

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОЗЕРА КУЧУКСКОЕ И ПОДЗЕМНЫЙ СТОК В ВОДООХРАННОЙ ЗОНЕ

О.В. Климов¹, С.П. Казьмин²

¹ *ФГБУ «Сибирский региональный научно-исследовательский
гидрометеорологический институт», Новосибирск*

² *Западно-Сибирское отделение Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН,
филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр
«Красноярский научный центр СО РАН»», Новосибирск*

Дана характеристика современного морфометрического состояния оз. Кучукское, расположенного на юге Западной Сибири в Алтайском крае, условий береговых зон и подземного стока в водоохранной зоне, а также техногенного воздействия и предотвращения деградации экосистем бассейна водоема. Источниками питания рассматриваемого водного объекта являются талые воды сезонных снегов, дожди и грунтовые воды. Соблюдение водного режима на территории водоохранных зон является составной частью комплекса мер по улучшению экологического состояния водного объекта.

Ключевые слова: *рапа, современная долина, поверхностные воды, грунтовой поток, сезонный сток, водный баланс.*

MORPHOMETRIC FEATURES OF KUCHUKSKOYE LAKE AND UNDERGROUND RUNOFF IN THE WATER PROTECTION ZONE

O.V. Klimov¹, S.P. Kazmin²

¹ *Siberian Regional Research Hydrometeorological Institute, Novosibirsk*

² *West-Siberian Branch of the Forest Institute n. a. V.N. Sukachev SB RAS,
branch of Federal State Budgetary Scientific Institution "Federal Research
Center "Krasnoyarsk Scientific Center of the SB RAS", Novosibirsk*

The paper presents characteristic of the current morphometric state of the Kuchukskoye lake located in the south of Western Siberia in the Altai Territory, the conditions of coastal zones and underground runoff in the water protection zone, as well as technogenic impact and prevention of degradation of the ecosystems of the reservoir basin. The sources of nutrition for the considered water body are the melt waters from seasonal snows, rains and ground waters. Compliance with the water

regime on the territory of water protection zones is an integral part of a set of measures to improve the ecological state of a water body.

Key words: *brine, modern valley, surface waters, groundwater flow, seasonal runoff, water balance.*

Озеро Кучукское находится на территории Благовещенского района Алтайского края. Географические координаты: 52°47' с.ш. и 79°40'–79°52' в.д. от Гринвича. Форма эллиптическая, вытянутая с севера на юг длиной 18,0 км, шириной 11,5 км. Площадь акватории от 175 до 181 км²; глубина озера 2–2,2 м и только у юго-восточного берега достигает 2,7–3,1 м. Водоем представляет собой палеозалив Кулундинского озера, с которым соединен протокой [1–3]. Между озерами построена водорегулирующая плотина для поддержания уровня оз. Кучукское и обогащения его солями. В летнее время его уровень заметно снижается из-за добычи рапы. Месторождение целенаправленно изучается с 1927 г. институтами АН СССР, ВНИИ Галургии, ЗСГУ и др. Эксплуатация месторождения начала Кучукским сульфатным заводом в 1960 г. [4]. Промышленное освоение сульфата натрия с 1963 г. осуществляется путем закачки летней рапы озера, содержащей наибольшую концентрацию сульфата натрия, по специальному рапопроводу в садочный бассейн – оз. Селитренное [5]. При осенне-зимнем понижении температуры происходит садка мирабилита, после чего обессульфаченный маточник сбрасывают обратно в оз. Кучукское. Озеро Кучукское является единственным в Западной Сибири незамерзающим водоемом.

Природно-территориальные комплексы любого таксономического ранга представляют собой результат сложного взаимодействия компонентов макрорельефа, которые обладают различными стокоформирующими свойствами, специфичными для ландшафтов регионального и топологического уровня. На региональном уровне ведущая стокоформирующая роль принадлежит водно-тепловому балансу, обеспечивающему дифференциацию приходной части водного баланса, и макрорельефу территории как структурно организующему фактору стока. Его формы, послужившие геолого-геоморфологической основе ландшафтов для обособления физико-географических провинций, представлены возвышенностями, их склонами, замкнутыми низменностями, озерными понижениями, речными долинами, по-разному выполняющими стокоформирующую функцию. В совокупности с крутизной склонов эти особенности обеспечивают различную степень расчлененности и скорость освобождения территории провинции от выпавших осадков, условия инфильтрации и питания подземной части гидросферы [7]. На топологическом уровне преобладает ландшафтно-дифференцированное перераспределение осадков между статьями водного баланса, включая транспирацию, поверхностный сток, инфильтрацию и т. д.

Согласно календарному плану к договору № 2021-82/ВБ от 6 декабря 2021 г. между ИГМ СО РАН и ФГБУ «СибНИГМИ», в период 10–20 июня 2022 г. были проведены полевые работы на оз. Кучукское и прилегающей к нему территории. Предшествующим видом исследований являлись следующие предполевые работы: сбор, обработка и анализ ранее полученных данных; изучение водных объектов и прилегающих территорий по разномасштабным топографическим картам и космическим снимкам высокого разрешения с помощью компьютерного программного обеспечения ArcGIS. Собранный материал позволил определить объем полевых исследований, необходимых для выполнения поставленных задач. Полевые работы производились в соответствии с требованиями действующих нормативных документов. Основой проведения исследований являлось получение специализированной гидрологической информации (морфометрических особенностей) по форме 6.1 водных объектов [8] и решение следующих задач: а) определение морфометрических характеристик оз. Кучукское; б) обследование водотоков и исследование разгрузки подземных вод в водоохранной зоне вдоль побережья озера.

При рекогносцировочном обследовании с помощью навигатора GPS-MAP 60CSx компании Garmin (США) на местности были уточнены географические координаты и места заложения четырех гидрометрических створов (одного продольного и трех поперечных) на оз. Кучукское (рис. 1).

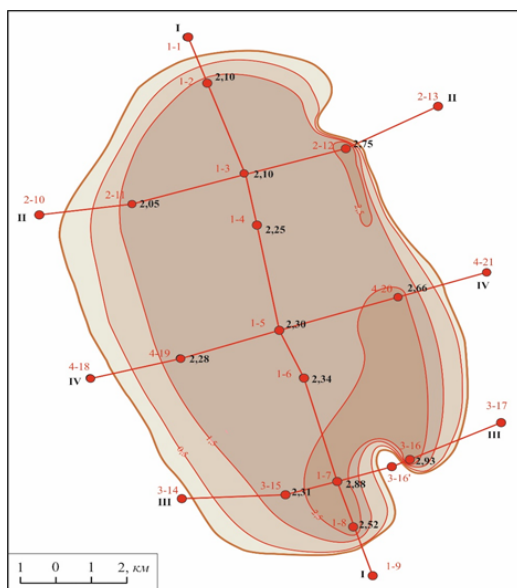


Рис. 1. Места расположения гидрометрических створов

Гидрологические работы в июне 2022 г. сотрудниками ФГБУ «СибНИГМИ» проводились на двухместной резиновой лодке и арендованной лодке с мотором. В створах были установлены репера водомерных постов с нумерацией нуля графика, т. е. отметки высоты, относительно которой измеряется уровень воды. Измерения глубин проводились при помощи эхолота-навигатора Mark-4 фирмы Lowrance с точностью до 0,1 м. Все точки промеров привязаны к координатной сетке в системе WGS 1984 при помощи GPS-приемника GPSMAP 60CSx компании Garmin (США). Маршрутные точки, маршруты и треки были переданы с устройства Garmin на электронные карты при помощи программы MapSource. Глубина рассматриваемого водоема приведена на батиметрической карте (рис. 2).

Водоохранной зоной является территория, прилегающая к водоему и водотоку, на которой устанавливается специальный режим хозяйственной деятельности в целях предотвращения загрязнения, засорения, истощения вод и заиливания водных объектов [9]. Соблюдение специального режима на территории водоохранных зон является составной частью комплекса природоохранных мер по улучшению гидрологического режима и экологического состояния, благоустройству прибрежной территории водного объекта. Площадная оценка участков экосистем водоохранных зон водных

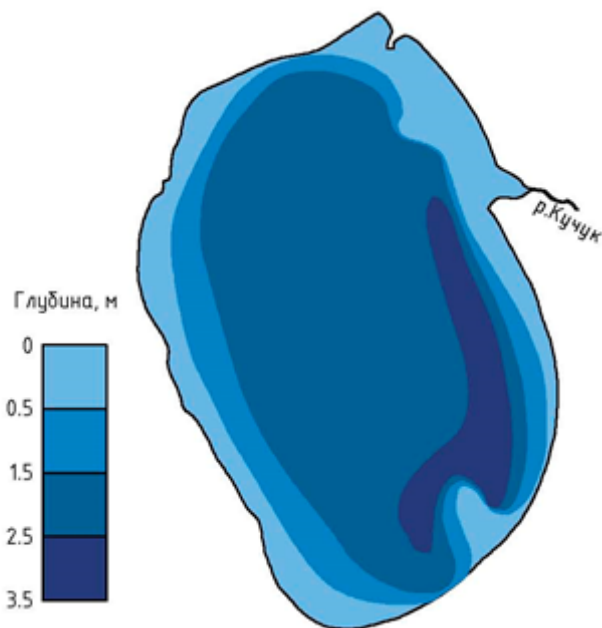


Рис. 2. Батиметрическая карта (оз. Кучукское 14–20 июня 2022 г.)

объектов необходима для выявления динамики изменения площадей залуженных участков, зон под кустарниковой растительностью и участков под древесной и древесно-кустарниковой растительностью. В границах водоохранных зон устанавливаются прибрежные защитные полосы, на территории которых вводятся дополнительные ограничения хозяйственной и иной деятельности. Протяженность оз. Кучукское – 18 км, ширина – 11,5 км. Согласно Водному кодексу РФ [9], водоохранная зона для данного водоема принята в размере 100 м. В летний период производилось обследование водоохранной зоны вдоль побережья озера, при котором определялось наличие эрозионных процессов на пойме. При дешифрировании и анализе космоснимков, топокарт различного масштаба выявлено состояние экосистем – природные естественные ландшафты и нарушенные антропогенные площади на исследуемых участках. Поток поверхностных и подземных вод зависит от геоморфологии района и направлен от возвышенных поверхностей в сторону понижения [10] (рис. 3).

Учитывая разгрузку грунтового потока в поверхностные воды, кроме определения морфометрических показателей озера, на р. Кучук в ее низовье при впадении в водоем (рис. 4) был установлен гидрометрический промерный створ, где определялись глубина, скорость течения, расход воды в водоохранной зоне.

Подземные воды образований приурочены к горизонтам и линзам песков различного грансостава. Глубина залегания подземных вод – до 500–800 м, грунтовых вод – от 0,2 до 10 м. Условия распространения зависят от литолого-стратиграфических и фациальных особенностей водовмещающих пород. Подземные воды водоносных комплексов обладают значительным напором – от 20 до 700 м, местами статические уровни в пробуренных скважинах, оборудованных на меловой водоносный горизонт,

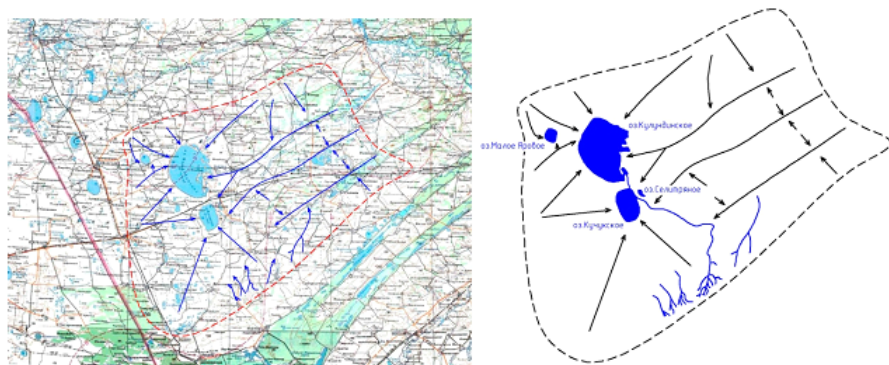


Рис. 3. Схема водосбора региона исследований



Рис. 4. Река Кучук при впадении в озеро Кучукское (а – космоснимок, б – на местности)

устанавливаются на отметках +15...+25 м (таких скважин на рассматриваемой территории нет, в связи с этим подземные водоносные комплексы не связаны с грунтовыми водами и не питают их). Минерализация подземных вод колеблется от 0,5–1,0 до 2–5 г/дм³.

Для установления направления потока грунтовых вод в области питания их на возвышенных участках, в области транзита (на склонах приподнятой местности) и на участке разгрузки (в прибрежной части поймы оз. Кучукское) были пробурены скважины ручным буром «Мечта геолога». Уровень грунтовых вод в зондировочных скважинах ручного бурения измерялся хлопущей, в ранее пробуренных наблюдательных скважинах – уровнемером скважинным УЭ-100. Грунтовые воды приурочены к различным генетическим отложениям четвертичного возраста. Распространение подземных вод, залегающих первыми от земной поверхности, и глубина их залегания тесно увязываются с основными геоморфологическими элементами, современными ландшафтными комплексами. Взаимосвязь глубин залегания грунтовых вод, их минерализации отмечается с определенными типами местности. В 2000–2018 гг. на прилегающей к оз. Кучукское территории из грунтового горизонта с разной периодичностью отбирались пробы на химанализ из 1773 скважин с глубин 1–17,5 м. Минерализация колеблется от 0,5 г/дм³ и выше до рассолов, увеличиваясь на низких озерных террасах. Преобладают грунтовые воды сульфатно-хлоридного и хлоридно-сульфатного типа.

Питание грунтовых вод осуществляется в основном за счет инфильтрации атмосферных осадков и поверхностных водотоков. Особенностью режима грунтовых вод является четко выраженный подъем уровней в весенне-летний период и постепенный спад уровней в летне-осенне-зимний период. В отдельные многоводные годы наблюдается некоторое повышение уровня грунтовых вод в летне-осенний период за счет инфильтрации дождевых осадков. Весенний подъем уровней ярко выражен и длится сравнительно недолго, затем наступает постепенный спад уровня, достигающий своего минимума в марте–апреле.

Минерализация грунтовых вод также изменяется в течение года. В период весенне-летнего максимума отмечается некоторое уменьшение минерализации грунтовых вод, а в зимний период – увеличение.

Режимные наблюдения показывают, что годовая амплитуда колебаний уровней грунтовых вод может быть определена для пойм и низких террас до 1,5–2 м, сезонных – до 0,2–0,4 м. С эпохами минимальных значений солнечной активности увязывается максимальное положение уровней грунтовых вод и наоборот [11].

Водно-солевой баланс тесно связан с водо- и солепереносом в гидросфере и атмосфере [12]. Их функцией является гидрохимический сток, включающий поступление солей с атмосферными водами, перераспределение водами склонового стока, речными, озерными и подземными водами. Гидрохимические процессы, развиваясь во времени, формируют в большей или меньшей степени устойчивые галогидрохимические структуры. С явлениями формирования, перераспределения воды и солей связано образование стока, химического состава поверхностных и подземных вод, соленакопление в почвах и нижележащих отложениях или их рассоление. В связи с ними при наличии благоприятных условий протекают процессы заболачивания, суффозионно-просадочные, карстовые, эрозийные, включая засоление – рассоление, которые существенным образом влияют на современное состояние территории [3, 10, 13].

Днище оз. Кучукское лежит выше первого выдержанного водоупора, который перекрыт надводоупорной толщей. В ней формируются грунтовые воды, для которых озеро – основной участок разгрузки, как и для сравнительно небольшой р. Кучук. В озере идет активная садка солей, образуя пластовые залежи мирабилита. Характерной особенностью является смыкание уровня воды в озере с зеркалом грунтовых вод и непосредственная связь озерных и грунтовых вод. Связь эта имеет двухсторонний характер в зависимости от положения уровней. Во влажные годы или периоды года с повышенным увлажнением уровень грунтовых вод находится выше уреза воды в озере. Озеро дренирует грунтовые воды, с которыми поступают в него и соли. Другие источники воды и солей – атмосферные осадки и поверхностные воды водотоков [14].

Единственная статья расхода воды при таком положении уровней – испарение. Зимой (обычно во второй ее половине или в конце) взаимное положение зеркала грунтовых вод и озера изменяется, что создает условия, благоприятные для инфильтрации воды из озера и удаления какого-то количества солей. Такая возможность наблюдается иногда и в засушливые периоды летом. Таким образом, поддерживается промывной режим озера и исключается накопление в нем избыточных солей. Если этот режим нарушается в результате кольматации донных отложений или по каким-то другим причинам, то минерализация воды в озере увеличивается. Вокруг

озера образуются пояса засоления. Там, где берега низкие, грунтовые воды залегают неглубоко от поверхности. Но под воздействием проявляющейся здесь активной транспирации и испарения зеркало грунтовых вод опускается, образуя депрессионный желоб, в который устремляются не только грунтовые воды, фильтрующиеся в сторону озера, но и воды (и соли) из озера. Химический состав грунтовой воды в пределах депрессионного желоба формируется в результате смешивания грунтовых вод, фильтрующихся в сторону озера и из него. Почвы вокруг озера в зоне депрессионной воронки быстро засоляются. Сама зона отчетливо обозначена обильными выпотами солей на поверхности.

Важнейшими гидрохимическими показателями поверхностных и грунтовых вод являются минерализация, объем выносимых стоками солей и их модуль, отнесенный к определенной площади (км^2), химический состав воды. Необходимы представления об их изменении во времени в течение года и по площади. Для этой цели рекомендуется пробурить три куста на грунтовые воды с тремя наблюдательными скважинами в каждом: а) в северной части оз. Кучукское со стороны оз. Кулундинское, б) в междоузье Селитряное–Кучукское, в) между запруженной частью р. Кучук и озером Кучукское. Глубина скважин до 7 м. Расстояние между скважинами на каждом кусте в зависимости от условий на местности 50–100 м. Во всех скважинах в течение 5 лет необходимо ежемесячно проводить мониторинг грунтовых вод – замеры глубины залегания, отбор в соответствии с требованиями ГОСТ Р 59024-2020 «Вода. Общие требования к отбору проб» и анализ стандартного химического состава в соответствии с существующими нормативными руководствами и инструкциями в аккредитованных аналитико-технологических испытательных центрах.

Основные слагаемые приходной части водного баланса оз. Кучукское составляют осадки на поверхность озера, подземный приток в весенне-летне-осенний периоды, сток р. Кучук и сток с площади, непосредственно примыкающей к озеру (боковой приток). Ведущая роль в формировании водного баланса принадлежит атмосферным осадкам. Единственной статьей расхода водного баланса озера является величина испарения. Уникальность рассматриваемого водоема состоит в том, что в зимний период грунтовые воды питаются с озера, так как поток направлен с озера, в связи с повышенным уровнем и отсутствием покрытия ледовым слоем.

Литература

1. Баталиш Ю.В., Эдигер В.Г. Гидрохимический режим и геологическое строение оз. Кучук // Нерудные ископаемые Западной Сибири. Казань, 1971. Вып. 32. С. 68–94.
2. Геология и полезные ископаемые России: В 6 т. Т. 2. Западная Сибирь / Под ред. А.Э. Конторовича, В.С. Суркова. СПб.: ВСЕГЕИ, 2000. 477 с.

3. Западная Сибирь / Отв. ред. Г.Д. Рихтер. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 488 с.
4. *Каишаров О.Д., Микицинский В.В.* Проект кондиций на рапу озера Кучук. Л.: ВНИИГ, 1960. 101 с.
5. Производство сульфата натрия из рассолов озера Кучук / Под ред. Е.Е. Фроловского. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2001. 444 с.
6. *Винокуров Ю.И., Цимбалей Ю.М.* Ландшафтная индикация в эколого-географических исследованиях. Новосибирск: Акад. изд-во «Гео», 2016. 258 с.
7. *Казьмин С.П.* Основа рационального природопользования Западной Сибири. Красноярск: ИЛ СО РАН, 2019. 212 с.
8. Об утверждении форм и порядка представлений сведений, полученных в результате наблюдений за водными объектами, заинтересованными федеральными органами исполнительной власти, собственниками водных объектов и водопользователями: Приказ МПР РФ от 6 февраля 2008 г. № 30 (ред. от 13.04.2012 № 105; от 30.03.2015 № 153).
9. Водный кодекс Российской Федерации от 3 июня 2006 г., № 74-ФЗ (ред. от 28.04.2023).
10. Инженерная геология СССР: В 8 т. Т. 5. Алтай, Урал / Под ред. Е.М. Сергеева. М.: Изд-во МГУ, 1978. 219 с.
11. *Казьмин С.П.* Гидрогеологические особенности покровных субэразальных отложений на юге Западной Сибири // Фундаментальные проблемы квартера: итоги изучения и основные направления дальнейших исследований: Материалы VI Всероссийского совещания по изучению четвертичного периода (Новосибирск, 19–23 октября 2009 г.). Новосибирск, 2009. С. 249–251.
12. *Силецкий К.Н.* Условия формирования теплового и водного балансов сульфатных озер Кулунды (на примере оз. Кучук): Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Новосибирский гос. педагогический ин-т. Иркутск, 1967. 32 с.
13. *Лузгин Б.Н.* Формирование антропогенно-природных катастрофических ситуаций (на примере Алтайского региона): Автореф. науч. доклада. ... д-ра геогр. наук. Томск, 2006. 79 с.
14. *Винокуров Ю.И.* Ландшафтные индикаторы инженерно- и гидрогеологических условий Предалтайских равнин. Новосибирск: Наука, 1980. 196 с.