

На правах рукописи

**Морозова Марина Олеговна**

**ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ БИОГЕННЫХ  
ЭЛЕМЕНТОВ (АЗОТ И ФОСФОР) И ОРГАНИЧЕСКОГО  
ВЕЩЕСТВА В ОЗЕРЕ АРАХЛЕЙ (ВОСТОЧНОЕ  
ЗАБАЙКАЛЬЕ)**

Направление подготовки 05.06.01 – Науки о Земле  
Направленность 25.00.36 – Геоэкология (по отраслям)

**НАУЧНЫЙ ДОКЛАД**  
об основных результатах подготовленной  
научно-квалификационной работы (диссертации)

Чита, 2021

**Работа выполнена** в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения Российской академии наук (ИПРЭК СО РАН), г. Чита.

**Научный  
руководитель:**

**Цыбекмитова Гажит Цыбекмитовна,**  
доцент, кандидат биологических наук,  
старший научный сотрудник  
лаборатории водных экосистем ФГБОУ  
ИПРЭК СО РАН

**Рецензенты:**

**Эпова Екатерина Сергеевна,**  
кандидат геолого-минералогических  
наук, младший научный сотрудник  
лаборатории геохимии и рудогенеза  
ФГБОУ ИПРЭК СО РАН

**Воропаева Татьяна Владимировна,**  
кандидат географических наук, доцент  
кафедры биологии, химии и методики и  
их обучения ФеНМиТ ФГБОУ ВО ЗабГУ

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность.** В последние десятилетия произошли значительные глобальные климатические изменения, которые отразились на количестве атмосферных осадков. Долгосрочные тренды глобального потепления показаны в ряде работ (Куликов и др., 2014; Ji et al., 2014; Huang et al., 2016). Повышение глобальной температуры приводит к тому, что климатически влажные регионы становятся более влажными, а засушливые – суше. Однако на региональном уровне эти изменения отличаются с глобальной точки зрения. Исследования приземной температуры воздуха в Забайкальском крае с 1848 г. по настоящее время показали наличие шестидесятилетних колебаний и тенденции потепления климата (Обязов, 2015). В 60-летнем цикле появляются небольшие циклы с периодами 24-25 лет и 6-7 лет (Обязов, 2010, 2011, 2014). Колебания уровня водоемов зависят от многолетних изменений атмосферных осадков и восполнения грунтовых вод, поэтому они также имеют циклический характер. Колебания атмосферных осадков приводят к изменению глубины и площади поверхности озер, гидрохимических показателей.

При изменении уровня режима водоема происходит смена видового состава их обитателей и модификация потоков энергии, идущих через пищевые цепи, что находит отражение на продуктивности водоемов (Wood, Tailing, 1988; Williams, 1998; Бульон, 2003, 2007; Балушкина и др., 2007, 2009; Алимов, 2017; Голубков, 2012; Голубков и др., 2018; Wang et al., 2019).

Таким образом, исследования воздействия изменения климата на состояние водных экосистем проводятся во всем мире (Россолимо, 1964, Vinberg, Lyakhnovich, 1965; Алимов, 1994, 2000, 2006, 2008; Nöges et al., 2003; Adrian et al., 2006; Lewandowska, Sommer, 2010; Izmet'seva et al., 2011; Алимов и

др., 2013; Zohary et al., 2020). Отмечается также ряд работ по зависимости динамики уровня озер от величины увлаженности территорий, например, в Европе (Johnk et al., 2004), в Африке (Awange et al., 2008).

Однако исследований по изменению водных экосистем в естественных условиях горной территории Северной Азии из-за колебаний уровня режима озер мало, и исследования в основном сосредоточены на антропогенных воздействиях или некоторых видах водных организмов (Leira, Cantonati, 2008; Ташлыкова, 2019; Афонина, Ташлыкова, 2020).

Одной из важнейших задач гидробиологии считается оценка состояния и прогнозирование изменений водных экосистем под влиянием внешних и внутренних факторов. Последствиями изменения климата является чередование многоводных и маловодных лет. При этом в водных экосистемах происходит изменение содержания азота и фосфора аллохтонного и автохтонного происхождения. Поэтому одним из индикаторов экологических изменений водоемов является учет биогенных элементов. Биогенные элементы, такие как азот и фосфор играют немаловажную роль в водной экосистеме, определяя среду обитания гидробионтов и являясь основой биопродуктивности водоемов (Lerman et al., 2004; Гашкина, 2011, 2012; Алимов, 2013; Замулина, 2015; Мальфанов, 2017). Следовательно, исследования, связанные с динамикой биогенных элементов в водных экосистемах, процессов эвтрофикации водоемов являются актуальными (Изучаем..., 1994; Lerman et al., 2004; Гашкина, 2012; Алимов, 2013; Несветова, Бойцов, 2018).

По уровню содержания биогенных элементов проводится классификация водоемов по определению их трофического статуса, таких как дистрофные, олиготрофные, мезотрофные и эвтрофные (Carpenter et al., 1998). Биогенные элементы, включаясь в биотический круговорот, определяют уровень развития автотрофного компонента экосистемы, что

тесно связано с общим содержанием взвешенных веществ и прозрачностью воды (Жукова, 2002).

В данной работе обсуждаются материалы, собранные на озере Арахлей, расположенного на юге Витимского плоскогорья (Восточное Забайкалье). Данный регион характеризуется резко континентальным климатом, что влияет на окружающую среду, в том числе и на состояние водоемов. Функционирование водоемов в условиях резко континентального климата имеет ряд специфических особенностей, отличающих их от подобных водоемов Европейской части страны. Данная территория характеризуется незначительным количеством осадков, которые распределяются неравномерно по сезонам, при этом отмечается высокая амплитуда годовых и суточных колебаний температур и невысокая влажность воздуха (Акимов и др., 2016).

Выбор данного объекта обусловлен тем, что оз. Арахлей является наиболее глубоководным центральным водоемом (максимальная глубина – 16,7 м, средняя – 10,4 м) из системы Ивано-Арахлейских озер, находящийся в водосборном бассейне оз. Байкал участка Всемирного наследия ЮНЕСКО. Оз. Арахлей является модельным водоемом многолетних экосистемных исследований ИПРЭК (ЧИПР) СО РАН под влиянием природных и антропогенных воздействий.

На основе обобщения многолетних данных 1996-2020 гг., показана динамика азота и фосфора в озере Арахлей, определены тенденции его долгосрочных изменений, а также положение биогенных элементов в системе взаимосвязей между основными показателями качества воды.

**Цель работы** – выявить многолетнюю динамику изменений биогенных элементов (азот и фосфор), органического вещества и трофического состояния озера Арахлей в изменяющихся условиях окружающей среды.

**Основные задачи**, решение которых необходимо для достижения поставленной цели:

1. Изучить динамику изменения биогенных элементов в зависимости от состояния озера в межгодовом и сезонном аспекте.

2. Установить изменение органического вещества в межгодовом и сезонном аспекте.

3. Определить трофическое состояние оз. Арахлей по динамике концентраций биогенных веществ.

**Объект исследования** – биогенные элементы (азот и фосфор), органические вещества.

**Предмет исследования** – изучение динамики биогенных элементов (азот и фосфор) и органического вещества в изменяющихся условиях окружающей среды на примере озера Арахлей.

**Фактический материал и личный вклад автора.** Научно-квалификационная работа подготовлена в процессе выполнения государственного задания Института природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН по теме: «Биоразнообразие природных и природно-техногенных экосистем Забайкалья (Центральной Азии) как индикатор динамики региональных изменений климата», № АААА-А17-117011210078-9 и гранта РФФИ\_офи\_м, № 17-29-05085 «Механизмы функционирования и эвтрофикации модельных водных объектов бассейна оз. Байкал в условиях климатических изменений и антропогенного воздействия: комплексная оценка и прогноз». В основу работы положены материалы полевых и камеральных исследований, проведенных в период 2018-2021 гг. За этот период автором в составе экспедиционного отряда лаборатории водных экосистем ИПРЭК СО РАН было отобрано 228 образцов проб воды с озера Арахлей. Автором самостоятельно проведены химико-аналитические исследования воды на определение содержания азота, фосфора и органического вещества;

проанализирован полученный фондовый материал, проведена оценка экологического состояния водоема.

**Методы исследования.** Основные методы исследований базируются на изучении и сравнительном анализе химического состава озерной воды; изучении и анализе многолетней динамики содержания биогенных элементов и органического вещества.

Химический анализ содержания биогенных элементов и органического вещества выполнен стандартными химическими методами в лаборатории водных экосистем ИПРЭК СО РАН. Обработка полученных химико-аналитических данных проводилась с помощью программных средств Microsoft Office Excel, Statistica \_10\_ru\_portable. Рисунки сделаны в программе Google Earth Pro.

**Достоверность научных результатов** обеспечена использованием результатов более 200 образцов воды, полученных аналитическими методами, апробацией основных научных положений на конференциях и опубликованных в рецензируемых российских журналах, выполнением заданий государственных программ и проекта Российского фонда фундаментальных исследований. В работе использованы методы, которые достоверны и используются в международной практике.

**Научная новизна работы** связана с установлением ранее неизвестных возможностей определения многолетней динамики изменений биогенных элементов (азот и фосфор), органического вещества и трофического состояния озера Арахлей в изменяющихся условиях окружающей среды. При этом:

- впервые проведен анализ сезонного и годичного мониторинга по станциям возможного внешнего поступления биогенных элементов в экосистему озера;

- установлены ранее неизвестные особенности сезонных и межгодовых различий содержания исследуемых компонентов в литоральной и центральной зонах озера;
- впервые оценено экологическое состояние оз. Арахлей с позиции международной практики оценки трофического уровня с применением индекса Карлсона, а также учета экологических нормативов, таких как ПДК.

**Практическая значимость.** Полученные количественные данные многолетних натурных наблюдений создают теоретическую основу и могут служить как опорные фоновые величины при проведении оценок качества воды в условиях меняющегося климата и возрастающей антропогенной нагрузки. В то же время, результаты по межгодовой и сезонной динамике биогенных элементов важны для устойчивого рыбохозяйственного использования озера Арахлей. Результаты работы могут быть полезны специалистам в области гидробиологии, гидрохимии и экологии.

**Апробация результатов работы.** Основные положения и результаты исследований докладывались на всероссийских конференциях.

**Публикации.** По теме научно-квалификационной работы опубликовано 17 работ, в том числе в журналах, входящих в перечень ВАК, RSCI – 5. WOS, SCOPUS – 4.

**Структура и объем работы.** Работа состоит из введения, 4-х глав, заключения, списка использованных источников литературы (218 наименований), списка иллюстративного материала (14) и приложений (2). Общий объем работы – 115 с.

Во **введении** обоснована актуальность исследований, определены цель, задачи и методы исследований, сформулированы научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы. В **главе 1** «Теоретико-методологические вопросы исследования геоэкосистем



водоемов и методика исследований» приведен литературный обзор по теоретическим и методологическим вопросам исследований биогенных элементов и органического вещества в водных экосистемах и основных методов исследований по теме работы. **Глава 2** «Общая характеристика озера Арахлей и его водосборного бассейна» включает информацию о природно-климатических условиях и орографии исследуемой территории, биологическую характеристику озера и анализ многолетних изменений азота и фосфора в озере Арахлей. **Глава 3** «Содержание азота и фосфора в экосистеме водоема» раскрывает вертикальное и горизонтальное распределение азота и фосфора в межгодовом и сезонном аспекте, взаимосвязь их с абиотическими факторами среды. На материалах этой главы формируется первое защищаемое положение. В **главе 4** «Органическое вещество в экосистеме водоема» приведены данные исследований о вертикальном и горизонтальном распределении органического вещества в озере Арахлей в течение нескольких лет. Сделан анализ трофического состояния водоема. На основе анализов результатов главы обосновываются второе и третье защищаемые положения.

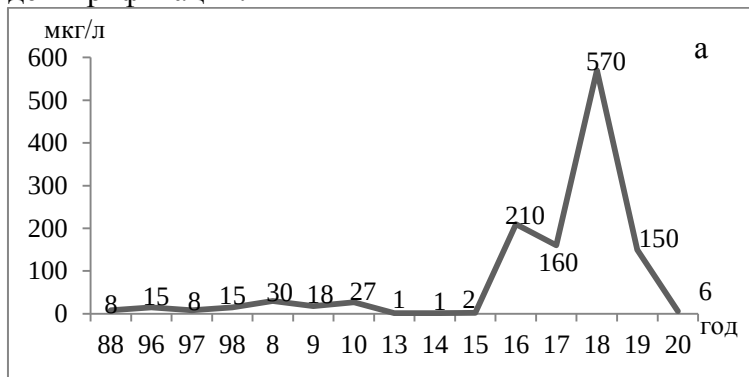
**Благодарности.** Автор выражает искреннюю благодарность научному руководителю к.б.н., доценту Цыбекмитовой Г.Ц. за всестороннюю помощь и поддержку. Выражает огромную благодарность всем тем, кто принял участие в подготовке, предоставлении и анализе информации по теме исследования, за помощь в проведении экспедиционных работ и обработке проб: Матафонову П.В., Ташлыковой Н.А., Куклину А.П., Афониной Е.Ю., Базаровой Б.Б., Борзенко С.В., Абрамовой В.А., Кривенковой И.Ф., Эповой Е. С., Воропаевой Т.В., Федорову И. А., Таскиной Л.В., Комогорцевой И.А., Засухиной Е.М.

## ОСНОВНЫЕ ЗАЩИЩАЕМЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

**Основное защищаемое положение** состоит в том, что биогенные элементы (азот и фосфор) и органические вещества водных экосистем изменяются под влиянием внешних и внутренних факторов. Концентрации их вследствие неустойчивости являются чувствительными индикаторами экологического состояния водных экосистем при многолетних мониторинговых исследованиях. При этом установлено:

**Первое защищаемое положение.** Для озера Арахлей в многоводные годы динамика изменений концентраций биогенных элементов (азот и фосфор) имеет тенденцию увеличения содержания ионов аммония и уменьшения концентрации нитритов, нитратов, фосфора. В маловодные годы, наоборот, происходит снижение ионов аммония, увеличение концентрации нитритов, нитратов и фосфора.

В ходе исследования были проанализированы данные с 1988 по 2020 гг. Графики представлены на примере изменений нитратов (рисунок 1 (а и б)). Видно высокое содержание нитратного азота с 2016 по 2019 гг. Увеличение нитратов связано внутриводоемными процессами, в том числе процесса денитрификации.



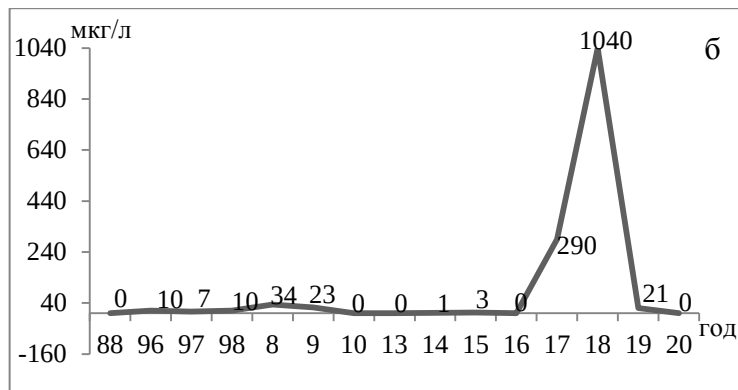


Рисунок 1 Динамика содержания нитратов в поверхностном (а) и фотическом (б) горизонтах водной тощи центральной зоны оз. Арахлей

По фосфору – в многоводные годы уменьшается концентрация фосфора, а в маловодные – увеличивается (рисунок 2, 3).

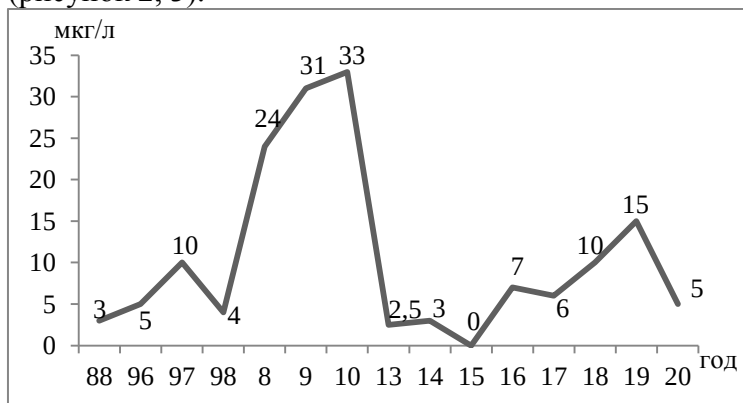


Рисунок 2 Динамика содержания фосфатов в поверхностном горизонте водной тощи центральной зоны оз. Арахлей

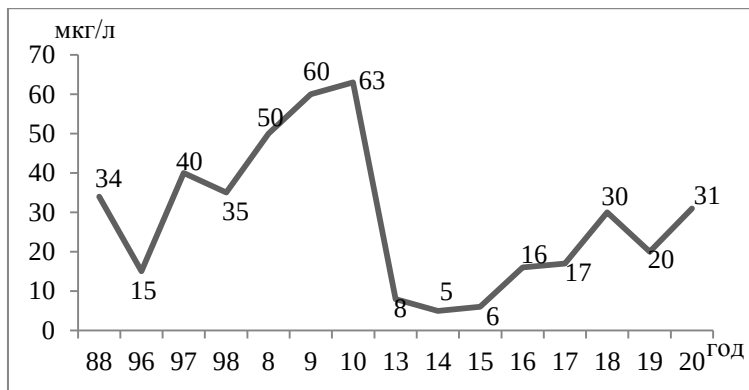


Рисунок 3 Динамика содержания общего фосфора в поверхностном горизонте водной тощи центральной зоны оз. Арахлей

**Второе защищаемое положение.** Для озера Арахлей на протяжении исследуемого времени (1996-2020 гг.) по соотношению перманганатной и бихроматной окисляемости установлено, что внутриводоемные процессы синтеза органического вещества преобладают над поступлением их с водосборной территории.

На рисунке 4 показаны сезонные изменения **легкоокисляемых ОВ** за 2019-2020 гг., тем самым мы показываем зависимость изменений концентраций от внутриводоемных взаимодействий в экосистеме.

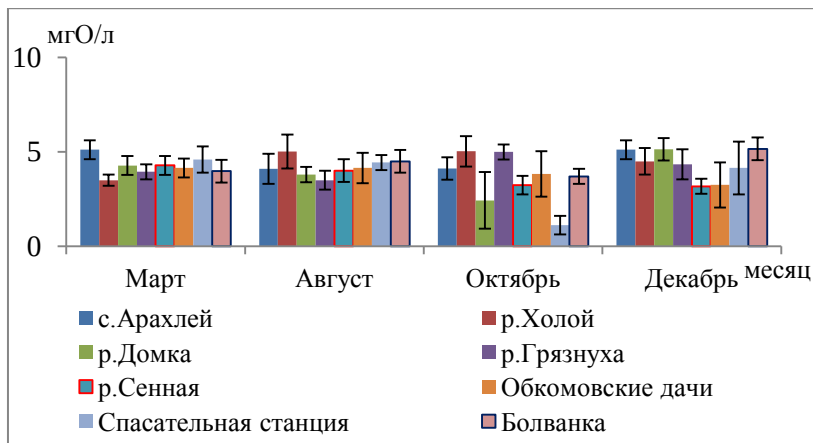


Рисунок 4 Сезонные изменения легкоокисляемых ОВ в литоральной зоне озера Арахлей

Весною (март) наибольшие концентрации ПО установлены в районе с. Арахлей, что связано с подледным накоплением ОВ в донных отложениях. На остальных исследованных литоральных зонах оз. Арахлей наблюдается равномерное изменение концентраций органических веществ.

Летом (август) в маловодные годы ограничено поступление гуминовых веществ с водосборной территории. Значения не превышают весенних показателей. Немного повышенные значения ПО на станции "р. Холой" (5,0 мгО/л) объясняется поступлением ОВ из донных отложений при изменении гидродинамических процессов в водоеме.

В октябре ветро-волновые явления во время отбора проб приводят к неустойчивости показателей. Наименьшие показатели получены на Спасательной станции, где песчаное дно литоральной зоны не способствует накоплению органического вещества.

Зимнее увеличение ОВ связаны с подледной вегетацией фитопланктона, о котором писал Б. А. Шишкин (1993) и с микробной гумификацией накопившихся за сезон ОВ донных

отложений при положительных температурах придонной воды (1,5 - 2,5 °C).

**Трудноокисляемые ОВ.** В процессе исследования установлено, что сезонная динамика ОВ характеризуется, в основном, постепенным повышением к лету, что свидетельствует об интенсивном развитии автотрофных гидробионтов (рисунок 5). Подледная вегетация фитопланктона весной (март) и зимой (декабрь) приводит к практически равномерному с небольшими колебаниями распределению ОВ по литоральным зонам оз. Арахлей. В осенний период (октябрь) со снижением вегетации первичных продуцентов по сравнению с летними показателями в 1,5 - 2 раза снижается продукция ОВ в экосистеме.

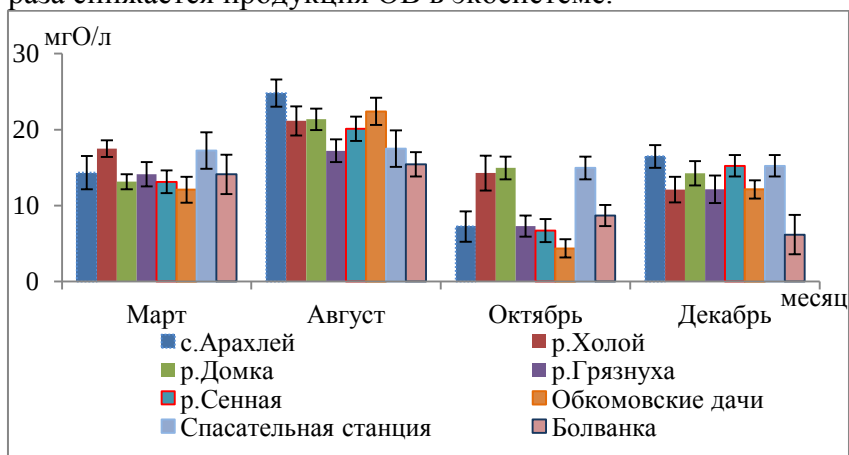


Рисунок 5 Изменение концентраций трудноокисляемых ОВ в литоральных зонах озера Арахлей

**Третье защищаемое положение.** Анализ многолетних изменений биогенных элементов показали, что тип трофического уровня водоема в основном соответствует мезотрофному. В то же время в сезонных аспектах трофическое состояние озера может изменяться от

олиготрофного до эвтрофного по содержанию общего фосфора и бихроматной окисляемости.

По предложенному Карлсоном формуле (Carlson, 1977) для концентрации общего фосфора произвели расчет индекса трофического состояния (рисунок 6).

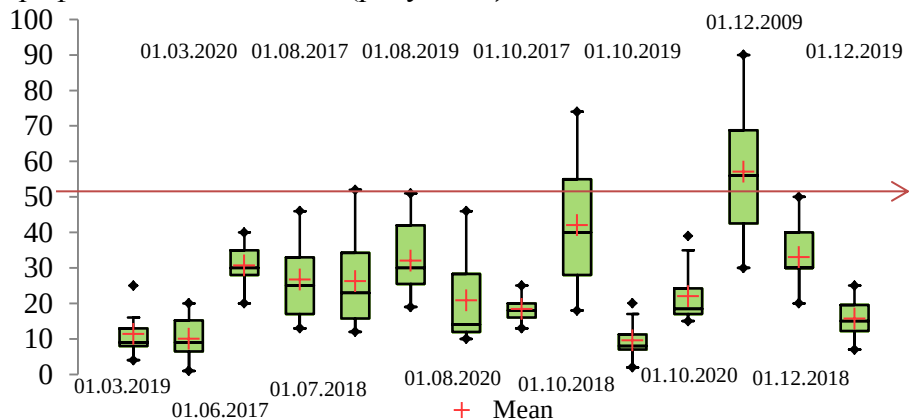


Рисунок 6 Многолетние изменения динамики  $TSI_{тр}$  и стандартных отклонений для его значений в оз. Арахлей (рисунок Ташлыковой Н.А.)

Полученные данные за вегетационный сезон 2017-2020 гг. показывают, что в большинстве случаев трофическое состояние оз. Арахлей находится в области мезотрофных значений, снижаясь в отдельные годы в олиготрофную область или незначительно повышаясь в эвтрофную.

Кроме определения трофического уровня водоема по концентрации фосфора, нами установлен класс качества водоема по показателям ХПК. При этом все данные сравнивались со значениями, указанными в монографии Китаева (таблица 1).

Таблица 1 – Классификация водоемов (Китаев, 2007)

| Показатели | Чистые воды               |          | Загрязненные воды |           | Грязные   |          |
|------------|---------------------------|----------|-------------------|-----------|-----------|----------|
|            | классы сапробности        |          |                   |           |           |          |
|            | ксено                     | олиго    | β мезо            | α мезо    | поли      | гипе     |
|            | трофосапробные показатели |          |                   |           |           |          |
| ХПК        | 0,0-7,0                   | 7,1-10,0 | 10,1-20,0         | 20,1-40,0 | 40,1-80,0 | более 80 |

На рисунке 7 показана многолетняя динамика трудноокисляемых органических веществ в центральной зоне озера Арахлей (1996 - 2020 гг.).

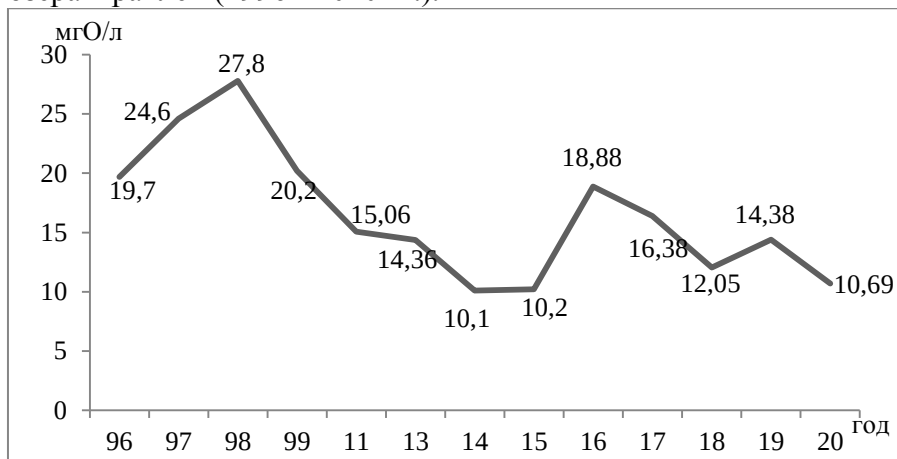


Рисунок 7 Изменение содержания трудноокисляемых ОВ в центральной зоне

Колебания трудноокисляемых ОВ на протяжении всего исследуемого периода от 10,1 мгО/л до 27,8 мгО/л. Согласно полученным данным состояние экосистемы озера соответствует мезотрофному трофическому уровню развития.



## Заключение

В многоводные годы (1988, 1996-1998 гг.) средние значения содержания ионов аммония увеличивались, относительно высокое содержание нитратов отмечается весной и уменьшается летом. В водной толще отмечалось низкое содержание нитритов, нитратов и органического фосфора (1988, 1996-1999, 2013-2016 гг.).

В маловодные годы (2008-2010гг.) концентрация аммония уменьшалась. Уменьшение концентрации нитратов происходит весной и увеличивается в зимний период. Концентрации нитритов, нитратов и фосфора повысились.

Органическое вещество автохтонного происхождения (1996 - 2020 гг.). Прослеживается равномерное распределение органического вещества в течение всех исследуемых лет.

По результатам проведенных исследований установлено, что оз. Арахлей относится к мезотрофному типу, летом приближается к эвтрофному из-за повышения температуры и интенсификации процессов жизнедеятельности гидробионтов, а осенью – к олиготрофному типу водоемов. В соответствии с классификацией А.Н. Петина (2006) по содержанию аммонийного азота озеро Арахлей относится к очень чистым водоемам.

Таким образом, проведенные исследования и сравнительный анализ результатов многолетних исследований по содержанию биогенных элементов в озере Арахлей (1988 - 2020 гг.) показали, что концентрации их находятся в пределах естественных сезонных и межгодовых колебаний. В последние 40 лет существенных изменений в режиме биогенных веществ и в накоплении ОВ не произошло, водоем находится на стадии стабилизации.

## Список публикаций по теме научно-квалификационной работы

*Scopus, WOS:*

1. **Matveeva M.O.** The dynamics of biogenic elements in the ecosystem of Lake Arakhley (Eastern Zabaikalye) / M.O. Matveeva, G.Ts. Tsybekmitova // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2018. DOI: 10.1088/1755-1315/320/1/012032.
2. Цыбекмитова Г.Ц., Современное состояние озера Арахлей / Г.Ц. Цыбекмитова, Н.А. Ташлыкова, **М.О. Матвеева** // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов: тр. VII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (г. Пермь, 30 мая – 2 июня 2019 г.): в 3 т. Т.3: Управление водными ресурсами. Гидробиология и ихтиология / науч. ред. А.Б. Китаев, О.В. Ларченко, М.А. Бакланов; Перм. гос. нац. ун-т. – Пермь, 2019. – С. 90–94.
3. Tsybekmitova G.Ts. The effect of climatic shifts on biodiversity of phytocenosis: the case of Lake Arakhley (Eastern Siberia, Russia) / G.Ts. Tsybekmitova, L.D. Radnaeva, N.A. Tashlykova, V.G. Shiretorova, A.K. Tulokhonov, B.B. Bazarova, **M.O. Matveeva** // International Journal of Ecology & Development. – 2020. – Vol. 35. – № 3. – P. 77–90.
4. Tsybekmitova G.Ts. Biodiversity of phytocenoses under changing water levels in mesotrophic Lake Arakhley (Lake Baikal basin, Russia) / G.Ts. Tsybekmitova, L.D. Radnaeva, N.A. Tashlykova, V.G. Shiretorova, A.K. Tulokhonov, B.B. Bazarova, **M.O. Matveeva** / PeerJ (принято в печать).

*RSCI, BAK:*

5. Цыбекмитова Г.Ц. Содержание биогенных элементов в озерах Онон-Торейской котловины в период климатических флуктуаций / Г.Ц. Цыбекмитова, **М.О. Матвеева** // Водное хозяйство России. – 2019. – № 3. – С. 94–108.

6. Ташлыкова Н.А. Современное состояние планктонных гидробиоценозов литоральной зоны озера Цаган-Нор (Онон-Борзинская система озер Забайкалья) / Н.А. Ташлыкова, Е.Ю. Афонина, Г.Ц. Цыбекмитова, **М.О. Матвеева** // Экосистемы. – 2020. – № 22. – С. 5–14.

7. Цыбекмитова Г.Ц. Биогенные элементы (азот и фосфор) в Харанорском водохранилище / Г.Ц. Цыбекмитова, **М.О. Матвеева** // Экосистемы. – 2020. – № 24. – С. 142–151.

8. **Матвеева М.О.** Биогенные элементы (азот и фосфор) в центральной зоне озера Арахлей / М.О. Матвеева // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология (в печати).

9. Ташлыкова Н.А. Современное экологическое состояние литоральной зоны озера Цаган-Нор (Онон-Борзинская система) / Н.А. Ташлыкова, Е.Ю. Афонина, Г.Ц. Цыбекмитова, **М.О. Матвеева** // Принципы экологии (в печати).

*Материалы конференций и другие публикации:*

10. **Матвеева М.О.** Динамика фосфора в озерах Онон-Торейской котловины за 1999 и 2014 гг. / М.О. Матвеева // Молодежь Забайкалья: Здоровая нация – Устойчивое развитие региона. Материалы XVII Международной молодежной научно-практической конференции. – Чита. – 2015. – С. 74–76.

11. **Матвеева М.О.** Динамика азота в озерах Онон-Торейской котловины / М.О. Матвеева // Молодёжная научная весна – 2015. Материалы XLII Научно-практической конференции молодых исследователей ЗабГУ: в 2 ч. Чита, 2015. – С. 19–22.

12. **Матвеева М.О.** Динамика содержания минеральных форм азота в озерах Онон-Торейской котловины / М.О. Матвеева, Г.Ц. Цыбекмитова // Аспирант. – Чита, 2018. – Т.12. – № 2. – С. 48–51.

13. **Матвеева М.О.** Содержание фосфора в озерах Онон-Торейской котловины (1986, 2014, 2018 гг.) / М.О. Матвеева, Г.Ц. Цыбекмитова // Аспирант. – Чита, 2018. – Т.12. – № 2. – С. 52–55.

14. **Матвеева М.О.** Современное экологическое состояние литоральной зоны озера Байн-Цаган / М.О. Матвеева, Г.Ц. Цыбекмитова, Н.А. Ташлыкова, Е.Ю. Афонина // Аспирант. – Чита, 2018. – Т.12. – № 2. – С. 56–60.
15. **Матвеева М.О.** Внутригодовая динамика азота и фосфора в литоральной и центральной зоне озера Арахлей за 2018 г. / М.О. Матвеева // Проблемы устойчивого развития региона: IX школа-семинар молодых ученых России: мат-лы докл. (3–7 июля 2019 г., г. Улан-Удэ) [Электронный ресурс].
16. **Матвеева М.О.** Внутригодовая динамика азота и фосфора в период открытой воды (литоральная зона озера Арахлей) / М.О. Матвеева // Аспирант. – Чита, 2019. – Т.13. – № 1. – С. 14–17.
17. Афонина Е.Ю. Гидрохимическая и гидробиологическая характеристика гидросооружений Харанорской ГРЭС (по данным 2019 г.) / Е.Ю. Афонина, А.П. Куклин, Н.А. Ташлыкова, Г.Ц. Цыбекмитова, А.В. Афонин, Б.Б. Базарова, П.В. Матафонов, **М.О. Матвеева** // Материалы VII Всероссийской конференции по водной экотоксикологии, посвященной памяти Б.А.Флерова "Антропогенное влияние на водные организмы и экосистемы». – Борок. – 2020. – С. 8–11.