему цвету и характерному облику (ячеистым каррам).

Выше по разрезу, начиная с абсолютных отметок 60-61 м, залегают отложения **сосновской свиты (P_{2ss})**. В целом по району свита сложена доломитовой мукой, доломитами, мергелями, известняками, реже песчаниками, глинами, алевролитами с прослойками селенита. В провале Голубого озера они представляют в основном доломиты слоистые слабо известковистые светло-серого цвета тонкозернистые с прослойками селенитов и алевролитов темно-серых тонкозернистых. Максимальная мощность по району достигает 103 м, в провале Голубого озера – около 27 м.

В верхней части провала и по берегам озера вскрываются делювиальные средне-верхнеплейстоценовые образования (dQII-III), представленные глинами слабо песчанистыми, серовато-коричневыми с щебнем карбонатных и глинистых пород общей мощностью до 2 м.

Долину р. Шунгут слагают современные аллювиальные осадки, представленные глинистыми песками, супесями, суглинками с линзами гравийно-галечного материала. Максимальная мощность отложений достигает 8 м.

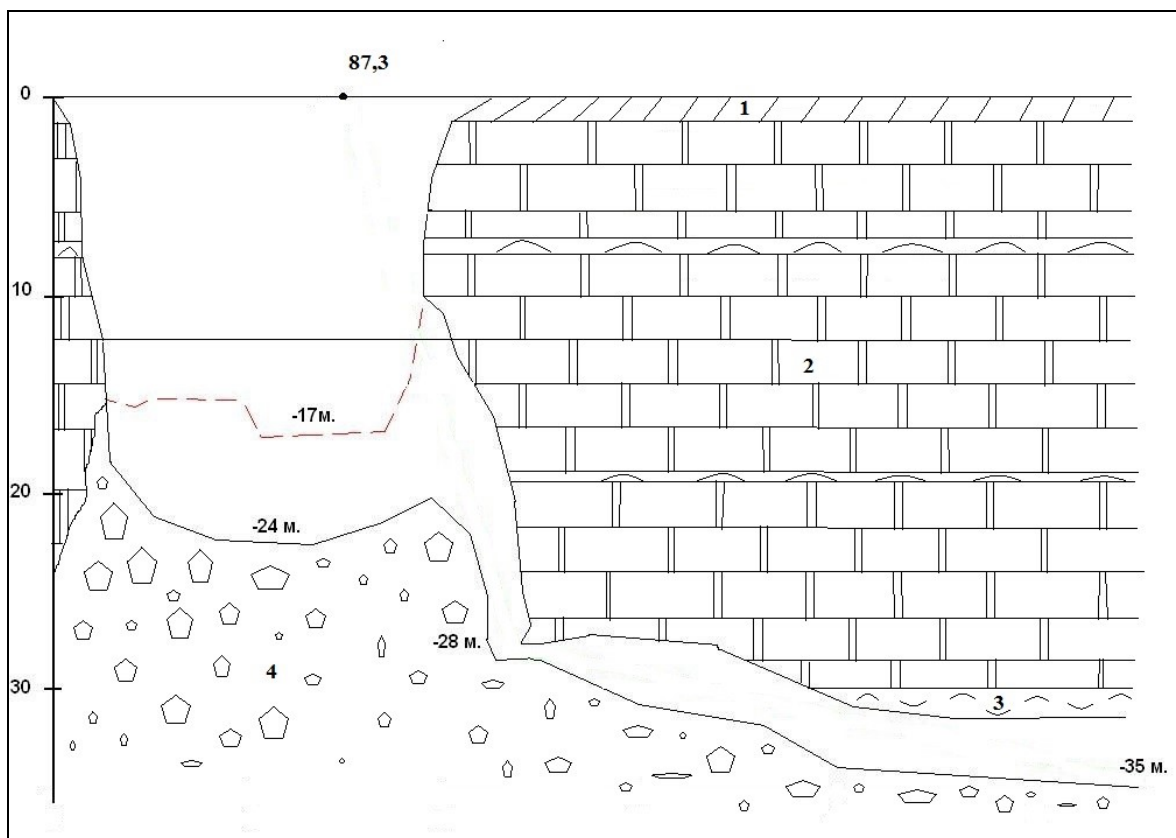


Рис. 4. Схематический геологический разрез Голубого-1

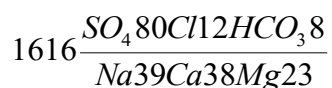
1 – глины средне-верхнеплейстоценовые (dQII-III), 2 – доломиты с прослоями селенита (P_{2ss}),
3 – гипсы и ангидриты (P_{2gd}), 4 – обвальные отложения

4. Гидрогеологическая характеристика

В гидрогеологическом отношении воды изучаемого района относятся к Волго-Сурскому артезианскому бассейну, палеозойской водоносной зоне, пермскому водоносному комплексу и казанскому водоносному горизонту. Последний здесь подразделяется на два водоносных подгоризонта, разделенных водоупорным подгоризонтом.

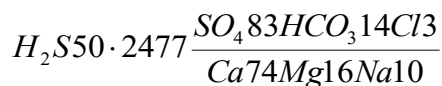
Верхнеказанский подгоризонт представлен преимущественно безнапорными водами, циркулирующими в доломитах сосновской свиты (водоносные коллекторы порового, трещинного и кавернового типа). Такие воды вскрываются на глубинах 10-15 м. На отдельных участках наблюдаются их выходы на поверхность в виде источников с дебитом до 1 л/с, редко больше. По литературным данным дебиты водозаборных скважин изменяются в широких пределах и могут достигать от 1л/с до 7-8,3 л/с и более. Удельные дебиты 0,2-13 л/с. Водопроницаемость горизонта варьирует от 30-50 до 1000-1700 м²/сут при средних значениях 350-450 м²/сут. Коэффициент фильтрации составляет от 0,3-5,0 м/сут до 20-50 м/сут и более. По химическому составу воды в зонах неглубокого залегания преимущественно гидрокарбонатные и сульфатно-гидрокарбонатные с минерализацией от 0,3 до 2,5 в среднем 1,1 г/дм³.

Данный тип вод питает озеро Черное. По результатам химического анализа вода с повышенной минерализацией, сульфатно-хлоридно-натриево-кальциевая:

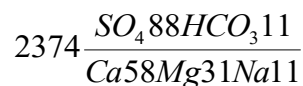


Нижнеказанский подгоризонт представлен слабонапорными водами, циркулирующими в известняках и доломитах калиновской свиты (коллекторы порового, трещинного, кавернового типа). Воды вскрываются на глубинах от 30-70 м. По долине рек Сок, Сургут, Шунгут наблюдаются выходы этих вод в виде сероводородных источников дебитом до 20 л/с и более. По литературным данным дебиты водозаборных скважин изменяются в широких пределах и могут достигать 1-6,2 л/с и более. Удельные дебиты 0,85-21 л/с. Водопроницаемость горизонта варьирует от 30-50 до 1000-3000 м²/сут при средних значениях 200-300 м²/сут. Коэффициент фильтрации составляет от 1,0-5,0 м/сут до 30-50 м/сут и более. По химическому составу воды часто сероводородные, преимущественно сульфатные, гидрокарбонатно-сульфатные, магниевые-кальциевые и смешанного состава с минерализацией от 0,9 до 2,9 в среднем 1,6 г/дм³.

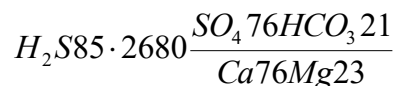
Вода Голубого озера сероводородная, сульфатно-гидрокарбонатно-кальциево-магниевая.



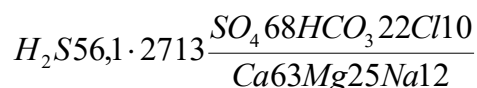
Вода Якушкинского серного источника сероводородная, сульфатно-гидрокарбонатно-кальциево-магниевая.



У райцентра Сергиевск известен курорт «Сергиевские минеральные воды». Группа из четырех каптированных источников, расположенных у тылового шва первой надпойменной террасы, через 20 м сливается в пруд «Серное озеро», а далее через плотину дает начало р. Сермяга – правому притоку р. Сургут. Общий дебит источников 67-73 л/с. Вода сероводородная, сульфатно-гидрокарбонатно-кальциево-магниевая:



В 2008 году зафиксировано образование нового источника в 0,8 км юго-западнее пруда «Серное озеро». 28 мая возникли грифоны воды с запахом сероводорода, выбивавшиеся из земли у тылового шва первой надпойменной террасы р. Сургут. Через месяц новый источник представлял собой изливающееся карстовое озеро диаметром 10 м и глубиной 3 м. Из озера вытекал ручей дебитом 22 л/с. Вода сероводородная, сульфатно-гидрокарбонатно-кальциево-магниевая:



Необходимо заметить, что это единственный сероводородный источник, дата образования которого известна. По предварительным оценкам прогнозируется, что механизм его образования и развитие будет соответствовать Голубому-1 [12].

Верхнеказанский водоупорный подгоризонт разделяет вышеописанные водоносные горизонты. Традиционно, считается, что он сложен породами гидрохимической свиты: плотными разностями известняков, доломитов, глин, гипс-ангидритовых пород.

На основе анализа строения Голубого-1 нами выделена **водоносная карстовая зона** в гипс-ангидритовой пачке гидрохимической свиты. Гидравлически она связана с нижеказанским водоносным горизонтом. Имеет коллекторы исключительно каналового типа, что является новым для Самарской области. Таким образом Голубое-1 относится к поверхностно-проточным карстовым озерам с подземным питанием и поверхностным стоком. Дайверы однозначно доказали наличие горизонтального канала зоны поддолинной (сифонной) циркуляции, что также является новым для Самарской области.

Пример Голубого-1 можно распространить на другие источники сероводородных вод, находящиеся в долинах рек, и в частности на вышеописанный новый источник. К настоящему времени имеется информация о 18 крупных выходах сероводородных вод в Самарской области.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бортников М.П. Геология Самарской области: учеб. пособие / Самар. гос. техн. ун-т. – Самара, 2010. – 112 с.: ил. – Текст электронный. – URL: <https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-geologiyasamarskojyoblasti.pdf>.
2. Бортников М.П. Карст Самарской области / Самар. гос. техн. ун-т. – Самара, 2012. – 182 с.: ил.
3. Паллас П.С. Путешествие по разным провинциям Российской империи. Ч. II, Кн. 1. – 2-е изд. – СПб., 1770. – 350 с.
4. Научное наследие П.С. Палласа. Письма, 1768-1771 гг. / Сост. В.И. Осипов; пер. с нем. В.И. Осипова, Г.И. Федоровой. – СПб.: Творч.-изд. агентство «Ленингр. ин-т дизайна», 1993. – 250 с.

5. Голубое озеро: исследования и статьи / [Сост. А.Е. Петрова]. – Самара. Изд-во О. Кузнецовой, 2015. – 206 с.: ил.
6. Лосиевский В.С. Шунгутское Голубое озеро // Вестн. император. русского географич. о-ва на 1851 г. – Ч.2. – СПб., 1851. – С. 85-87.
7. Бортников М.П., Ременюк А.В. Сероводородные источники Самарской области // Самарский край в истории России: материалы межрегион. науч. конф. – Самара, 2015. – Вып. 5. – С. 4-6.
8. Ткаченко К.С., Таразанов В.В. Экосистема Голубого озера как пример карстового серного водоема с изолированной биотой // Изв. Самарского науч. центра РАН. – 2009. – Т. 11, № 1. – С. 140-145.
9. Кутырев С.В. Карстовые процессы в окрестностях Голубого озера // Спелеология Самарской области. – Самара, 2007. – Вып. 4. – С. 38-47.
10. Бортников М.П. Карстовые озера Самарской области // Спелеология Самарской области. – Самара, 2011. – Вып. 6. – С. 38-41.
11. Бортников М.П., Ременюк А.В. Голубое озеро – одна из крупнейших подводных пещер Поволжья // Спелеология Самарской области. – Самара, 2015. – Вып. 8. – С. 4-11.
12. Бортников М.П. Образование сероводородного источника в Сергиевском районе Самарской области // Спелеология Самарской области. – Самара, 2011. – Вып. 6. – С. 42-45.

УДК 551.733: 565.2

DOI:10.7242/echo.2023.1.3

**ГРАФИЧЕСКИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ
В ГЕОЛОГО-ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПОЗИЦИИ МУЗЕЯ КАРСТА
И СПЕЛЕОЛОГИИ ГОРНОГО ИНСТИТУТА УРО РАН
(НА ПРИМЕРЕ ТРИЛОБИТА *PARACERAURUS*
ИЗ ОРДОВИКА ПРИБАЛТИКИ)**

С.В. Наугольных¹, Д.В. Наумкин²

¹Геологический институт РАН, г. Москва

²Горный институт УрО РАН, г. Пермь

Аннотация: В статье рассмотрено использование палеонтологической экспозиции музея карста и спелеологии Горного института Уральского отделения РАН для образовательных и просветительских целей. Специальное внимание уделено коллекции окаменелостей ордовикского возраста и, в особенности, редкому экземпляру крупного цефалона трилобита *Paraceraurus* sp. Подчеркнуто значение графических иллюстративных реконструкций для повышения наглядности экспонируемых материалов.

Ключевые слова: графическая реконструкция, ордовик, кукерсит, трилобиты, экспозиция, просвещение, музей карста и спелеологии.

Введение

Наглядность и эффективность геолого-палеонтологических экспозиций профильных и образовательных музеев во многом связаны не только с подбором натуральных экспонатов, но и с тем, как эти экспонаты вписаны в общий контекст экспозиции, и с тем, какой визуальный ряд их сопровождает.

Довольно часто сотрудники музеев и дизайнеры, участвуя в подготовке экспозиции, идут по «пути наименьшего сопротивления», то есть выбирают, на первый взгляд, наиболее простой, дешевый и эффективный вариант изготовления изобразительного ряда и при этом просто заимствуют из литературы или интернета понравившиеся и подходящие по тематике иллюстрации, нередко не указывая авторства работы и источника заимствования. Нарушение этических норм и авторских прав (копирайта) делают этот путь совершенно не приемлемым. Исключение составляют те случаи, когда экспозиционеры получают прямое письменное согласие правообладателя на использование его материалов в экспозиции. В соответствии с