

ЭКОЛОГО-ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АКВАТОРИИ ОЗЕРА КЛЮЧИК ПАВЛОВСКОГО РАЙОНА НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Козлов А.В.¹, Тарасов И.А.¹, Дедык В.Е.¹

¹ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина», Нижний Новгород, e-mail: a.v.kozlov_ecology@mail.ru

В работе дана оценка гидрохимического состояния озера Ключик, являющегося памятником природы регионального значения Нижегородской области. В 2016 году исследованию подвергалась вода из озера на определение ее кислотности, общей минерализации и жесткости, концентрации сульфатов, фосфатов, хлоридов и железа, а также ее гидробиологических свойств – содержания растворенного кислорода, его биологического потребления и перманганатной окисляемости. Было установлено, что вода озера обладает нейтральной и слабощелочной реакцией, достаточно высокой степенью минерализации и общей жесткостью. Содержание фосфатов и хлоридов в воде находится на среднем уровне, а содержание сульфатов и общего железа несколько превышает допустимые значения. Гидробиологическое состояние водоема в целом характеризуется как оптимальное за счет достаточно высокого содержания растворенного кислорода и средних значений перманганатной окисляемости воды. Поскольку озеро Ключик является экологически значимым региональным природным объектом, можно сказать, что территория его залегания не испытывает существенных воздействий со стороны техногенеза и характеризуется благополучным состоянием.

Ключевые слова: памятник природы регионального значения, пресное озеро, гидрохимия, гидробиология, экологическое состояние воды.

ECOLOGY AND HYDROCHEMICAL CHARACTERISTIC OF LAKE KEY WATER AREA OF PAVLOVSK DISTRICT OF THE NIZHNY NOVGOROD AREA

Kozlov A.V.¹, Tarasov I.A.¹, Dedyk V.E.¹

¹Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University, Nizhny Novgorod, e-mail: a.v.kozlov_ecology@mail.ru

In work an assessment of a hydrochemical condition of the lake «Key» which is a nature sanctuary of regional value of the Nizhny Novgorod Region is given. In 2016 water from the lake on definition of its acidity, the general mineralization and rigidity, concentration of sulfates, phosphates, chlorides and iron, and also its hydrobiological properties – contents of the dissolved oxygen, his biological consumption and permanganate oxidability was exposed to a research. It has been established that water of the lake possesses neutral and alkalescent reaction, rather high degree of a mineralization and the general rigidity. Content of phosphates and chlorides is in water at the average level, and the content of sulfates and the general iron exceeds admissible values a little. The hydrobiological condition of a reservoir in general is characterized as optimal at the expense of rather high content of the dissolved oxygen and average values of permanganate oxidability of water. As the lake «Key» is ecologically significant regional natural object it is possible to tell that the territory of his bedding doesn't experience essential influences from a tehnogenesis and is characterized by a safe state.

Keywords: nature sanctuary of regional value, fresh lake, hydrochemistry, hydrobiology, ecological condition of water.

С развитием человеческого общества, ростом темпов глобализации и повышением влияния промышленности на окружающую природную среду на нашей планете растет и значимость создания, охраны и наблюдения за состоянием природных охраняемых территорий, являющихся стабилизатором экологической обстановки не только на региональном, но и на глобальном уровне [4; 9]. Помимо правовых функций, законодательно определяющих экологическую и биологическую ценность территории, охраняемые объекты природы являются прототипами исходных биогеоценозов и несут глобальную функцию сохранения биогеохимических взаимосвязей между местным биотопом и экотопом. В связи с

этим природные территории, подвергаемые охране, также необходимо и постоянно оценивать в части их биологического и экоценотического состояния в разрезе времени [10].

К сожалению, отношение к охраняемым природным объектам отличается, пожалуй, разнообразием не меньшим, чем разнообразие самих этих территорий. В одних случаях они прекрасно оберегаются и служат предметом особого внимания общественности, государственных и местных органов власти. В других – заповедание является номинальным, и даже жители окрестных районов далеко не всегда знают, где находятся границы охраняемого законом участка. При этом достаточно разнородной является сама нормативно-правовая база, и в особенности регионального уровня, а также хозяйственные режимы, допускаемые на выделенных для охраны территориях [15].

Классическими и современными взглядами [1-3; 7; 11] определяется, что мониторинг состояния охраняемых территорий необходимо проводить независимо от их размера и уровня правового статуса охраны. Что касается таковых водных объектов, то одним из методов оценки и прогноза их состояния является анализ и динамика изменения гидрохимических и гидробиологических показаний водной среды.

Цель исследования

В настоящей работе представлен анализ показателей гидрохимического и биохимического состояния охраняемых водных объектов Нижегородской области, а именно территория памятника природы регионального значения – озеро Ключик и прилегающие к нему водные объекты: озеро Тосканка и река Кишма. Для выполнения данной цели в осенний период 2016 года проводился отбор проб воды непосредственно из главного объекта исследования и из ближайших акваторий, оцениваемых в качестве условных фоновых объектов.

Материалы и методы исследования

Объект исследования представляет собой карстовое озеро в Павловском районе Нижегородской области. Озеро Ключик, или Доскинское святое, расположено в 15 км на восток от районного центра (город Павлово) и в 4 км на восток от города Ворсма. Это особо охраняемая природная территория, организованная решением № 166 исполнительного комитета Горьковского областного Совета народных депутатов от 18.04.1986 года.

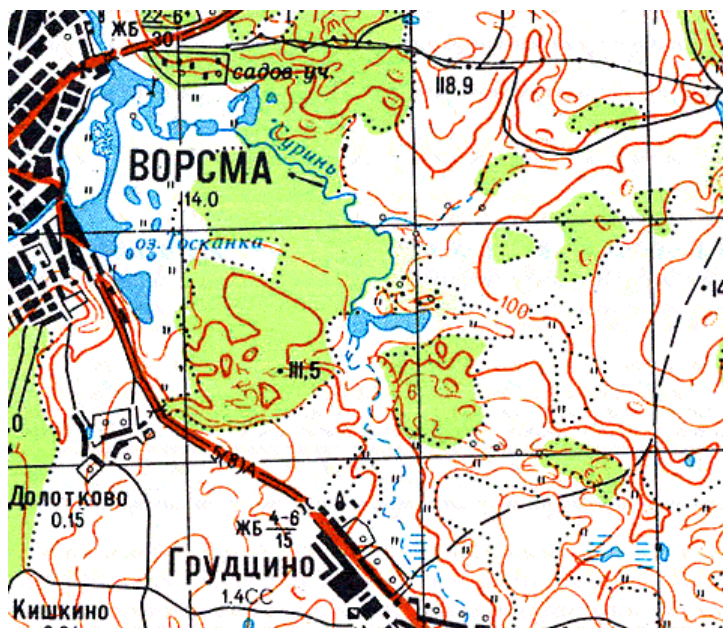


Рис. 1. Физическая карта местоположения объекта (озеро Ключик в центре карты)

Рассматриваемый памятник природы призван сохранить уникальное в плане источника питания озеро. Его гидрологической особенностью является подземный источник, который разгружается в восточной части на глубине 16 м. Из-за этого источника в зимний период озеро не полностью покрывается льдом, а весной в период половодий озеро питается за счет талых вод с большого водосборного бассейна [5]. Река Сурин впадает в озеро пересыхающим ручьем, а вытекает настоящей речкой метровой глубины, несущей свои воды в озеро Ворсменское.

Озеро Ключик вытянуто с запада на восток, дно у него неровное, с многочисленными крупными и мелкими карстовыми провалами; максимальная глубина 12 м. Наибольшее превышение берега над урезом воды в озере составляет 35 м.

Восточная часть памятника природы – обычное карстовое озеро с прогреваемой водой, в которой могут жить водоросли. В западной части водоема, где выходит подземная река, вода холодная (температура в течение всего года колеблется от +4 до +6 °С) и прозрачная. В северо-западной части озера в истоке ручья Сурин произрастает занесенное в Красную книгу Нижегородской области растение – лютик Кауфмана *Batrachium Kauffmanii* (Clerc.), а сама область отнесена к категории «З» с видами или группами видов, для которых занесению в Красную книгу и особой охране подлежат сами ключевые их местообитания (территории, представляющие особую ценность для сохранения данных видов) [3].

В процессе исследований был произведен отбор проб воды из семи точек. Пять проб было отобрано непосредственно из озера Ключик:

- северо-западная часть озера, исток реки Суринь;
- северный берег озера;

- юго-восточный берег озера;
- перешеек между западной и восточной частями озера;
- юго-западный берег озера.

Шестая и седьмая пробы были отобраны в качестве фоновых из озера Тосканка и из реки Кишма соответственно. Все точки отбора воды представлены на карте (рис. 2).

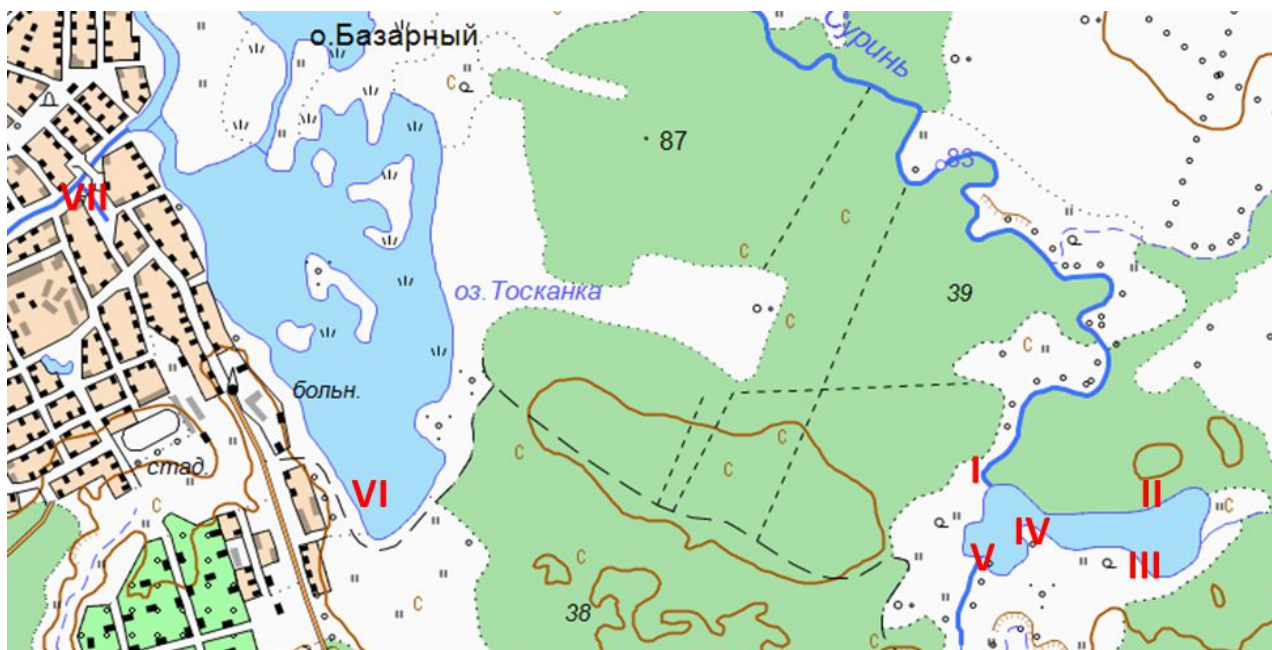


Рис. 2. Расположение точек отбора в районе объекта исследования

Анализ проб воды был проведен в «Эколого-аналитической лаборатории мониторинга и защиты окружающей среды» при Мининском университете по основным гидрохимическим и гидробиологическим показателям [8]. В исследовании определялась кислотность воды потенциометрическим методом, общая минерализация - кондуктометрией, общая жесткость воды – титриметрическим методом. Определение содержания общих фосфатов и общего железа в воде проводилось спектрофотометрическим методом, содержание сульфатов – йодометрическим титрованием, хлоридов – аргентометрией.

Биохимическое состояние водоема оценивалось по содержанию растворенного кислорода, определенного методом йодометрической титриметрии по Винклеру; химическое потребление кислорода определялось по перманганатной окисляемости, биологическое потребление кислорода (7-суточное) – традиционным скляночным методом. Аналитическая повторность всех измерений – трехкратная.

Результаты исследования и их обсуждение

В таблице 1 представлены результаты определения общих показателей качества воды исследуемых водоемов. Поскольку данные акватории являются исконно природными водными объектами, для оценки их экологического состояния были использованы предельно

допустимые концентрации (ПДК) веществ, предназначенные для характеристики рыбохозяйственных объектов, определяющие наиболее жесткие условия экологически благополучного состояния водоемов.

Таблица 1

Обобщенные показатели качества исследуемых водных объектов

Показатель	Значение показателей по точкам отбора							ПДК*
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
Водородный показатель (рН), ед. рН	7,17	8,06	7,09	7,70	7,24	7,71	7,65	6,5-8,5
Минерализация, мг/л	1929	1852	1857	1906	1937	1837	1788	1000
Общая жесткость, мг-экв./л	28,5	26,3	27,6	27,9	27,7	25,8	25,0	6,0

* – здесь и далее согласно [14].

Кислотность воды водоема, оцениваемая по значению рН, варьировала от нейтральной до слабощелочной по точкам отбора. В целом можно сказать, что она не выходила за пределы ПДК и, по-видимому, характеризовалась наличием в водах $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ и $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$. Аналогичная ситуация прослеживалась и в точках VI и VII, где вода имела слабощелочную реакцию.

Общая минерализация воды превышала ПДК почти в два раза. Такой уровень показателя позволяет по общепринятой классификации отнести ее к солоноватым водам. Общая жесткость также значительно превышала ПДК, в 3,5-4,0 раза, и относительно расположения точек отбора ее показатели изменялись незначительно. По-видимому, высокий уровень содержания растворенных солей в воде и, как следствие, высокие показатели ее жесткости и кислотности являются региональной характеристикой и особенностями залегающих материнских пород, через которые происходит грунтовое питание озера.

В таблице 2 показаны данные по элементарному катионно-анионному составу воды исследуемых водных объектов. По данным таблицы видно, что содержание фосфатов находилось на уровне допустимых значений и незначительно варьировало по акватории озера. Чего нельзя сказать относительно содержания сульфатов и общего железа. Так, в точке II (северный берег озера) содержание сульфатов оказалось максимальным и превышало ПДК в 7 раз. По остальным точкам отбора также прослеживалось высокое содержание сульфат-аниона в пробах. Общее железо по точкам варьировало незначительно и несколько превышало допустимое значение. Содержание хлоридов в отобранных образцах было минимальным и примерно равным друг другу и лишь в точках отбора VI и VII отличалось от остальных замеров.

Таблица 2

Катионно-анионный состав исследуемых водных объектов

Показатель	Значение показателей по точкам отбора							ПДК*, мг/л
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
Сульфаты (SO ₄ ²⁻), мг/л	148	700	160	112	92	136	184	100
Фосфаты (PO ₄ ³⁻), мг/л	0,043	0,008	0,018	0,023	0,035	0,053	0,025	0,05
Хлориды (Cl), мг/л	14,4	19,6	14,4	14,4	15,6	44,1	32,4	300
Железо (Fe _{общ.}), мг/л	0,29	0,16	0,15	0,11	0,13	0,11	0,15	0,10

Данные таблицы 3 отражают биохимическое состояние рассматриваемых водоемов. Содержание растворенного кислорода было достаточно изменчиво относительно мест отбора проб воды. Так, точки II и III характеризовались высоким содержанием показателя, что позволяет отнести эти воды к 1-му классу чистоты (очень чистые воды для зимнего периода). Точки отбора с IV по VII характеризовались умеренной загрязненностью (3-й класс), поскольку значения РК варьировали от 7,68 до 9,60 мг O₂/л. Наконец, в воде точки I содержание растворенного O₂ оказалось минимальным, что является неблагоприятным явлением для природного водного объекта.

Таблица 3

Показатели биохимического состояния исследуемых водных объектов

Показатель	Значение показателей по точкам отбора							ПДК*, мг/л
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
Растворенный кислород, мг O ₂ /л	5,60	14,40	12,60	9,60	8,64	7,68	9,60	4 – 6
БПК ₇ , мг O ₂ /л	1,92	2,56	5,92	4,16	0,48	6,40	4,64	3
XПК _{перманг.} , мг O ₂ /л	8,76	8,84	9,28	9,22	8,12	35,36	36,88	7 – 10

Химическое потребление кислорода, оцениваемое по перманганатной окисляемости, в целом по всем точкам замера оказалось на среднем уровне за исключением точек VI и VII, где показатель составил соответственно 35,36 и 36,88 мг O₂/л. Здесь вода оценивается с очень высокой степенью химического использования кислорода в окислительных процессах, что, скорее всего, было связано с повышенным содержанием легкоокисляемых органических веществ в воде.

Биологическое потребление кислорода (БПК₇) в целом по акватории характеризовалось повышенным и высоким, что не всегда является признаком благополучного состояния водного объекта. Так, в точках I и V показатель принимал наименьшие, а значит – наилучшие значения. Относительно остальных точек отбора можно сказать что БПК₇ достаточно сильно варьировал и характеризовал воду от умеренно

загрязненной до грязной. С точки зрения гидробиологии можно сказать, что такая ситуация не является критической, поскольку это открытый природный объект с исторически устоявшимися сукцессионными сменами доминирующих гидробионтов – фито- и зоопланктона, которые и определяют потребление растворенного кислорода в своих биохимических процессах [6; 12; 13].

Выводы

Проведя эколого-гидрохимический анализ воды озера Ключик Павловского района Нижегородской области, установили, что вода озера обладает нейтральной и слабощелочной реакцией, достаточно высокой степенью минерализации и общей жесткостью. Содержание фосфатов и хлоридов в воде находится на среднем уровне, а содержание сульфатов и общего железа несколько превышает допустимые значения. Гидробиологическое состояние водоема в целом характеризуется как оптимальное за счет достаточно высокого содержания растворенного кислорода и средних значений перманганатной окисляемости воды. Поскольку озеро Ключик является экологически значимым региональным природным объектом, можно сказать, что территория его залегания не испытывает существенных воздействий со стороны техногенеза и характеризуется благополучным состоянием.

Список литературы

1. Алекин О.А. Основы гидрохимии. – Л. : Гидрометеиздат, 1970. – 44 с.
2. Алексеенко В.А. Экологическая геохимия. – М. : Логос, 2000. – 627 с.
3. Бакка С.В. Особо охраняемые природные территории Нижегородской области. Аннотированный перечень / С.В. Бакка, Н.Ю. Киселева. – Н. Новгород, 2008. – 560 с.
4. Богословский Б.Е. Озероведение. – М. : Изд-во Московского ун-та, 1960. – 333 с.
5. Географический атлас Нижегородской области / Г.С. Камерилова, С.В. Наумов, Г.Г. Побединский и др. – Нижний Новгород : Верхневолжское АГП, 2005. – 52 с.
6. Гусева Т.В. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды / Т.В. Гусева, Я.П. Молчанова, Е.А. Заика, В.Н. Виниченко, Е.М. Аверочкин. – М. : Эколайн, 2000. – 87 с.
7. Добровольский В.В. География микроэлементов: глобальное рассеяние. – М. : Мысль, 1983. – 272 с.
8. Козлов А.В. Оценка экологического состояния почвенного покрова и водных объектов. – Н. Новгород : Мининский университет, 2016. – 146 с.
9. Копосова Н.Н. Анализ территориальных различий в уровнях концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе города Нижнего Новгорода / Н.Н. Копосова, А.В. Козлов, И.М. Шешина // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 3. – С. 581.

10. Копосова Н.Н. Нижний Новгород: исследование города как социально-экологической среды : автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – СПб., 1997. – 19 с.
11. Копосова Н.Н. Формирование профессиональных компетенций при изучении курса «Техногенные системы и экологический риск» // Вестник Мининского университета. – 2015. – № 2 (10). – С. 16.
12. Мурадов С.В. Формирование и биологическая активность грязеиловых отложений. Экология и микробиология. – Владивосток : Дальнаука, 2000. – 87 с.
13. Никаноров А.М. Гидрохимия. – СПб. : Гидрометеиздат, 2001. – 442 с.
14. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения : Приказ Росрыболовства № 20 от 18.01.2010 г.
15. Реймерс Н.Ф. Особо охраняемые природные территории / Н.Ф. Реймерс, Ф.Р. Штильмарк. – М. : Мысль, 1978. – 296 с.