

ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ УЧАЩИХСЯ ХИМИКО-БИОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ: ИЗ ОПЫТА РАБОТЫ

Дашкевич Ксения Игоревна,

учитель химии и биологии ГУО «Средняя школа № 3 г. Лепеля», магистрант

Цыганкова Елена Евгеньевна,

учитель биологии ГУО «Средняя школа № 3 г. Лепеля»

Оценка состояния экосистемы Лепельского озера по параметрам качества воды

В данной работе содержатся материалы по методике и результатам исследования учащимися химико-биологического профиля физико-химических параметров качества воды и экологических факторов, влияющих на состояние экосистемы пресноводного водоема на примере Лепельского озера Витебской области.

Введение. Озера являются одними из ключевых элементов экосистем Белорусского Поозерья. Ввиду этого их состояние служит маркером «экологического здоровья» всей территории региона, включая береговые, лесные, болотные и прочие комплексы. Кроме того, исторически сложилось так, что озера испытывают (как прямо, так и косвенно) высокую антропогенную нагрузку, что ставит под угрозу сохранение этих средоформирующих объектов.

В этой ситуации отслеживание объективных показателей состояния водной среды – единственный оперативный инструмент оценки степени их благополучия. Существует довольно большое количество параметров, которые содержат информацию о биогеохимических и экологических процессах, протекающих в озерах, их направленности и значимости. Среди наиболее информативных, на наш взгляд, можно выделить такие физико-химические данные, как кислотность среды, содержание растворенного кислорода, окислительно-восстановительный потенциал, а также органолептические показатели, которые не требуют особого оборудования, но при этом четко указывают на «проблемы» водоемов или их отсутствие.

Цель данной работы: определить уровень соответствия качества воды в Лепельском озере санитарно-гигиеническим и экологическим нормативам по отдельным физико-химическим параметрам.

Были поставлены и последовательно выполнены следующие задачи:

- провести полевые исследования и отбор проб для определения качества вод Лепельского озера;
- определить качественный состав водной среды озера по физико-химическим параметрам;
- оценить экологическое состояние водоема и проанализировать факторы его определяющие.

Объект исследования: Лепельское озеро.

Предмет: экологическое состояние Лепельского озера.

Новизна исследования: впервые применено доступное и имеющееся в нашем распоряжении оборудование для определения параметров качества воды и произведена оценка «здоровья» экосистемы Лепельского озера.

Основная часть. Физико-химические параметры состояния вод для оценки качества среды и их экологическое значение.

Физико-химические параметры водной среды, такие как содержание отдельных элементов и соединений, способность воды к восстановлению (окислению) веществ, накапливающихся на дне и в толще, кислотность, температура и т.д., прямо или косвенно влияют на экологическое состояние водоемов. Органолептические характеристики природных вод, такие как прозрачность, цвет, запах, вкус, скорее имеют индикаторное значение, свидетельствуя о протекании тех или иных процессов в водной среде.

Под качеством воды принято понимать все характеристики (физические, химические, биологические) ее состава и свойств, определяющие ее пригодность для определенных видов ее использования. Среди нормативов качества воды устанавливаются лимитирующие показатели вредности – органолептические, санитарно-токсикологические или общесанитарные [1; 2].

Органолептические показатели. Органолептическая оценка качества воды – обязательная начальная процедура санитарно-химического контроля. Она приносит много прямой и косвенной информации о составе воды и может быть проведена быстро и без каких-либо приборов [3; 4].

Температура представляет одну из главных гидрологических характеристик водоема. От температуры зависит растворимость солей и газов, содержание растворенного кислорода, сокращение пищевых ресурсов. В случае термического загрязнения нарушается естественный баланс водоема, вырабатываются другие экологические условия, отрицательно воздействующие на жизненные показатели организмов [5].

Водородный показатель (рН). Еще одним из важнейших показателей качества воды является кислотность, которая определяется по водородному показателю – рН. Эта величина имеет большое значение для химических и биологических процессов, происходящих в природных водах. От нее зависит развитие и жизнедеятельность водных растений, устойчивость различных форм миграции элементов. Значение рН воды влияет на процессы превращения различных форм биогенных элементов, изменяет токсичность загрязняющих веществ [4].

Растворенный кислород. В практически любом водоеме присутствует кислород в растворенной форме (РК). В зависимости от параметров окружающей среды, концентрация кислорода в водоеме может изменяться. Температура и степень минерализации тоже влияют на эту концентрацию, но иначе. При их снижении падает и количество растворенного кислорода. Согласно Постановлению Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды, уровень содержания растворенного кислорода для большинства поверхностных водных объектов в летний период должен быть не менее 6–8 мг/дм³ [6; 7].

Окислительно-восстановительный потенциал (ОВП). Используется для характеристики окислительно-восстановительного состояния поверхностных сред. Является мерой электрохимического потенциала или доступности электронов в почве и воде. Электроны необходимы для всех неорганических и органических химических ре-

акций. Окислительно-восстановительный потенциал выступает как диагностический для определения того, как функционирует водный объект. Реакции окисления и восстановления регулируют многие биогеохимические реакции.

Отрицательные значения ОВП указывают на преобладание окислительных процессов, более анаэробные условия. Положительные свидетельствуют о ведущей роли восстановительных реакций, аэробных или менее экстремальных анаэробных условиях.

Объект исследования. Лепельское озеро – это наиболее значительный в границах Лепельского района природный резервуар. Объем воды в чаше бассейна превосходит 74 млн м³. Площадь водного зеркала – 10,18 км². В южной части в озеро двумя рукавами впадает река Эсса, являющаяся основным притоком. В 1797–1804 гг. была построена Березинская водная система, соединившая через реку Уллу, Эссу, озеро Лепельское, ряд каналов и озер Балтийский и Черноморский бассейны. С севера в озеро впадает река Зеха, протекающая по лесным массивам и дренирующая ряд мелких озер. Лепельское имеет еще несколько небольших притоков [6].

Длительное время озеро Лепельское подвергалось интенсивной хозяйственной деятельности. В настоящее время рыболовство активно развивается в промышленных масштабах. Жители прибрежных населенных пунктов используют воду озера для хозяйственных и бытовых нужд. Живописные берега и ландшафты привлекают сюда отдыхающих. Организованы места для однодневного и многодневного отдыха. Интенсивная распашка склонов, вырубка лесов на берегах повлекли за собой усиленный смыв в озеро питательных веществ с водосбора [6; 8].

Используемое оборудование и методика его применения. Для оценки качества воды в озере Лепельское нами были выбраны параметры доступные для определения имеющимся оборудованием, а также не требующие инструментального вмешательства. К ним относятся такие органолептические характеристики как прозрачность, вкус и запах. Инструментально определялись содержание кислорода и рН воды.

РН-метр (HI 83141). Портативный микропроцессорный рН/мВ/оС-метр предназначен для определения качества воды по значению рН, температуры и окислительно-восстановительного потенциала. Режим измерения мВ позволяет работать с ион-селективными электродами. Особенностью прибора является его использование в лабораторных и полевых условиях.

Оксиметр (HI 9142). Содержание растворенного кислорода является часто измеряемым параметром в аквакультуре, очистке сточных вод, экологических исследованиях. HI9142 представ-

ляет собой надежный, портативный измеритель содержания растворенного кислорода (DO), предназначенный для обеспечения высокой точности, как в полевых условиях, так и в лаборатории. В прибор встроено множество функций, удобная из которых автоматическая калибровка по одной или двум точкам в насыщенном воздухе. Все показания на дисплее прибора самостоятельно компенсируются от температурных колебаний и могут быть зафиксированы при достижении стабильных показаний с помощью автоматического обнаружения конечной точки.

Диск Секки. Это прибор для определения мутности (прозрачности) воды в полевых условиях. Стандартный диск Секки представляет собой круг, отлитый из бронзы (или другого металла с большим удельным весом), покрытый белым пластиком или белой краской и прикрепленный к цепи (стержню, нерастягивающемуся шнуру и т.п.). При отсутствии диска Секки заводского производства возможно применение любого белого диска, изготовленного из имеющихся материалов по размерам указанным выше. В нашем случае использовалась белая тарелка диаметром 200 мм с грузом.

Материалы исследований. Диагностирование качества воды Лепельского озера проводилось в июле 2022 года в ходе полевых исследований в составе группы под руководством старшего преподавателя ВГУ имени П.М. Машерова А.Б. Торбенко, учителей химии и биологии Е.Е. Цыганковой и К.И. Дашкевич, а также учащихся 10 класса Чернышовой Валерии и Цыгановой Ксении. Для сравнимости данных изменение показателей производилось при одинаковых стабильных погодных условиях в течение одного дня. Средняя дневная температура воздуха составляла +22–24°C, атмосферное давление 747 мм рт.ст., ветер юго-западный 3 м/с.

Были сделаны замеры температуры, содержания кислорода, pH, окислительно-восстановительного потенциала, определены прозрачность, цветность, вкус и запах воды в 34 точках по всей акватории озера. Особое внимание уделялось прибрежной зоне как наиболее подверженной антропогенному влиянию. В большинстве точек содержание кислорода и температура воды определялись до глубин 2–4 м (таблица).

Места отбора проб фиксировались с помощью навигационной системы GPS и отмечались на карте в приложениях GoogleMaps и геоинформационной системе QGIS.

Заключение. Таким образом, в процессе полевых исследований нами изучены некоторые физико-химические особенности водной массы оз. Лепельского, которые позволяют сделать следующие выводы.

1. Исходя из информативности показателей состояния среды, а также имеющегося в распо-

ряжении оборудования, в каждой точке наблюдений нами замерялись такие параметры как:

– содержание растворенного в воде кислорода, значения которого колебались в поверхностных водах от 8 до 10,1 мг/дм³ устанавливалось оксиметром Hanna HI 9142;

– прозрачность (м) определялась с помощью самодельного диска Секки и составила от 1,2 до 1,8 м;

– pH и окислительно-восстановительный потенциал (мВ) измерялись с помощью pH-метра HI 83141 и варьировали соответственно от 8,49 до 8,79 и от –80 до –90 мВ.

Кроме того, без особого оборудования фиксировались такие органолептические параметры водной среды, как запах, цвет и вкус.

В процессе работы отслеживались также температура воды (датчик на pH-метре), погодные условия (по интернет-источнику) и глубина водоема (по картографическим источникам).

2. Полученные данные свидетельствуют об удовлетворительном экологическом состоянии водоема. Содержание растворенного кислорода, pH, прозрачность, органолептические показатели не превышают допустимых нормативных значений. Однако наблюдаемые pH и ОВП свидетельствуют об особой экологической обстановке, которая сформировалась, возможно, в результате воздействия геохимических особенностей территории. Другая возможная причина – значительные антропогенные преобразования ввиду искусственного изменения уровня озера в последние 50 лет, что могло серьезно повлиять на геохимическую обстановку.

Результаты исследований планируется взять за основу системы мониторинга экологического состояния озера. Кроме того, необходимо исследовать причины необычных значений pH и ОВП водной массы озера с целью установления экологических процессов и прогноза развития экологической ситуации в водоеме.

Литература

1. Борисова, Е.А. Анализ воды: метод. пособие / Е.А. Борисова. – Ижевск: Удмуртский университет, 2013. – 30 с.
2. Муравьев, А.Г. Руководство по определению показателей качества воды полевыми методами / А.Г. Муравьев. – СПб.: Крисмас+, 2004. – 248 с.
3. Вода питьевая. Методы определения вкуса, запаха, цветности и мутности: ГОСТ 3351–74. – Введ. 01.07.75. – Минск: Гос. совет по стандартизации Республики Беларусь, 2010. – 12 с.
4. Логинова, Е.В. Гидроэкология: курс лекций / Е.В. Логинова, П.С. Лопух. – Минск: БГУ, 2011. – 300 с.
5. Об установлении нормативов качества воды поверхностных водных объектов: постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей

среды Респ. Беларусь, 26 мая 2017 г., № 16: с изм. и доп.: текст по состоянию на 19 июня 2017 г. / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2022.

6. Кокорев, Ю.М. По рекам и озерам Белоруссии / Ю.М. Кокорев. – М.: Физкультура и спорт, 1975. – 136 с.

7. Иванов-Смоленский, В.Г. Все озера Беларуси: справочник / В.Г. Иванов-Смоленский. – Минск: Рифтур Принт, 2013. – 751 с.

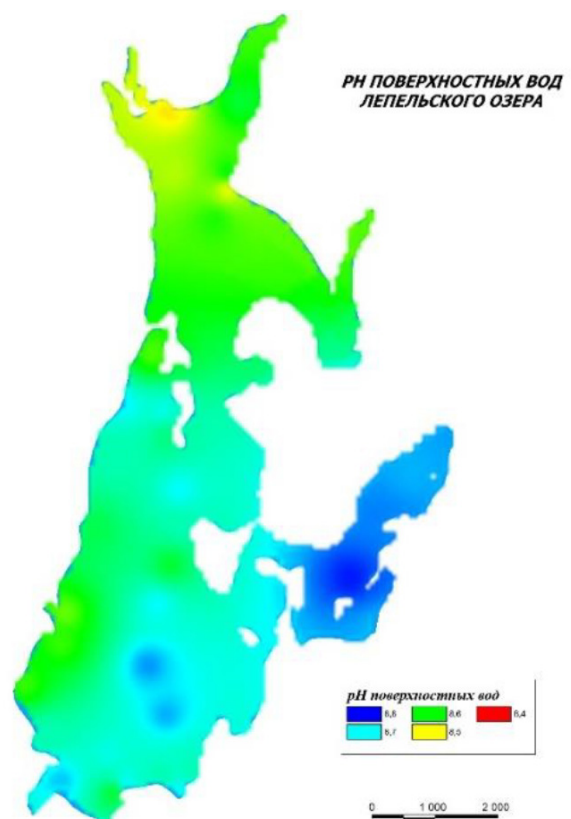
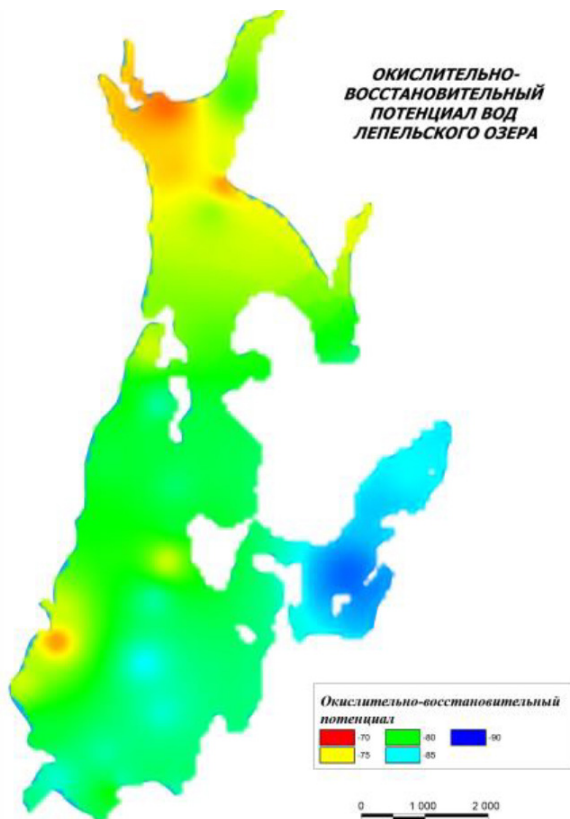
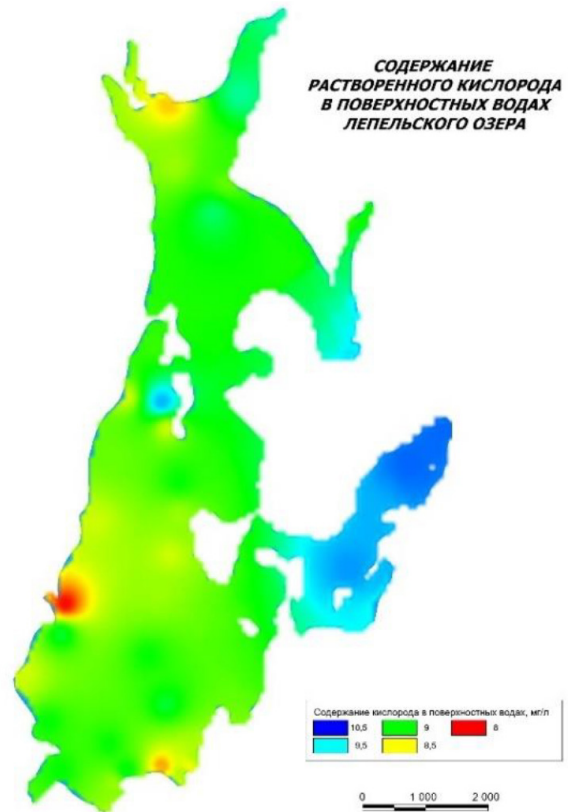
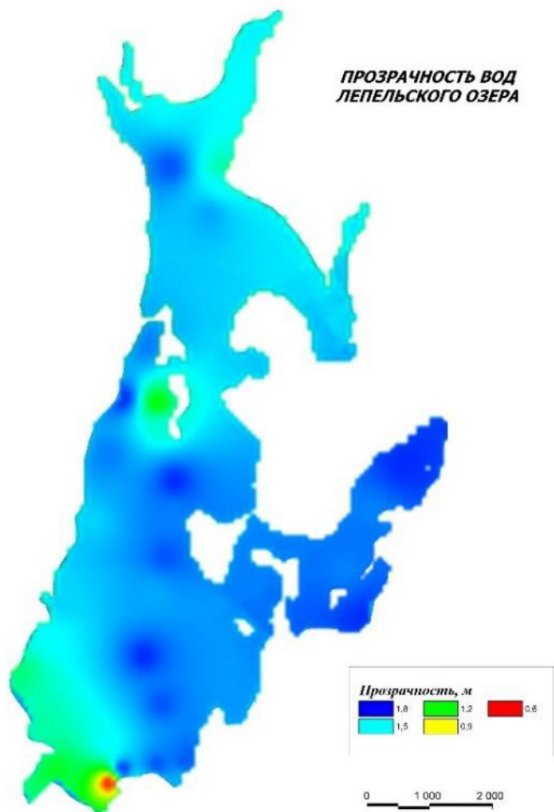
8. Якушко, О.Ф. Озера Беларуси / О.Ф. Якушко. – Минск: Ураджай, 1988. – 216 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица – Первичные данные экспедиционных исследований

№	широта	долгота	t°С				O ₂ , мг/дм ³				рН	прозр, м	ОВП	глубина, м
			0	1м	2м	3м	0	1	2	3				
1			22,9				8,7				8,67	1,7		
2			23,7				8,5				8,67	1,7	-82	
3			23,6				8,7				8,7	1,6	-83	
4			24,2				8,3				8,67	1,7	-82	
5			24,9				9,05				8,695	1,75	-83	
6	54,890115	28,685998	23,6				8,7				8,62	0,6	-80	0,6
7			23,7				9				8,69	1,5	-83	
8	54,891297	28,678005	23,6				9				8,72	1,25	-84	
9	54,895239	28,676181	23				9				8,67	1,4	-81	
10	54,899404	28,673058	22,6				8,6				8,58	1,35	-76	
11	54,902418	28,678269	23				9,1				8,58	1,5	-73	
12	54,904952	28,679018	23,1				8				8,56	1,55	-76	
13	54,911941	28,683086	23				8,6				8,63	1,55	-80	
14	54,917278	28,685944	23,5				8,8				8,67	1,65	-81	
15	54,921923	28,687747	22,9				8,6				8,7	1,75	-80	
16	54,92633	28,691531	23,6				8,9				8,57	1,65	-76	
17	54,921844	28,692431	23	23,1			9,8	9,6			8,69	1,2	-83	
18	54,919668	28,693204	23,3				8,6				8,65	1,45	-81	
19	54,915334	28,69519	23,1		22,3		9	8,3	7,8		8,7	1,75	-82	
20	54,912372	28,695423	23,2				8,7	7,3	3,9		8,67	1,65	-81	
21	54,909032	28,694043	23,2		22,6		8,6	8	6,1		8,62	1,7	-76	
22	54,905901	28,691892	24,4	23,5	22,8	22,3	8,7	8,9	8,3	7,9	8,7	1,6	-83	
23	54,900697	28,690629	23	22,9		21,9	9	8,8	8,4	6,7	8,74	1,75	-85	
24	54,896891	28,693176	23,1	22,8	22,7	22,5	9,1	8,5	8,1	7,7	8,73	1,7	-84	
25	54,903733	28,722673	24,7	24,1			9,5	9,2			8,73	1,75		
26	54,907896	28,720008	23,9	23,8	23,6	22,9	9,9	10	9,5	8,5	8,79	1,65	-88	
27	54,912637	28,723662	23,9	24	23,3	22,8	9,8	9,7	9,7	8,8	8,75	1,65	-86	
28	54,916797	28,728688	23,7		23,4	23,1	10,1	10,1	9,6	9,5	8,73	1,75	-85	
29	54,941269	28,702139	24,5	22,9	22,3	21,8	8,9	8,5	7,5	6,4	8,6	1,4	-76	
30	54,947142	28,704003	23,4	23,1	22,5	22	9,3	9,3	8,4	7,5	8,62	1,5	-79	
31	54,94627	28,693811	23,9	22,5			8,4	7,1			8,49	1,5	-72	1,5
32	54,941287	28,694537	23,2	22,6	21,7		8,7	8,4	7,3		8,53	1,7	-74	
33	54,937119	28,699965	22,6	22,6		21,3	9,2	8,4	7,8	6	8,59	1,6	-77	
34	54,93961	28,702174	23,4	22,6	22	21,8	8,8	8,3	7,6	6,1	8,51	1,5	-73	

Распределение показателей прозрачности и содержания растворенного кислорода в поверхностных водах Лепельского озера



Распределение показателей ОВП и pH в поверхностных водах Лепельского озера

