

О. В. Климов¹✉, С. П. Казьмин²

Экологическое состояние водного объекта у санатория «Берёзка» в Красноярском крае

¹Сибирский региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт,
г. Новосибирск, Российская Федерация

²Западно-Сибирское отделение Института леса им. В. Н. Сукачёва СО РАН - филиал ФГБНУ
«Федеральный исследовательский центр "Красноярский научный центр СО РАН"»,
г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: klimov@sibnigmi.ru

Аннотация. В прошлом веке в 25 км от города Зеленогорска Красноярского края на искусственном водохранилище реки Большая Камала был создан санаторий «Берёзка». В конце столетия вода в водоёме начала интенсивно цвести, увеличился слой ила. Было принято решение очистки ложа водохранилища путём спуска воды. Бульдозеры соскребали ил со дна водоёма. Часть ила вывозили на машинах, а часть из-за нехватки техники сгребали с левого и правого берега к центру, тем самым частично перегородив правую часть водохранилища от левой косой, протяжённостью около 300 м, почти на половину уходящей в центр водоёма. Ширина косы в некоторых местах составила 9 метров. Водоём вновь заполнили «чистой» водой. В 2016 году находиться на его берегу было неприятно: хлопья сине-зелёных водорослей на поверхности, неприятный резкий запах, очень низкая прозрачность. Возможными причинами высокой степени эвтрофирования водохранилища на реке Большая Камала, проявляющемся в интенсивном цветении сине-зелёными водорослями могут быть снижение проточности из-за зарегулирования речного стока, поступлении биогенных элементов веществ из затопленных почв, с промышленными, хозяйственно-бытовыми и сельскохозяйственными стоками, из донных отложений, разлагающихся остатков фитопланктона и высшей водной растительности. Водоохранилище на реке Большая Камала, являясь характерным равнинным водохранилищем, обладает низкой проточностью, высоким содержанием органического вещества, подвергается всем факторам техногенеза, так как река проходит через населённые пункты вверх по течению и проходит вдоль железной дороги. Было предположено, что тормозящим фактором эффективности искусственной альголизации водохранилища на р. Большая Камала является антропогенное влияние, заключающееся в создании косы, которая привела к снижению проточности, повышению температуры воды, интенсивному цветению ядовитыми сине-зелёными водорослями.

Ключевые слова: озеро, илистость, цветение, водохранилище, антропогенное происхождение

O. V. Klimov¹✉, S. P. Kazmin²

The ecological state of the water body at the «Berezka» sanatorium in the Krasnoyarsk territory

¹Siberian Regional Research Hydrometeorological Institute, Novosibirsk, Russian Federation

²West Siberian Branch of the Sukachev Institute of Forest SB RAS - Branch of the Federal
Research Center "Krasnoyarsk Science Center", Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: klimov@sibnigmi.ru

Abstract. In the last century, the Berezka sanatorium was created 25 km from the city of Zelenogorsk in the Krasnoyarsk Territory on an artificial reservoir of the Bolshaya Kamala River. At the end of the century, the water in the reservoir began to bloom intensively, and the silt layer increased. It was decided to clean the reservoir bed by draining the water. Bulldozers were scraping silt from the bottom of the reservoir. Some of the silt was removed by cars, and some, due to lack of equipment, were raked from the

left and right banks to the center, thereby partially blocking the right side of the reservoir from the left oblique, about 300 m long, almost half extending into the center of the reservoir. The width of the spit in some places was 9 meters. The reservoir was filled with "clean" water again. In 2016, it was unpleasant to be on its shore: flakes of blue-green algae on the surface, an unpleasant pungent smell, and very low transparency. Possible reasons for the high degree of eutrophication of the reservoir on the Bolshaya Kamala River, manifested in the intense blooming of blue-green algae, may be reduced flow due to overregulation of river flow, the influx of nutrients from flooded soils, industrial, domestic and agricultural runoff, from bottom sediments, decomposing remnants of phytoplankton and higher aquatic vegetation. The reservoir on the Bolshaya Kamala River, being a characteristic lowland reservoir, has a low flow rate, a high content of organic matter, and is subject to all factors of technogenesis, since the river passes through populated areas upstream and runs along the railway. It was assumed that the inhibiting factor of the effectiveness of artificial algolization of the reservoir on the Bolshaya Kamala River is the anthropogenic influence, which consists in the creation of a spit, which led to a decrease in flow, an increase in water temperature, and an intense flowering of poisonous blue-green algae.

Keywords: lake, siltiness, flowering, reservoir, anthropogenic origin

Введение

ФГБУ «СибНИГМИ» в период 17–19 сентября 2024 г. были проведены исследования гидрологического режима и русловых процессов на водохранилище у санатория «Берёзка», расположенного в 25 км от г. Зеленогорска Красноярского края на водотоках Большая Камала и Сыргил. Цель работ – определить возможность и целесообразность выполнения дноуглубительных работ для установления и поддержания благоприятных экологических условий на водохранилище. В состав работ входили: сбор и систематизация исходных данных; анализ многолетних данных по уровневому режиму, расходам воды, изменений русла на основе имеющихся навигационных карт, русловых и спутниковых съемок; натурные наблюдения для получения исходных данных о гидрологическом режиме водных объектов. Гидрометеорологические изыскания проводились в соответствии с требованиями действующих нормативных документов [1-4].

В административном отношении рассматриваемый район находится в южной части Красноярского края. Поверхность территории полого-увалистая равнинная, расчленённая долинами рек с пологими склонами и заболоченными днищами, балками и оврагами, охватывает в основном территорию занятой лесостепью. По гидрологическому районированию территория относится к Красноярско-Рыбинскому району [5]. Река Большая Камала является левым притоком реки Кан, длина водотока – 56 км, площадь водосбора – 460 км². В гидрологическом отношении Большая Камала и Сыргил являются неизученными реками. Пункты наблюдений за водным режимом рек по данным Росгидромета отсутствуют. Водохранилище создано грунтовой плотиной. Назначение – рекреационное. Режим регулирования – сезонный. Максимальная глубина – 3,82 м, средняя глубина – 2,19 м. Площадь зеркала при НПУ – 0,32 км². Полный объем водохранилища (при НПУ) – 0,85 млн. м³. Полезный объем водохранилища – 0,80 млн. м³. Годовой ход уровня воды в водохранилище характеризуется периодами весеннего наполнения с одновременной сработкой в летне-осенний и зимний периоды.

Методы и материалы

В состав полевых работ включались: промеры глубин на водоёме, расположенном на реке Большая Камала; измерение скорости течения и расходов воды

на водотоках Большая Камала и Сыргил; отборы проб воды для определения химического состава, следующих ингредиентов: азот аммонийный, азот нитритный, гидрокарбонаты, ХПК, нитраты, нефтепродукты, гидрокарбонаты, хлориды, марганец, магний, медь, цинк, алюминий, кальций, натрий и калий. Для получения морфометрических характеристик водохранилища проводилась батиметрическая съёмка рельефа дна водоёма по профилям.

Для уточнения рельефа дна акватории водохранилища с помощью навигационного эхолота Fishfinder 250, установленного на маломерном судне, были проведены промеры глубин дна в 50 точках. Результаты батиметрической съёмки послужили исходным материалом для построения цифровой модели карты в масштабе 1:10 000 с использованием программного пакета ArcInfo 9.3. На карте дано изображение подводного рельефа при помощи изобат (линий равных глубин). Сечение изобат проведено через 1 м. Для большей наглядности карта дополнена послойной окраской синих оттенков (рис. 1).

Согласно данным наблюдений максимальная длина водоёма по руслу реки составила в период измерений 837 м, средняя ширина около 320 м, средняя глубина – 2,24 м. Полный объём – 599962 м³, площадь зеркала – 0,27 км². Рельеф дна является одним из факторов, влияющих на экологическую ситуацию водоёма. Оказывая воздействие на направление и скорость придонных течений, он в большей степени определяет пути переноса загрязняющих веществ и области их накопления. Рельеф дна озера (пруда) в целом выровненный и не имеет резких перепадов. Отмечаются отдельные локальные впадины. Максимальные глубины дна зафиксированы в нижней зоне водоёма в районе дамбы (до 3,5–4,0 м) и ~ 200 м севернее санатория «Берёзка» (до 4,5 м). В прибрежной части выделяется мелководная зона, в пределах которой глубина изменяется от 0 до 2 м.

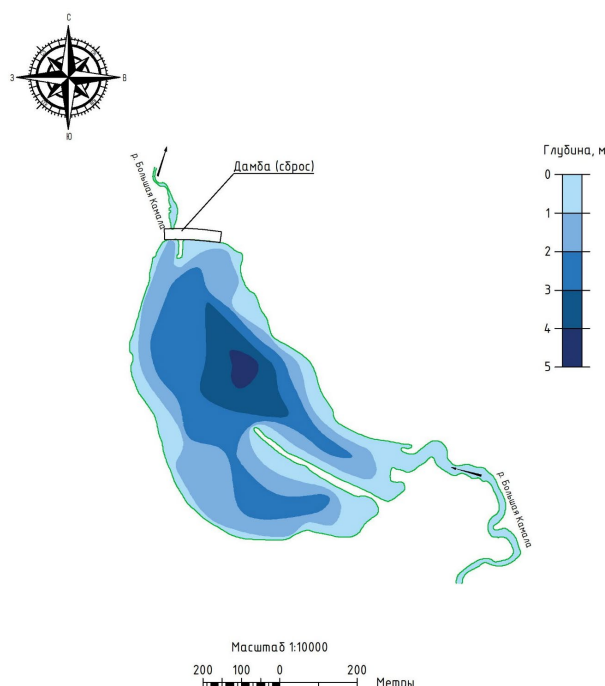


Рис. 1. Батиметрическая карта водохранилища на р. Большая Камала

В период наблюдений производилось обследование водоохранной зоны вдоль побережья пруда с различной растительностью, при котором определялось наличие эрозионных процессов на пойме. При дешифрировании и анализе космоснимков, топокарт различного масштаба выявлено состояние экосистем – природные и естественные ландшафты и нарушенные антропогенные площади на исследуемых участках. Поток поверхностных и подземных вод зависит от геоморфологии и направлен от возвышенных поверхностей в сторону понижения.

Результаты

Проведённые исследования показали, что загрязнение водохранилища является аллохтонным (привнесённым). Постоянное поступление в водоём биогенных веществ от промышленных и сельскохозяйственных предприятий, расположенных вверх по течению реки Большая Камала, способствуют бурному размножению сине-зелёных водорослей и снижают эффективность работы хлореллы. Коса, перегораживающая водоём, антропогенного происхождения. В результате очистки ложа от донных отложений, препятствует проточности воды, являясь причиной повышением температуры в воде и загрязнения водоема. Искусственно созданная коса способствует повышению уровня грунтовых вод в водоохранной зоне и заболачиванию площадей, приближенных к урезу воды в пруду.

В 2015–2016 гг. было проведено исследование трофического состояния водоема. В результате была выявлена проблема интенсивного загрязнения водохранилища, расположенного на территории санатория-профилактория «Березка». Проблема эта заключалась в неудовлетворительных показателях прозрачности воды (7 см), высокой концентрации хлорофилла, низком содержании растворенного в воде кислорода, неприятный запах, наличие на поверхности хлопьев водорослей. Все это указывало на наличие процессов, ведущих к его превращению в болото, статус водоема был определен, как «высокоэвтрофный».

Возможными причинами высокой степени эвтрофирования водохранилища р. Большая Камала, проявляющемся в интенсивном цветении сине-зелёными водорослями могут быть снижение проточности из-за зарегулирования речного стока, поступлении биогенных элементов веществ из затопленных почв, с промышленными, хозяйственно-бытовыми и сельскохозяйственными стоками, из донных отложений, разлагающихся остатков фитопланктона и высшей водной растительности. Водоохранилище р. Большая Камала, являясь характерным равнинным водохранилищем, обладает низкой проточностью, высоким содержанием органического вещества, подвергается всем факторам техногенеза, так как река проходит через населенные пункты вверх по течению и проходит вдоль железной дороги.

Для поиска источника загрязнения были выбраны 8 станций вдоль р. Большая Камала и ее притоков, предположительно претерпевающие антропогенное влияние. Химический и гидробиологический анализы проб воды по станциям исследования указывает на негативное влияние г. Бородино на качество воды р. Ирша (левого притока р. Большая Камала) и, следовательно, водотока Большая Камала. Вместе с тем, на подходе к водохранилищу у санатория «Берёзка» качество воды заметно улучшается, что можно объяснить интенсивностью процессов самоочищения. Изменение качества воды также наблюдается в левой (юго-восточной) части водохранилища, лишенного проточности из-за косы, протяженностью около 300 м.

Заключение

Химсостав и характерные черты гидрохимического режима поверхностных вод обуславливаются комплексом природных факторов, основными из которых являются климатические условия, геолого-геоморфологическое строение территории, характер почв и растительного покрова, а также влиянием техногенеза. Взвешенные частицы уменьшают прозрачность воды, тем самым уменьшая проникновение в нее света, что в свою очередь снижает фотосинтез водных растений и аэрацию водной среды. Взвешенные вещества влияют на температуру и состав растворенных компонентов поверхностных вод, они способствуют заилению дна в зонах с малой скоростью течения, оказывают неблагоприятное воздействие на жизнедеятельность водных организмов. Взвешенные вещества – это гумусовые соединения либо примеси, содержащие в своем составе железо. Количество данных веществ зависит от природных условий, где находится водоём. Нерастворенные формы частиц представлены в минеральном виде - частицы песка, глины, в форме органических веществ техногенной природы – нефтепродуктов и т.п. Содержание нитратов определяет потенциальную продуктивность водоёмов и имеет важное значение для рыбохозяйственных целей. Присутствие значительных количеств азотистых соединений является одним из показателей загрязнения поверхностных вод.

Таким образом, тормозящим фактором в эффективности, проводимых мероприятий по искусственной альголизации водохранилища р. Большая Камала, является антропогенное влияние, заключающееся:

- в создании косы, которая привела к снижению проточности, повышению температуры воды, интенсивному цветению ядовитыми сине-зелеными водорослями;
- поступление загрязняющих веществ от притоков, в частности, от реки Ирша, проходящую через г. Бородино.

Благодарности

Исследование выполнено в соответствии с договором №2024-53/ВБ от 17.10.2024г. между ИГиМ СО РАН и ФГБУ «СибНИГМИ» - «Выполнение научно-исследовательских работ по разработке обоснованных предложений о необходимости проведения дно-углубительных работ и оценке их влияния на гидрологический режим на участке р.Большая Камала, ручей Сыргил и озера на реке Б.Камала».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. "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 с изменениями, вступившими соответственно 14.09.2012 и 03.05.2015).
2. Правила гидрографической службы. Съёмка рельефа дна: требования и методы. - МО СССР, ГУНиО, 1984. - 264 с.
3. Водный кодекс Российской Федерации от 3 июня 2006 года, № 74-ФЗ (с изменениями от 30.12.2023года). - М.: ЗАО "Кодекс", 2011. - 69 с.
4. СП-33-101-2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. Издание официальное.. - М.: Госстрой России 2004. - 74 с.
5. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т.16. Ангара-Енисейский район. Вып.1. Енисей.- Л., Гидрометеиздат, 1973. -723 с.

© О. В. Климов, С. П. Казьмин, 2025