Конкурс «Инструментальные исследования окружающей среды
в Республике Карелия»

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА В РАЙОНЕ ГОРОДА МЕДВЕЖЬЕГОРСКА

Авторы: Алупова Анастасия, Бурдуков Виталий,
Шаллоева Ксения, 9 класс, МКОУ «Медвежьегорская СОШ № 1»
Руководители: Дунина Галина Дмитриевна, учитель географии и
Дерюгина Елена Анатольевна, учитель биологии
МКОУ «Медвежьегорская СОШ № 1»

Медвежьегорск
2016

Введение

Онежское озеро является вторым по величине пресноводным водоёмом в Европе после Ладожского озера.

На берегах Онежского озера расположено много населенных пунктов, в них находятся многочисленные предприятия. Онежское озеро используется, в том числе и как часть судоходной водной магистрали. Сточные воды населенных пунктов, продукты жизнедеятельности предприятий, транспорта в течение многих десятилетий сбрасывались в Онежское озеро, ухудшая его состояние, нанося непоправимый вред его экологии. В настоящее время природная и питьевая вода из Онежского озера не соответствует санитарным нормам, что является наиболее острой экологической проблемой Республики Карелия. Данный вопрос не решается надлежащим образом: отсутствие очистных сооружений во многих населенных пунктах, сброс хозяйственно-бытовых сточных вод в Онежское озеро и т.д., ведет к ухудшению качества воды. Тема нашей работы является актуальной в связи с недавней вспышкой заболеваемости дизентерией и всплеском острых кишечных заболеваний в г. Медвежьегорске. Объект исследования качество воды в Онежском озере. Цель работы: изучение качества воды Онежского озера в районе города Медвежьегорска

Задачи:

- исследовать гидрохимические и микробиологические показатели воды Онежского озера в районе города Медвежьегорска;

- сравнить пробы воды из разных точек Онежского озера по гидрохимическим и микробиологическим показателям;

- дать оценку качества воды Онежского озера в районе города Медвежьегорска.

В работе были использованы следующие методы исследования: гидрохимические и микробиологические.

1. Литературный обзор

1.1. Общая характеристика Онежского озера

Онежское озеро второе по величине в Европе. Расположено на территории Карелии, Ленинградской и Вологодской областей. Площадь озера составляет 9,7 тыс. кв. км. Максимальная глубина в районе Заонежского залива достигает 127 м. Протяженность Онежского озера почти 250 кг. В озеро впадает 50 рек. А вытекает всего одна – Свирь.[1]

1.2. Экологическое состояние Онежского озера

Данные государственного доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Республике Карелия в 2015 году» ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Карелия» и Роспотребнадзор РФ по РК, опубликованного в мае 2016 года. По результатам лабораторных исследований в 2015 году доля проб воды, отобранной из нецентрализованных источников водоснабжения, не отвечающих гигиеническим требованиям по химическим показателям, составила 43,0% (в 2014 г. – 44,0%, 2013 г. – 40,3%). По микробиологическим показателям качество нецентрализованных источников в 2015 году несколько улучшилось – доля неудовлетворительных проб составила 11,9% (в 2014 году -15,4%, 2013 году -18,1%). Основными санитарно-химическими показателями, по которым отмечалось несоответствие питьевой воды гигиеническим требованиям, являются цветность, мутность, перманганатная окисляемость, железо.[2]

За последние время воздействие на экосистему Онежского озера интенсивно росло, особенно по фактору загрязнения. Наибольший пресс испытывают северо-западная и северная части озера. Здесь сосредоточено 80 % населения и более 90 % промышленного потенциала бассейна. Учтённое

[1] Онежское озеро /Науч. ред. д-р геогр. наук Г.С. Бискэ. – Петрозаводск. «Карелия», 1975
[2] http://10.rospotrebnadzor.ru/documents/10156/1037124/ГД+О+состоянии_СЭБ+в+РК+в+2015.pdf

загрязнение от трёх промузлов составляют порядка 190 млн. куб. м. сточно-дренажных вод и 150 тыс. т. выбросов в атмосферу за год. Объём техногенных стоков в бассейне Онежского озера составляет порядка 315 млн. куб. м. в год. Флот и моторные лодки (около 8000 единиц) с выхлопными газами, сбросом из систем охлаждения, утечками загрязняют водную среду преимущественно нефтепродуктами (порядка 830 т за навигацию), фенолами (0,5 т), свинцом (0,1 т), окислами серы, азота и углерода[3].

2. Собственные исследования

2.1. Методы и материалы исследования

09.09.2016 года в период с 12.25 по 15.00 нашей группой был осуществлен забор воды в Онежском озере в 5 точках: проба №1 в районе сброса сточных вод г. Медвежьегорск; проба №2 в районе водозабора г. Медвежьегорск, проба №3 в районе АО "Карелия ДСП» п. Пиндуши, проба №4 в устье реки Кумса г. Медвежьегорск, проба №5 в устье реки Вичка г. Медвежьегорск (см. приложение 1, рис. 1 и приложение 2 рис. 2, 3, 4, 5, 6). Пробы были взяты в стеклянные емкости, оснащенные плотно закрывающимися пробками с защитным колпачком из плотной бумаги. При взятии проб бутылки были промаркированы: каждой емкости присвоен номер пробы, подписано время, дата и место забора воды. Пробы были доставлены в бактериологическую лабораторию, где был проведен гидрохимический и микробиологический анализ проб (см. приложение 2, рис. 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13).

В работе были использованы следующие методы исследования: гидрохимические (определение цветности, мутности, pH, перманентной окисляемости, количество железа и марганца) и микробиологические (определение общего микробного числа, установление присутствия общих и термотолерантных колиформных бактерий, а так же сальмонеллы и клостридий).

[3] http://megaribolov.ru/index.php/entsiklopediya-rybolova/opisanie-vodoemov/entsiklopediya-ozer/2078-o

2.2. Методика гидрохимических исследований

2.2.1. Определение цветности

Определение цветности производится визуальным и фотометрическим методами согласно ГОСТ 52769-2007 и ПНД Ф 14.1:2:4.207-04. Необходимый объем пробы не менее 200 мл. В нашем исследовании использовался прибор - Фотометр, позволяющий измерять оптическую плотность (коэффициент пропускания) пробы анализируемой воды. Цветность анализируемой воды составила во всех исследуемых нами пробах более 70 градусов цветности. В связи с этим, исходную пробу воды разбавляли дистиллированной водой, и регистрировали объем пробы после разбавления Vр и объем исходной воды, взятой для разбавления Vп. Оптическую плотность по результатам измерения коэффициента пропускания рассчитывали по формуле:

$$X = \frac{Д*Vр}{К*Vп},$$

где Х- цветность в градусах,

Д – оптическая плотность;

Vр – объем пробы после разбавления;

Vп – объем исходной воды, взятой для разбавления;

К - коэффициент, равен 0,009176

В нашем случае Vр =Vп =50мл.

Результаты наших исследований по цветности проб воды:

X_4 (проба воды из устья р.Кумса) = 0,83564/0,009176 = 91 градус

X_2 (проба воды из места водозабора) = 0,94316/0,009176 = 102,8 градуса

X_3 (проба воды ДСП п. Пиндуши) = 0,72265/0,009176 = 78,8 градуса

2.2.2. Определение мутности

Определение мутности проб воды проводится турбидиметрическим методом по ПНД Ф 14.1:2:4.213-05. В наших исследованиях мы определяли мутность турбидиметрическим методом по формазину. Используется так же фотометр. Тщательно перемешанную пробу воды вносят в кювету 50мм и

снимают показания при длине волны 520 нм. Фоном служит испытуемая вода, из которой предварительно методом центрифугирования удалены взвешенные вещества.

Расчет производился по формуле:

X = (Д/К)*0,58 (мг/дм³), где

X - значение мутности в пробе,

Д – оптическая плотность,

К - расчетный коэффициент, равен 0,009176

Результаты наших исследований по вычислению мутности проб воды:

X4 (проба воды из устья р.Кумса) = (0,0004/0,009176)*0,58 = 0,025 мг/дм³,

X2 (проба воды из места водозабора) = (0,002/0,009176)*0,58 = 0,126 мг/дм³,

X3 (проба воды ДСП п. Пиндуши) = (0,0006/0,009176)*0,58 = 0,038 мг/дм³.

2.2.3. Определение pH

Водородный показатель pH взятых нами проб воды мы определяли с помощью специального прибора pH-метра. Данный метод прост и занимает несколько минут. Методика определения: в пробирку наливаем около 5-7 мл воды и опускаем pH-метр в воду. Чрез несколько секунд на табло pH-метра высвечивается значение pH пробы воды.

2.2.4. Определение количества общего железа

Исследование данного показателя также основано на использовании фотометрического метода. Фотометрический метод определения массовой концентрации общего железа основан на образовании сульфосалициловой кислотой или ее натриевой солью с солями железа окрашенных комплексных соединений.

2.2.5. Определение перманентной окисляемости

В отобранную пробу добавляют 5 см раствора серной кислоты из расчета на 1000 см пробы и анализируют. Значение перманганатной окисляемости в пересчете на атомарный кислород определяется по количеству пошедшего на титрование перманганата калия.

2.2.6. Определение марганца

Колориметрический метод определения содержания марганца основан на окислении соединений марганца до иона. Окисление происходит в кислой среде персульфатом аммония или калия в присутствии серебра в качестве катализатора, при этом появляется розовое окрашивание.

2.3. Методика микробиологических исследований

2.3.1. Метод определения микробного числа воды

При поступлении проб в лабораторию с бутылок снимают бумажные колпачки, вынимают пробки, горлышки фламбируют (ожигают пламенем). Из каждой пробы делают посев 1 мл воды в две стерильные чашки Петри, после чего их заливают 10-15 мл расплавленного и остуженного до 45-50^{0}С МПА (мясо-пептонный агар). Посевы выращивают: одну чашку Петри инкубируют в течение суток при 37^0 С, а другую – 2 суток при 20^0 С. Затем подсчитывают количество выросших на поверхности и в глубине среды колоний (видимых невооруженным глазом) и вычисляют микробное число воды – количество микроорганизмов в 1 мл. За окончательное значение ОМЧ принимают среднее арифметическое результатов, полученных при подсчете на двух параллельных чашках.

2.3.2. Методики определения на общие и термотолерантные колиморфные бактерии

Определение ТБК (термотолерантных колиморфных бактерий) в нашем исследовании проводилось титрационным методом (согласно Методическим указаниям МУК 4.2.1018-01 Минздрав России Санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический анализ воды поверхностных водных объектов).

Выполнение анализа: при исследовании воды засевают 3 объема по 100 мл. Каждый объем исследуемой воды засевают в лактозо-пептонную среду. Посевы инкубируют при (37 ± 1)°С, в течении 48 часов. Посевы без признаков роста считают отрицательными и дальнейшему исследованию

они не подлежат. Из емкостей, где отмечено наличие роста (помутнение) и образование газа, производят высев бактериологической петлей на сектора среды «Эндо» для получения изолированных колоний.

При образовании помутнения и газа в среде накопления и росте на среде «Эндо» колоний, типичных для лактозоположительных бактерий: темно-красных или красных, с металлическим блеском или без него, выпуклых с красным центром и отпечатком на питательной среде, дают положительный ответ на присутствие общих колиформных бактерий в данном объеме пробы.

2.3.3 Метод определения клостридий

Метод их обнаружения основан на выращивании посевов в железо-сульфитном агаре в условиях, приближенных к анаэробным, и подсчете числа черных колоний. Выполнение анализа - определение прямым посевом. Учет результатов: количественному учету подлежат только те посевы, где получены изолированные колонии. Подсчитывают черные колонии, выросшие как на фильтрах, так и в толще питательной среды. Результат анализа выражают числом колониеобразующих единиц (КОЕ) спор сульфитредуцирующих клостридий в 20 мл воды. При отсутствии роста черных колоний на всех фильтрах дают ответ “не обнаружено ”.

2.3.4 Метод определения сальмонелл

Для отбора проб воды подлежащих исследованию на наличие сальмонелл использовали стерильные флаконы вместимостью 0,5 л с притертой, каучуковой или корковой пробкой.

При исследовании воды питьевой, поверхностных водных объектов и сточных вод берутся 2 пробы по 500 мл каждая и вносятся в равный объем селективной среды обогащения. Мы использовали метод мембранной фильтрации: Каждый объем фильтруют через один или несколько мембранных фильтров. Посевы инкубировались в термостате при 37°С 18-20 ч. Затем делался высев на дифференциально-диагностическую среду

(среду Эндо). На среде Эндо бактерии из рода сальмонелл образуют бесцветные или с розовым оттенком колонии.

3. Результаты исследований воды Онежского озера

3.1. Результаты гидрохимических исследований воды Онежского озера

В результате нашего исследования мы получили данные о качестве воды Онежского озера (таблица 1).

Таблица 1

Результаты гидрохимических исследований проб воды в Онежском озере

№ пробы	Место забора	Показатели					
		Цветность (градусы)	Мутность (мг/л)	pH	Железо (мг/дм³)	Марганец (мг/дм³)	Перманентная окисляемость (мг/дм³)
2	район водозабора г. Медвежьегорск	102,8	0,126	6,7±0,20	0,61±0,20	0,049±0,009	4,9
4	устье реки Кумса, г. Медвежьегорск	91	0,025	7,36±0,20	0,78±0,20	0,043±0,009	4,33
3	район АО "Карелия ДСП» п. Пиндуши	78,8	0,038	6,9±0,20	0,71±0,20	0,054±0,009	5,4
ПДК по СаНПину 2.1.4.1175-02		20	1,5	6,0-9,0	0,3	0,1	5,0-7,0

Анализируя полученные данные можно отметить, что цветность в местах забора приблизительно на 50-80 градусов выше нормы, выше всего этот показатель в районе водозабора г. Медвежьегорска, ниже всего – в районе АО "Карелия ДСП» п. Пиндуши. Показатель мутности воды ниже нормы во всех местах забора. Самый низкий показатель мутности (0,025) в пробе №4 - устье реки Кумса, г. Медвежьегорск, чуть выше в пробе №3 - район АО "Карелия ДСП» п. Пиндуши и самый высокий (0,126) в пробе

№2 район водозабора г. Медвежьегорск. Водородный показатель во всех пробах в пределах нормы, от 6,7±0,20 в пробе №2 и до 7,36±0,20 в пробе №4. Содержание железа выше нормы во всех местах забора воды, особенно высокое (0,78±0,20) в пробе №4 - устье реки Кумса, г. Медвежьегорск. Содержание марганца во всех пробах небольшое и находится примерно на одном уровне, причем ниже нормы. Перманентная окисляемость также соответствует нормативам СаНПина.

3.2. Результаты микробиологических исследований воды Онежского озера

В результате микробиологического исследования мы получили данные о качестве воды Онежского озера (таблица 2).

Таблица 2

Результаты микробиологических исследований проб воды

Дата	№ пр.	Место забора	Кол-во воды	Результат				Дата окончания исследования
				ОМЧ (общее микробное число)	КОЕ ОКБ/КОЕ ТКБ в 100 мл	сальмонелла	клостридии	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
09.09. 2016	**1**	район сброса сточных вод г.Медвежьегорск	400мл	3	Не обнаружено	Не обнаружена	Не обнаружены	11.09.2016
09.09. 2016	**2**	район водозабора г.Медвежьегорск	400мл	1	Не обнаружено	Не обнаружена	Не обнаружены	11.09.2016

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
09.09. 2016	**3**	район АО «Карелия ДСП» п.Пиндуши, Медвежьегорский район	400мл	0	Не обнаружено	Не обнаружена	Не обнаружены	11.09.2016
09.09. 2016	**4**	устье реки Кумса,	400мл	0	Не обнаруже-	Не обнаружена	Не обнаружены	11.09.2016

		г.Медвежье-горск			но			
09.09. 2016	**5**	устье реки Вичка, г.Медвежье-горск	400мл	0	Не обнаруже-но	Не обнаружена	Не обнаружены	11.09.2016
ПДК по СаНПину 2.1.4.1175-02				Не более 100	отсутствие	отсутствие	отсутствие	

Анализируя полученные данные можно отметить, что во всех пробах не обнаружены сальмонеллы, клостридии, общие и термотолерантные колиморфные бактерии. Также в большинстве проб микробное число составило – 0. Только в двух пробах: №1- район сброса сточных вод г. Медвежьегорск и №2 - район водозабора г. Медвежьегорск общее микробное число составило 3 и 1 соответственно, но эти показатели находятся в пределах нормы.

Выводы

Мы исследовали гидрохимические и микробиологические показатели воды Онежского озера в районе города Медвежьегорска, и пришли к следующим выводам:

1. Сравнивая пробы воды из разных точек нужно отметить, что самое хорошее качество воды по показателям (мутности, pH, перманентной окисляемости, количества марганца, общего микробного числа, присутствия общих и термотолерантных колиформных бактерий, а так же сальмонелл и клостридий) отмечено в пробе №4 устье реки Кумса, г. Медвежьегорск
2. В общем, давая оценку качества воды Онежского озера можно сказать, что она соответствует нормам СаНПина 2.1.4.1175-02 «Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников» по большинству исследованных нами показателей (мутности, pH, перманентной окисляемости, количества марганца, общего микробного числа, присутствия общих и термотолерантных колиформных бактерий, а так же сальмонелл и

клостридий) во всех взятых нами пробах. Только по показателям цветности и количества железа нормы ПДК значительно превышены во всех пробах. Эти два показателя связаны друг с другом, возможно, это обусловлено загрязнением воды промышленными стоками.

Заключение

С каждым годом ухудшается санитарно-эпидемиологическое состояние Онежского озера, что сказывается на качестве питьевой воды. В 2011-2017 годах в республике действовала долгосрочная программа обеспечения населения питьевой водой. Медвежьегорск был включен в эту программу, планировалось строительство канализационных очистных сооружений из внебюджетных источников. К сожалению, проект строительства КОС в Медвежьегорске не вошел в ФЦП Карелии и источник финансирования строительства пока не найден – инвесторам не выгодно вкладывать деньги из-за низких тарифов. И сейчас в связи недавней вспышкой дизентерии нужно обязательно кипятить воду из Онежского озера в районе г. Медвежьегорска. И чтобы вода в нашем озера была чистой и соответствовала всем нормам нужно строить очистные сооружения в г. Медвежьегорске.

Список литературы

1. Онежское озеро/Науч. ред. д-р геогр. наук Г.С. Бискэ. – Петрозаводск. «Карелия», 1975
2. Онежское озеро. [Электронный ресурс]. – «Мегарыболов» http://megaribolov.ru/index.php/entsiklopediya-rybolova/opisanie-vodoemov/entsiklopediya-ozer/2078-o (дата обращения 20.10.16)
3. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Республике Карелия в 2015 году» [Электронный ресурс]. – «Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Карелия». Режим доступа:http://10.rospotrebnadzor.ru/documents/10156/1037124/ГД+О+состоянии_СЭБ+в+РК+в+2015.pdf (дата обращения 20.10.16)
4. Вода питьевая. Методы определения содержания марганца. [Электронный ресурс]. – «Электронный фонд правовой и нормативно-технической информации». Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/1200012574 (дата обращения 22.10.16)
5. Вода. Методы определения цветности. [Электронный ресурс]. – «Электронный фонд правовой и нормативно-технической информации». Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/1200097407 (дата обращения 22.10.16)
6. Лабораторная диагностика сальмонеллезов, обнаружение сальмонелл в пищевых продуктах и объектах окружающей среды. [Электронный ресурс]. – «Электронный фонд правовой и нормативно-технической информации». Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/1200083950 Определение клостридий [Электронный ресурс]. – «Экологический каталог» Режим доступа: http://ru-ecology.info/post/101111202720010/ (дата обращения 21.10.16)
7. Методика измерений массовой концентрации общего железа в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с сульфосалициловой кислотой [Электронный ресурс]. – «Строительная экспертиза». Режим доступа: http://files.stroyinf.ru/data2/1/4293808/4293808606.htm (дата обращения 26.10.16)
8. Методика выполнения измерений мутности питьевых, поверхностных и сточных вод турбидиметрическим методом по каолину и по формазину [Электронный ресурс]. – «Строительная экспертиза». Режим доступа: http://files.stroyinf.ru/data2/1/4293850/4293850853.htm (дата обращения 19.10.16)
9. Метод определения перманганатной окисляемости [Электронный ресурс]. – «Электронный фонд правовой и нормативно-технической информации». Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/1200105923(дата обращения 27.10.16)
10. Санитарно-микробиологический анализ питьевой воды. [Электронный ресурс]. – «Электронный фонд правовой и нормативно-технической информации». Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/1200029648 (дата обращения 25.10.16)

Приложение

Приложение 1

1. Карта точек забора проб

Рис. 2 Проба воды № 3

Рис. 3 Проба воды № 5

Рис. 4 Проба воды № 2

Рис. 5 Проба воды № 4

Рис. 6 Пробы воды

Рис. 7 Анализ проб

Рис. 8 Анализ проб

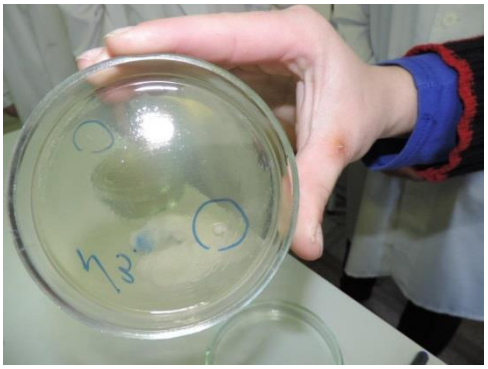

Рис. 9 Анализ проб

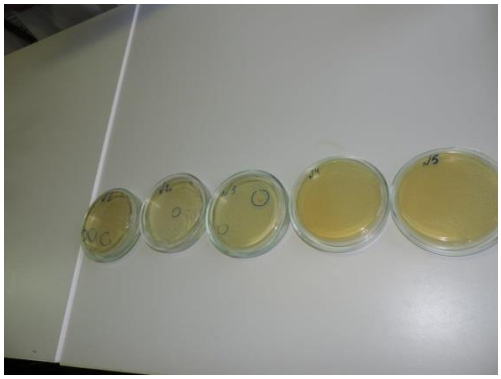

Рис. 10 Анализ проб

Рис. 11 Анализ проб

Рис. 12 Анализ проб

Рис. 13 Анализ проб