

## Оглавление

The absorption of peloids from some lake in the western region of Mongolia. <i>Z. Badnainyambuu, A. Undarmaa, N. Undarmaa, D. Tsogtgerel, B. Tserenkhand</i> .....	5
Hydro-chemical study of Western region main springs and their physical and chemical characteristics. <i>Ch. Bolormaa, O. Bolormaa</i> .....	16
Macro elements and mineral research of lacustrine clay from some mineral lakes in western Mongolia. <i>N. Jargalsuren, Z. Burmaa</i> .....	22
Использование эвтрофных озер Республики Алтай в рекреационных целях: проблемы, перспективы. <i>С.В. Ахматов</i> .....	25
Эффективность естественного воспроизводства полупроходных видов рыб в р. Жайык (Урал). <i>Е.Б. Бокова, А.М. Мухсанов, Г.Г. Джунусова</i> .....	31
Основные черты лимногенеза Большого Алтая в неоплейстоцене. <i>П.С. Бородавко</i> .....	35
Химический состав и свойства вод озёр Монгольского Алтая. <i>З. Бурмаа, Н. Жаргалсурен</i> .....	41
Влияние Дургунской ГЭС на природную среду. <i>З. Бурмаа, Н. Жаргалсурен</i> .	44
Химический состав почв близцентральной территории Сомона Мунххайрхан. <i>З. Бурмаа, Ч. Оноржаргал</i> .....	50
Химическое исследование поверхностных вод западного региона Монголии и оценка их качества. <i>З. Бурмаа</i> .....	53
Стратегическое управление водными ресурсами трансграничных рек Азиатской России. <i>Ю.И. Винокуров, Б.А. Красноярова</i> .....	59
Питание и пищевые взаимоотношения рыб реки Агуца (Забайкальский край). <i>Е.П. Горлачева</i> .....	63
Новые данные по минералогии и геохимии руд редкоземельно-вольфрамового месторождения Улаан-Уул (Северо-Западная Монголия). <i>А.И. Гусев, Е.М. Табакаева, Д. Отгонбаяр</i> .....	68
Проблемы водопользования в Пермском крае. <i>С.А. Девинских, А.Б. Китаев, Г.В. Морозова, О.В. Ларченко</i> .....	74
Гидрохимическое и гидробиологическое состояние участков в рр. Жайык и Кигащ в районах возможного загрязнения тяжелыми металлами. <i>Г.Т. Демесинова, Ж. Аблаким</i> .....	78
Вопросы лимнологии Западной Монголии. <i>А.Н. Егоров, И.В. Космаков</i> .....	83
Байгалийн усыг чанар, найрлагаар нь ангилань үнэлэх асуудалд. <i>Ч. Жавзан</i> . 91	
Восстановление дебитов водозаборов подземных вод. <i>В.И. Заносова, О.С. Борзилов</i> .....	95

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭВТРОФНЫХ ОЗЕР РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ В РЕКРЕАЦИОННЫХ ЦЕЛЯХ: ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ

*С.В. Ахматов*

*Томск, Россия*

Для организации полноценного отдыха качество природной среды играет ведущую роль. Поскольку наибольшее количество водных видов отдыха связано с непосредственным контактом с водной средой, санитарно-гигиенические условия приобретают решающее значение. В первую очередь, необходимо обеспечить высокое качество воды для таких видов туризма, как купание, любительское рыболовство, подводное плавание, катание на водных лыжах и мотоциклах (скутерах). Другие виды рекреации менее требовательны к качеству воды.

Одним из основных факторов, ограничивающих рекреационное использование акваторий, является загрязнение воды недостаточно очищенными промышленными и хозяйственно-бытовыми стоками. Загрязненные хозяйственно-фекальными стоками и другими токсичными веществами водные объекты приводят к ряду заболеваний у отдыхающих. Уровень микробного загрязнения и фактор риска инфекционного заболевания может увеличиться от чрезмерной нагрузки пляжей туристами, в результате чего водоемы могут быть закрыты. Согласно «гигиеническим требованиям...», площадь территории пляжа определяется из расчета не менее  $8 \text{ м}^2$  на человека [1].

При оценке побережья и акватории для целей отдыха обычно учитывают следующие характеристики воды: органолептические (температура, запах, цветность, прозрачность, плавающие примеси), кислородный режим (растворенный кислород, биохимическое потребление кислорода), значения pH, содержание токсичных химических соединений, гидробиологические и санитарно-бактериологические показатели.

Неприятный запах, повышенная мутность, окраска и количество водорослей, большая потребность воды в кислороде - ухудшают эстетические показатели, снижают ценность водоема для рекреации. Повышенное содержание соединений азота и фосфора - способствует развитию водных растений и цветению водоема, что создает препятствия для купания, любительского рыболовства, использования рекреационного водного транспорта. Фенолы, нефтепродукты, ртуть, пестициды и ряд других веществ создают риск для здоровья отдыхающих, оказывают негативное влияние на развитие рыболовства. При оценке качества воды, используемой для купания, критериями эпидемической безопасности являются показатели уровня фекального загрязнения и микрофлоры, вызывающей заболевания глаз, кожи, верхних дыхательных путей.

Необходимо учитывать, что на здоровье людей также оказывает влияние санитарно-гигиеническое состояние донных отложений в прибрежной полосе и почвы пляжей. Почвенный покров играет определенную роль в

возникновении и распространении ряда заболеваний. Оценка санитарного состояния почвы проводится по санитарно-химическим и микробиологическим показателям. При контроле санитарного состояния почв курортов и зон отдыха установлена обязательность определения целого ряда показателей, включающих аммонийный и нитратный азот, хлориды, pH, пестициды, детергенты, канцерогенные и радиоактивные вещества, а также лактозоположительные кишечные палочки, энтерококки, патогенные микроорганизмы, яйца и личинки гельминтов. При наличии источников загрязняющих веществ определяются тяжелые металлы, нефть и нефтепродукты, фенолы, сернистые соединения, мышьяк и т.д.

Одним из лучших индикаторов качества воды является наличие рыбы во внутренних водоемах. Реки и водоемы, подверженные химическому загрязнению, особенно ртутью и ДДТ, непригодны для развития любительского рыболовства. Пойманную в загрязненных источниках рыбу не рекомендуется употреблять в пищу. Исследователи из США сформулировали ряд признаков, по которым, в зависимости от качества воды, акватория непригодна для развития любительского рыболовства (водоем не пригоден, если pH больше 10 или меньше 5, концентрация кислорода меньше 2,0 мг/л, температура воды выше 34 °С или если расход воды в летний период снижается до нуля) [4].

Для отдыха существенным ограничивающим фактором является избыточное цветение водоема. В местах цветения образуются продукты распада водорослей (аммиак, фенол и др.), содержание органических веществ в 20-40 раз больше нормы для углерода, в 30-150 раз для азота и в 25-100 раз для фосфора. В таких условиях общее число бактерий увеличивается в 100-200 раз и создаются благоприятные условия для развития патогенной микрофлоры. В зонах с высокой концентрацией сине-зеленых водорослей недостаток кислорода приводит к разрушению рыбных кормовых баз и к гибели рыбы. Выброшенные на берег и разлагающиеся водоросли сокращают рекреационные территории для отдыха и спорта по берегам акваторий. Особенно большие скопления водорослей образуются в прибрежных зонах, бухтах и заливах. После купания в таких водоемах у людей наблюдалось воспаление кожи, глаз, кишечные заболевания и др. [2,3]. В период своего максимального развития сине-зеленые водоросли являются источником токсичности рыбы, что может служить причиной кишечно-желудочных заболеваний людей (при употреблении в пищу некоторых хищных пород рыб – щуки, судака и др.) [4].

Замедление процесса эвтрофикации осуществляется несколькими способами, все их можно условно разделить на три группы: инженерные, химические и биологические. Химические методы связаны с добавлением в озеро веществ, способствующих осаждению биогенных элементов или преобразованию их в менее доступную для микроорганизмов форму. Эти методы довольно неоднозначны, есть много примеров, когда использование

химических веществ не только не приводили к желаемым результатам, но и создавали угрозу экосистеме водоема. [5 стр. 99].

Биологические методы основаны на сборе и изъятии из озера макрофитов, водорослей и рыбы, или же, наоборот, введении растительноядных видов рыб – карпа, толстолобика и т.д. Выкашивание водорослей и подводной растительности – довольно дорогостоящий и трудоемкий метод, а запуск ихтиофауны зависит от трофических связей в экосистеме водоема.

Инженерные методы предотвращения эвтрофикации водоемов осуществляются несколькими способами – от радикальных до довольно «мягких». Примером радикальных преобразований можно назвать спуск воды из заросшего водоема и очищение котловины от донных отложений и растительности с помощью сельхозтехники (тракторов, грейдеров). Далее пруд или озеро вновь наполняется водой, заселяется «пионерными» растениями и интродуцируется ихтиофауной. Подобные мероприятия были проведены на двух старичных озерах в районе Московского тракта города Томска. Чаще всего, этот метод используется для тех водоемов, где поступление и расход воды минимальный, и происходит за счет атмосферных осадков, незначительного стока грунтовых и поверхностных вод и испарения с водного зеркала.

Менее радикальными способами остановить эвтрофикацию можно аэрацией и разрушением стратификации водоема. При стратификации озера происходят изменения физических, химических и биологических характеристик воды: в гипolimнионе снижается количество растворенного кислорода, повышается объем питательных веществ, а температура воды ниже, чем в эпимлионе. В гипolimнионе образуется восстановительная среда, прекращается выделение продуктов окисления и выделяется сероводород и метан. При искусственном перемешивании растворенный кислород и питательные вещества вовлечены в кругооборот, а озеро остается изотермальным. Оздоровление водоема с принудительной циркуляцией происходит достаточно быстро [6].

Дестратификацию водоема проводят двумя способами: пневматическим – аэрация при помощи насосов, поставляющих воздух, и, собственно, кислород в придонные слои озера (как в домашних аквариумах) и гидравлическим, то есть перемешиванием воды винтами или перекачкой вод гипolimниона в эпимлион насосами. Не вдаваясь в подробности, скажем, что самый щадящий способ – аэрация с прямой подачей воздуха в гипolimнион, без нарушения термоклина и взмучивания придонных слоев.

Другой достаточно радикальный способ очистки применим для водоемов, русла притоков и стоков которых (по разным причинам) потеряли свою пропускную способность. Причинами могут быть: заиливание русла, заболачивание устья притока и как следствие, зарастание мхами, образование кочкарника и т. д. Примером таких водоемов можно назвать озера Красногорское и Джангызколь на юго-востоке Республики Алтай, которые до

недавнего времени использовались туристами и местными жителями для пикников и пляжно-купального отдыха. За последние 15-20 лет озера постепенно эвтрофируются, теряют эстетическую привлекательность и, по нашим прогнозам, лет через 10-15 окончательно зарастут. Основные причины их быстрой деградации: неудовлетворительное функционирование притоков и стоков, большая площадь водного зеркала при небольшой глубине водоемов и поступление биологических отходов выпасаемых вблизи животных.

Озеро Джангызколь видимых притоков не имеет, подпитывается через обширный заболоченный участок на юго-западном побережье. Средняя мощность ила-сапропеля, накопленного на дне озера, составляет около 50 см. при средней глубине озера 230 см. Возможные мероприятия по улучшению рекреационного потенциала – расчистка дна от ила и водной растительности, зарегулирование озера рекой Корумду, сооружение пирсов для рыболовства на южном и северном берегу и создание пляжной полосы. Расчистка русла притока и стока требует точных расчетов и последующих наблюдений за озером, так как любое вмешательство в экосистему может привести к гибели водоема.

Несколько другая ситуация с озером Красногорским. Озеро Красногорское расположено в 5 км к юго-западу от пос. Чаган-Узун (координаты N50°03.447 E88°25.142) в горно-степной биоклиматической зоне на абсолютной высоте 1734 м. Площадь озера 0,12 км<sup>2</sup>, длина 545 м., ширина 340 м. со средней глубиной 2 м. По классификации Б. Б. Богословского относится к испаряющему типу, по классификации Наумана-Тинеманна – к эвтрофным, богатым минеральным питанием и с высокой степенью продуктивности. Котловина озера округлой формы, берега пологие. Береговая растительность представлена осокой, ковылем, типчаком, караганой, полынью. На восточной стороне водоема имеется песчано-гравийный пляж, длиной 50 м. и шириной 3-5 м., западный берег заболочен, на прибрежном участке и в литорали произрастает осока. Дно озерной котловины плоское с пологими уклонами, на 40% заросшее макрофитами: в центральной части котловины произрастает роголистник, в литорали – рдест плавающий, элодея канадская, нителла, редко встречается хвощ. Донные осадки в литоральной зоне представлены органическим глинистым илом серого цвета мощностью более 30 см., в центральной части озера осадки темнее, включают больше органики, находятся во взвешенном состоянии. Максимальные глубины (до 2,6 м.) сосредоточены в центральной части озера. Вода пресная, без запаха, прозрачность по диску Секки 2 м., цвет по шкале Уле-Шокальского зеленоватый, температура поверхностного слоя воды на 28 июля составила 20°C, температура придонного слоя 11°C, рН – 6,5. В озере водится хариус и осман, орнитофауна представлена утками, изредка залетают речные чайки. К водоему можно проехать на легковом автомобиле, на берегу есть два места для организации пляжно-купального отдыха.

Питание водоема осуществляется протокой, соединяющей озеро с рекой Чуя. Сезонные колебания уровня озера контролируются уровнем Чуи - когда

поднимается уровень воды в реке (в весеннее половодье) - в озеро поступает вода. В меженный период озеро питается только атмосферными осадками и грунтовыми водами. Дебет происходит за счет испарения и незначительного стока в Чую. Сток и приток воды осуществляется по одному руслу, перемена стока и притока зависит от того, где выше уровень воды – в реке или озере. Таким образом, свежая вода в озеро поступала всего несколько раз в год, а за последние годы Чуя врезалась в русло на полметра и возможность обновления воды в озере снизилась до минимума. По словам местного пастуха Василия Ядаева в 2014 году в начале марта вода в реке поднялась на 1 метр, увеличив уровень воды в озере на 55 см. Больше таких существенных поступлений воды из реки не наблюдалось. За период наблюдений (середина – конец июля 2010, 2011, 2012, 2014 гг.) уровень воды в озере Красногорское не менялся.

За три года наблюдений (с 2011 по 2014 гг.) в северной части водоема в прибрежной зоне произошло увеличение площади надводной растительности и растений с плавающими листьями (рдест, элодея), а также развитие нитчатых водорослей в пределах литорали, что свидетельствует об ухудшении качества воды. [5 стр. 60].

Важную роль играет деградация почвенно-растительного покрова от выпасаемых в береговой зоне животных. Уплотнение и перетиранье почвы копытами крупного рогатого скота формирует условия плохой инфильтрации атмосферных осадков, а, следовательно, повышенного смыва в водоем по ложбинам стока верхнего горизонта почвы вместе с органическими остатками жизнедеятельности животных. Качество грунтовых вод также меняется – в некоторых участках береговой зоны грунт представляет собой песчано-галечниковый субстрат, а подземные воды стекают по линзам многолетнемерзлых пород, также добавляя в озеро растворенную атмосферными осадками органику животных.

Между тем, водоем имел неплохие предпосылки для создания регулируемой рекреационной зоны для местного населения и проезжающих туристов. В окрестностях п. Чаган-Узун озеро Красногорское – единственный водоем, удовлетворяющий требованиям при организации кратковременного пляжно-купального отдыха. Котловина озера имеет благоприятный свал глубин, на юго-восточном берегу находится естественный песчано-галечниковый пляж шириной 5-7м., литораль до глубины 1 м. покрыта галечником и неорганическим илом. Температура воды (20°С на поверхности) и отсутствие сильных и холодных течений соответствует требованиям для занятия водными процедурами взрослых людей и детей от 10 лет. Несколько уменьшает достоинства водоема илистый характер дна, зарастание центральной части макрофитами и постепенная эвтрофикация озера, но при соответствующих инженерно-технических мероприятиях эти недостатки можно устранить.

Для предотвращения эвтрофикации озера Красногорское, прежде всего, необходимо ограничить выпас животных в зоне водосбора. Для повышения водообменности рекомендуется зарегулировать водоем путем расчистки и

углубления русла притока из реки Чуя. Кроме того, для ускорения процесса «выздоровления» водоема можно выбрать часть органических донных отложений и макрофитов, как в зоне литорали, так и в центральной части котловины. Изъятие растительности и донных отложений необходимо производить частично, с сохранением «островков» автохтонной экосистемы.

В отличие от популярного у жителей Кош-Агача озера Каменистого, где, как правило, в июне-июле после обеда поднимается сильный ветер, и проводить пляжно-купальные мероприятия становится затруднительно, озеро Красногорское обладает более комфортными микроклиматическими условиями. Для организации полноценного отдыха необходимо облагородить пляж на юго-восточном и северном берегу: очистить литораль от ила и растительности, поставить беседки и мусорные бачки, построить игровую площадку.

### Литература

1. Гигиенические требования к зонам рекреации водных объектов ГОСТ 17.1.5.02-80. М.: Изд-во стандартов. 1981. — 6 с.
2. Водохранилища мира / Отв. ред. Г. В. Воропаев, С. Л. Вендров.—М.: Наука, 1979, — 288 с.
3. Румянцев А. М. Комплексное использование водных ресурсов в социалистических странах. — М.: Энергия, 1975. — 207 с.
4. Васильев Ю. С., Кукушкин В. А. Использование водосмов и рек в целях рекреации. Л.: Гидрометеиздат, 1988. —230 с.
5. Восстановление экосистем малых озер. СПб.: Наука, 1994. —144с.
6. Хендерсон-Селлерс Б. Инженерная лимнология. Л.: Гидрометеиздат, 1987. —335 с.