
**МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды
(Росгидромет)**

РЕКОМЕНДАЦИИ

**Р
52.24.943-
2024**

**ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ ОТБОРА ПРОБ
ОБРАСТАНИЙ В МЕЛКОВОДНОЙ ЗОНЕ ОЗЕРА БАЙКАЛ ДЛЯ
ОПРЕДЕЛЕНИЯ В НИХ СОДЕРЖАНИЯ
ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ**

Ростов-на-Дону
2024

Предисловие

1 РАЗРАБОТАНЫ Федеральным государственным бюджетным учреждением «Гидрохимический институт» (ФГБУ «ГХИ»)

2 РАЗРАБОТЧИКИ С.А. Резников, канд. геол.-минерал. наук (руководитель разработки); Р.А. Аджиев (ответственный исполнитель); О.В. Якунина

3 СОГЛАСОВАНЫ:

- с Федеральным государственным бюджетным учреждением «Научно-производственное объединение «Тайфун» (ФГБУ «НПО «Тайфун») 06.03.2024;

- с Управлением мониторинга загрязнения окружающей среды, полярных и морских работ (УМЗА) Росгидромета 10.04.2024

4 УТВЕРЖДЕНЫ и ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ приказом Росгидромета от 25.04.2024 № 138

5 ЗАРЕГИСТРИРОВАНЫ головной организацией по стандартизации ФГБУ «НПО «Тайфун» 18.04.2024.

ОБОЗНАЧЕНИЕ РЕКОМЕНДАЦИЙ

Р 52.24.934–2024

6 ВВЕДЕНЫ ВПЕРВЫЕ

7 СРОК ПРОВЕРКИ 2029 год

© Росгидромет, ФГБУ «ГХИ», 2024

Право тиражирования и реализации принадлежит ФГБУ «ГХИ»

Содержание

1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	1
3 Термины и определения.....	2
4 Средства измерений, вспомогательные устройства и реактивы	3
4.1 Средства измерений, вспомогательные устройства	3
4.2 Реактивы	3
5 Общие положения.....	3
6 Отбор проб обрастаний в мелководной зоне озера	4
7 Места отбора проб обрастаний в мелководной зоне озера Байкал	5
8 Безопасность при отборе проб обрастаний	6
Приложение А (справочное) Характеристика водорослей тест-объектов (улотрикс и спирогира).....	7
Приложение Б (справочное) Характеристика распределения содержания ПАУ в обрастаниях озера Байкал.....	9
Библиография	10

Введение

За относительно короткий промежуток времени (30-40 лет) в связи с понижением в озере Байкал уровня воды, усилилось, как волновое воздействие на донные отложения, так и процессы абразии берегов, что привело к увеличению объема поступления загрязняющих веществ в озеро с поверхностным стоком. Эти процессы вызвали негативные изменения качества природной среды Байкала, особенно в мелководной прибрежной зоне.

Хозяйственная деятельность в бассейне Байкала оказывает существенное влияние на гидрохимический облик озера, что в свою очередь сказывается на развитии водной растительности в мелководной прибрежной зоне.

Организация контроля уровня загрязненности элементов природной среды озера Байкал должна обеспечить выполнение следующих основных задач:

- определить загрязненность исследуемого района;
- оценить эффективность самого контроля;
- охарактеризовать роль изучаемого района в масштабе всего озера;
- провести биогеохимическую оценку района.

Вследствие нарастающего рекреационного освоения побережья озера возрастает антропогенная нагрузка, в результате чего происходит усиление поверхностно-склонового смыва в озеро, несущего в себе значительный набор загрязняющих веществ.

Снижение уровня воды озера, потепление климата в регионе, рост температуры воды, особенно в мелководной литоральной зоне, поступление биогенных веществ и др. являются катализатором процессов, приводящим к благоприятным условиям для массового развития фитобентоса.

В этой связи большое значение имеет изучение проблемы накопления обрастаниями полициклических ароматических углеводородов, являющихся индикатором антропогенного углеводородного загрязнения водных экосистем, определение их количества в обрастаниях, отобранных в мелководной части побережья в районах сильного антропогенного воздействия.

В представленных рекомендациях учтён опыт исследований уровня загрязненности обрастаний полициклических ароматических углеводородов.

РЕКОМЕНДАЦИИ

**ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ ОТБОРА ПРОБ ОБРАСТАНИЙ В
МЕЛКОВОДНОЙ ЗОНЕ ОЗЕРА БАЙКАЛ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ В НИХ
СОДЕРЖАНИЯ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ
УГЛЕВОДОРОДОВ**

Дата введения – 2024–10–01
Срок действия – до 2029–10–01

1 Область применения

Настоящие рекомендации определяют порядок организации и проведения отбора проб обрастаний на озере Байкал для определения в них содержания полициклических ароматических углеводородов (ПАУ).

Рекомендации предназначены для применения в учреждениях Росгидромета, а также для использования специалистами природоохранных организаций, занимающихся научно-исследовательской деятельностью в акватории озера Байкал.

2 Нормативные ссылки

В настоящих рекомендациях использованы нормативные ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ 4166–76 Реактивы. Натрий серноокислый. Технические условия

ГОСТ 8074–82 Микроскопы инструментальные. Типы, основные параметры и размеры. Технические требования

ГОСТ 12026–76 Бумага фильтровальная лабораторная. Технические условия

ГОСТ 25336–82 Посуда и оборудование лабораторные стеклянные. Типы, основные параметры и размеры

ГОСТ 21240–2023 Скальпели и ножи медицинские. Общие технические требования и методы испытаний

ГОСТ 21241–2023 Пинцеты медицинские. Общие технические требования и методы испытаний

ГОСТ Р 53228–2008 Весы неавтоматического действия. Часть 1. Метрологические и технические требования. Испытания

ГОСТ Р 58144–2018 Вода дистиллированная. Технические условия

РД 52.24.309–2016 Организация и проведение режимных наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных вод суши

Примечание – При пользовании настоящим руководящим документом целесообразно проверять действие ссылочных нормативных документов:

- стандартов – в информационной системе общего пользования – на официальном сайте федерального органа исполнительной власти в сфере стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячно издаваемого информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год;

- нормативных документов Росгидромета – по РД 52.18.5–2012 и ежегодно издаваемому информационному указателю нормативных документов, опубликованному по состоянию на 1 января текущего года.

Если ссылочный нормативный документ заменён (изменён), то при пользовании настоящим руководящим документом следует руководствоваться заменённым (изменённым) нормативным документом. Если ссылочный нормативный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящих рекомендациях применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 биогенные элементы: Химические элементы, поглощаемые из природной среды организмами, входящие в их состав и выполняющие определённые биологические функции [1].

3.2 биогеохимия: Научная дисциплина, изучающая роль организмов в геохимических процессах миграции, распределения, рассеяния и концентрации химических элементов в биосфере [1].

3.3 биота: Совокупность живых организмов, обитающая на какой-либо крупной территории [2].

3.4 гидробионты: Организмы, постоянно обитающие в водной среде [2].

3.5 литоральная зона: Прибрежная зона озера, характеризующаяся мелководностью и воздействием волновых явлений [1].

3.6 макрозообентос: Совокупность организмов всю жизнь или большую её часть обитающих на дне океанических и континентальных водоёмов, в его грунте и на грунте [2].

3.7 обрастания (организмы-обрастатели): Поселения живых организмов на погружённых в воду или часто увлажняемых подножиях скал, камнях, подводных частях судов, буёв, портовых сооружений и т.д. Биота обрастаний состоит из бактерий, водорослей, губок и т.д. [2].

3.8 селитебная территория: Основная часть города, предназначенная для строительства жилых домов и общественных зданий [1].

3.9 таллом водорослей: Слоевище – вегетативное тело водорослей. Не имеет расчленения на стебель, лист, корень и настоящих дифференцированных тканей [2].

3.10 фитобентос: Совокупность растительных организмов обитающих на дне водоёмов, главным образом водоросли [2].

4 Средства измерений, вспомогательные устройства и реактивы

4.1 Средства измерений, вспомогательные устройства

4.1.1 Микроскоп любого типа по ГОСТ 8074

4.1.2 Холодильник бытовой

4.1.3 Скальпель по ГОСТ 21240

4.1.4 Пинцет по ГОСТ 21241

4.1.5 Металлическая ложка с заточенным краем

4.1.6 Банки стеклянные (250 см³, 500 см³)

4.1.7 Бумага фильтровальная лабораторная по ГОСТ 12026

4.1.8 Чашки ЧБН 2 (Петри) по ГОСТ 25336

4.1.9 Весы неавтоматического действия (лабораторные)

специального (I) класса точности по ГОСТ Р 53228, действительная цена деления (шкалы) 0,001 г или 0,01 г.

Примечание – Допускается использование других типов средств измерений, посуды и вспомогательного оборудования, в том числе импортных, с характеристиками не хуже, чем у приведённых в 4.1.

4.2 Реактивы

4.2.1 Натрий сернокислый безводный (сульфат натрия) по ГОСТ 4166

4.2.2 Вода дистиллированная по ГОСТ Р 58144

Примечание – Допускается использование реактивов, изготовленных по другой нормативно-технической документации, в том числе импортных, с квалификацией и характеристиками не ниже указанной в 4.2.

5 Общие положения

5.1 Организмы-обрастатели, формирующиеся в условиях озера Байкал, имеют большую фитомассу, что способствует абсорбированию из водной среды определенного количества ПАУ. Они образуют мощную систему биогенной фильтрации (в определенной мере первый контакт /первая линия/ антропогенного воздействия ПАУ, поступающих со стороны берегового склона), благодаря которой происходит прилипание загрязняющих веществ к талломам водорослей и, как следствие, накопление в них этих веществ. Далее в более глубоководной части озера происходит значительное разбавление ПАУ.

Биосинтез ПАУ в растительных тканях водорослей незначителен от сотых долей до единиц нг/г сухого остатка, более высокое

содержание последних в водорослях указывает на их экзогенное поступление.

Характеристики используемых для тестов видов водорослей приведены в приложении А.

5.2 Изучение накопления ПАУ в обрастаниях позволяет проследить негативное воздействие на озеро, возникшее в результате хозяйственно-рекреационного развития побережья.

Уровень накопления ПАУ в обрастаниях может изменяться в зависимости от места их распространения на побережье. Максимальные концентрации ПАУ в обрастаниях отмечаются в районах с постоянным высоким уровнем поступления загрязняющих веществ.

5.3 При проведении ежегодных регулярных наблюдений за накоплением в обрастаниях мелководной части озера ПАУ важным звеном является правильный отбор проб.

5.4 Контроль уровня загрязнения организмов обрастаний ПАУ предлагается проводить путём сравнения с данными, полученными в предыдущие годы наблюдений, в соответствии с приложением Б.

5.5 Уровень содержания ПАУ в обрастаниях ряда прибрежных участков озера связан с усилением антропогенного воздействия на среду их обитания. Все обрастания в литоральной зоне озера являются однолетними растениями, поэтому каждый год они могут по-разному накапливать загрязняющие вещества, тем самым указывая на различный уровень антропогенного воздействия на конкретном участке озера.

5.6 Изменения содержания ПАУ в обрастаниях связано напрямую с ростом их накопления в воде озера.

6 Отбор проб обрастаний в мелководной зоне озера

6.1 Для отбора проб обрастаний в районах повышенной антропогенной нагрузки следует определить участки на мелководном побережье озера, имеющие географические координаты (или координатные номера), отмеченные на схеме участка во время проведения съемок.

6.2 Пробы обрастаний для определения накопления в них ПАУ отбирают один раз в год в летнее время. Отбор проб необходимо проводить в мелководной зоне озера. Пробы обрастаний отбирают с галечного материала, находящегося под водой на глубинах не более 0,5 м и площади обрастаний не более 5 м².

6.3 При отборе обрастаний необходимо проводить:

- описание места отбора, в котором отметить характер субстрата, на котором они развиваются, объем биомассы, разнообразие, признаки угнетения, расстояние места отбора от берега, глубину залегания;

- оценку качества воды (цвет, прозрачность, наличие взвесей), признаки загрязнения поверхности и водной толщи в месте отбора, погодные условия;

- визуальное обследование и описание обрастаний, в котором указать тип обрастаний (налет, пленка, слой, пряди, бахрома и т.д.), их характер (слизистые, кожистые, рыхлые, плотные, ватообразные, грубые, мягкие, слабые, значительные, толстые и т.д.), цвет, место расположения в застойных или проточных зонах.

Все эти сведения заносят в полевой журнал с указанием даты обследования, местонахождения, номера пункта.

6.4 Сбор обрастаний проводят с твердых предметов камней, бетонных сооружений при помощи скальпеля, пинцета или обычной металлической ложки с заточенным краем. Пробы отбирают в широкогорлые банки вместимостью от 250 до 500 см³ таким образом, чтобы вода покрывала водоросли слоем от 1 до 2 см.

6.5 После доставки проб в лабораторию часть пробы отбирают, промывают дистиллированной водой и проводят ее микропирование для определения видовой принадлежности организмов-обрастателей. С оставшейся части пробы при помощи фильтровальной бумаги убирают лишнюю воду, пробу засыпают сульфатом натрия в количестве, равном массе пробы, и хранят в морозильной камере холодильника до момента проведения химико-аналитического анализа.

6.6 Масса пробы обрастаний на определение ПАУ должна составлять от 5 до 10 г влажного биоматериала. Пробы хранят в холодильнике при температуре плюс 5 °С в течение 1 мес.

7 Места отбора проб обрастаний в мелководной зоне озера Байкал

Отбор проб обрастаний производится в соответствии с РД 52.24.309 и проводится в районах, подверженных антропогенной нагрузке, и в районе, характеризующемся как условно фоновый:

- район выпуска канализационных очищенных стоков (КОС) г. Байкальска – участок начинается от промплощадки АО «БЦБК» до устья реки Большая Осиновка;

- район г. Байкальска;

- прибрежный район, расположенный между городом Северобайкальск и пгт. Нижнеангарск;

- район поселка Давша (условно фоновый район).

Для биогеохимических исследований перспективна разработка новых полигонов в других районах озера, подвергающихся антропогенному воздействию.

В приложении Б приведена характеристика распределения содержания ПАУ в обрастаниях

8 Безопасность при отборе проб обрастаний

8.1 Лица, привлекаемые к отбору проб обрастаний, должны быть обеспечены резиновыми сапогами, спасательными жилетами.

8.2 Все участники экспедиционных работ на озере должны периодически проходить инструктаж по технике безопасности.

Приложение А (справочное)

Характеристика водорослей тест-объектов (улотрикс и спирогира)

А.1 Массовое развитие улотрикса и спирогиры в литоральной зоне озера дает возможность использовать эти водоросли, как тест-объекты при изучении накопления ПАУ в обрастаниях озера. Располагаясь на гравийно-галечном субстрате в прибрежной полосе озера, омываясь постоянно водой, эти виды водорослей могут накапливать в талломах значительное количество ПАУ. Как улотрикс, так и спирогира относятся к многоклеточным водорослям. Отличительным признаком между ними является расположение хлоропласта. У улотрикса он кольцевидный, а у спирогиры обычно спирально извитой.

А.2 Систематическое положение *Ulothrix zonata* (F.Weber et Mohr.) Kütz.

Отдел – Chlorophyta

Класс – Ulotrichophyceae

Порядок – Ulothrichales

Семейство – Ulothrichaceae

Род – *Ulothrix* Kütz

Вид – *Ulothrix zonata* (F.Weber et Mohr.) Kütz. 1833

Морфология:

Таллом многоклеточный, в виде простых обычно однорядных нитей, прикрепленных к субстрату базальной клеткой или свободнодвижущихся. Хлоропласт пристенный поясковидный или кольцевидный.

Наиболее характерным и массовым видом в озере Байкал являются зеленые водоросли *Ulothrix zonata* (F.Weber et Mohr.) Kütz, 1833 которые обильно развиваются на валунах и скалах в прибрежной зоне озера на глубинах от 0 до 1,5 м. Первые нити улотрикса появляются уже в апреле на свободных ото льда участках дна у уреза воды. Массовое развитие этих водорослей происходит с мая по август в прибойной зоне, образуя растительный пояс вокруг всего Байкала, названный К.И. Мейером поясом *Ulothrix zonata*. В этот период встречаемость улотрикса составляет от 50 % до 70 %. К началу сентября массовое развитие улотрикса заканчивается, однако на крупных валунах и скалах у уреза воды его можно обнаружить до ноября [3].

На нитях улотрикса поселяются разнообразные диатомовые водоросли и беспозвоночные животные.

А.3 Систематическое положение *Spirogyra* Link.

Отдел – Charophyta

Класс – Zygnematophyceae

Порядок – Zygnematales

Семейство – Spirogyraceae

Род – *Spirogyra* Link.

Морфология:

Таллом в виде длинных, неветвистых нитей, свободноплавающих или прикрепленных с помощью ризоидов к субстрату. Хлоропласты обычно в виде спирально извитых лент, с многочисленными пиреноидами, расположенными по оси ленты.

В настоящее время массовое развитие харофитовых водорослей рода *Spirogyra* sp.Link., 1820 происходит в местах повышенной концентрации биогенных элементов, обусловленных сбросом недостаточно очищенных сточных вод.

Спирогира наблюдалась на Байкале еще в начале 20 века. Представители рода *Spirogyra* sp.Link. встречаются обычно в закрытых мелководных хорошо прогреваемых бухтах, где они образуют большие ватообразные скопления, которые плавают по поверхности воды или стелются по дну. В конце 70-х начале 80-х годов *спирогира* была обнаружена на участке открытого юго-восточного побережья Байкала, расположенном в районе сброса в озеро условно чистых вод Байкальского целлюлозно-бумажного комбината [3].

Приложение Б (справочное)

Характеристика распределения содержания ПАУ в обрастаниях озера Байкал

Б.1 Обрастания относительно больше аккумулируют ПАУ, чем макрозообентос, что связано с прилипанием загрязняющих веществ к талломам водорослей и их дальнейшим накоплением в слоевище.

Б.2 ПАУ, непосредственно поступающие со стороны береговой зоны в конкретный мелководный участок озера, только частично подвергаются разбавляющему эффекту за счет гидродинамического (волнового) воздействия на литоральную зону озера. В более глубоководных районах озера, значительно удаленных от берега процесс накопления ПАУ донными гидробионтами, происходит менее интенсивно [4].

Б.3 Глубина гидродинамического воздействия на донные образования в литоральной части озера может достигать 30 м.

Б.4 При удалении от береговой зоны вглубь озера скопление прикрепленных организмов-обрастателей становится менее заметным.

Б.5 Максимальное накопление ПАУ в обрастаниях отмечается в прибрежной зоне городов и поселков в северо-восточной и юго-западной части озера за счёт поступления биогенных элементов с селитебных территорий.

Б.6 Отмеченное накопление обрастаний в мелководной зоне озера происходит в районах с постоянно развивающимися прибрежными территориями

Таблица Б.1 – Содержание ПАУ, нг/г с.о., в обрастаниях в мелководной зоне побережья озера Байкал в 2014-2019 гг. (числитель – диапазон значений, знаменатель – среднее арифметическое значение)

Показатель	Содержание ПАУ, нг/г с.о.						
	Район выпуска КОС г. Байкальск				Район пгт. Нижнеангарск		Район пос. Давша
	2014 г.	2015 г.	2017 г.	2018 г.	2017 г.	2019 г.	2019 г.
Сумма ПАУ	<u>23,2-28,5</u> 25,8	<u>10,3-41,0</u> 19,1	<u>15,2-141,7</u> 47,4	<u>7,0-51,3</u> 19,8	<u>19,3-145,0</u> 65,8	10,7	4,4
Бенз[а]пирен	<u>0,5-1,2</u> 0,8	<u>0,2-2,3</u> 0,8	<u>0,9-12,9</u> 4,6	<u>0,1-1,5</u> 0,5	<u>0,1-5,5</u> 2,1	<0,1	<0,1

Химико-аналитические определения ПАУ выполнены в Институте проблем мониторинга ФГБУ «НПО «Тайфун» в соответствии с планом НИТР Росгидромета.

Библиография

- [1] Хрусталёв Ю. П. Эколого-географический словарь. РГУ. Батайск. 2000. С. 197.
- [2] Реймерс Н. Ф. Популярный биологический словарь. – М. Наука, 1991. – 537 с.
- [3] Ижболдина Л.А. Атлас и определитель водорослей бентоса и перифитона озера Байкал с краткими очерками по их экологии. – Наука-Центр, 2007. –248 с.
- [4] Резников С.А., Якунина О.В., Матвеев А.А., Лукьянова Н.Н., Богуш И.В., Аджиев Р.А. Динамика накопления полициклических ароматических углеводородов в донных биоценозах озера Байкал по результатам биогеохимического мониторинга// Метеорология и Гидрология. 2018.– №5. С. 80-89

Ключевые слова: обрастания, оз. Байкал, полициклические ароматические углеводороды

Лист регистрации изменений

Порядко вый номер изме- нения	Номер страницы				Номер регистрац ии изменения в ГОС, дата	Подпись	Дата	
	изменё нной	заменё нной	новой	аннули- рованной			внесения изм.	введения изм.