

## ОТЗЫВ

официального оппонента доктора биологических наук, профессора, заведующей кафедрой «Ботаника и экология» Вавиловского университета Сергеевой Ирины Вячеславовны на диссертационную работу Рамадан Рита «Сезонная динамика функционально-экологического качества разных вертикальных уровней малых водных экосистем Москвы», представленную диссертационному совету при ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева для защиты ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.15. Экология

### Актуальность проблемы

За последние десятилетия проблема экологического состояния водных экосистем является особенно значимой в связи с ростом городов, интенсивным развитием промышленности и усилением антропогенной нагрузки на окружающую среду. Напряжение от хозяйственной деятельности человека испытывают не только естественные крупные водотоки, малые реки, но и пруды. Малые экосистемы прудов изучены не в полной мере, особенно те, которые структурно и функционально связаны с урбосистемами. Часто пруды играют важную роль в развитии и совершенствовании инфраструктуры городов.

Крупнейший мегаполис Москва включает как естественные, так и искусственные пруды, многие из которых находятся в неудовлетворительном состоянии: подвержены загрязнению, эвтрофикации, снижению биоразнообразия. Особенно чувствительны к различным загрязнениям водоемов бентосные сообщества, так как наибольшая концентрация загрязняющих веществ наблюдается в придонных слоях и грунте. Поэтому становится обоснованным применение экологического мониторинга.

Экологический мониторинг прудов в границах городов – это комплексная система наблюдений, оценки и прогноза состояния экосистем под воздействием антропогенных факторов. Наиболее важными являются гидрохимические и биологические показатели, позволяющие не только определить степень загрязнения и эвтрофикации водоема, но и спрогнозировать будущее состояние прудовой экосистемы.

В соответствии с современной тенденцией проведения комплексного экологического мониторинга тема исследований, представленных в диссертации Рамадан Рита является актуальной.

Для решения изучаемой проблемы автором сформулирована цель диссертационной работы, заключающаяся в проведении комплексных мониторинговых экологических исследований с анализом регионально-типологических особенностей пространственного варьирования и сезонной динамики функционально-экологического качества трех вертикальных слоев

воды и макрозообентоса представительных прудовых экосистем в условиях северной части Москвы.

Поставленные задачи полностью отражают выполненные исследования, а именно:

1. Проведен экологический мониторинг физико-химических и гидрохимических показателей качества воды в трех вертикальных слоях различных функциональных зон исследуемых представительных малых водоемов (прудов) в северной части города Москвы.

2. Дана экологическая оценка макрозообентоса разных функциональных зон изучаемых водоемов.

3. Проведена комплексная оценка функционально-экологического качества воды исследуемых водоемов с анализом лимитирующих экологических факторов.

**Научная новизна** результатов, представленных в диссертационной работе, не вызывает сомнений. Автором обоснована комплексная экологическая оценка качества воды трех вертикальных слоев и разных функциональных зон пяти представительных для северной части Москвы прудов в условиях двух контрастных сезонов года – зимы и лета. Впервые показано значительное пространственное варьирование и межсезонная динамика ряда физико-химических и гидрохимических показателей. Доказано, что антропогенное подщелачивание воды в прудах Москвы приводит к изменению рН среды на 1-3 единицы. Отмечены значимые колебания температурного режима и изменение кислородного баланса.

Установлены существенные перепады аммония, меди, железа и, особенно, хлоридов в прудовой воде. Доказано значительное увеличение биогенного азота в форме нитритов и аммония в результате усиления рекреационной и других видов антропогенной нагрузки на исследуемые пруды.

Обосновано выделение  $\alpha$  и  $\beta$  – мезасапробных зон воды прудов. Именно пространственная дифференциация основных гидрохимических показателей определяет, по мнению автора, состояние макрозообентоса и сапробность воды прудов Москвы.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Диссертантом разработаны основные направления организации и проведения системного экологического мониторинга акватории малых водоемов Московского мегаполиса для своевременного регулирования антропогенной нагрузки на них, определения научно обоснованной периодичности их очистки и благоустройства с улучшением функционально-экологического качества воды в более, чем 400 малых водоемах города. Полученные результаты, отражающие ряд регионально-типологических закономерностей пространственной изменчивости и сезонной динамики основных диагностических показателей экологического состояния воды и макрозообентоса водоемов с разным уровнем и характером

антропогенной нагрузки, могут использоваться для экологического обоснования принятия проектно-технологических решений по сохранению и восстановлению качества воды прудов в условиях северной части Москвы и других водоемов, находящихся в аналогичных экологических условиях, с учетом результатов оценки и прогноза экологического качества воды разных функциональных зон прудовых экосистем.

**Степень достоверности и апробация результатов** подтверждается большим объемом проведения исследований, использованием современных методов анализа и обработки данных, широкой их апробацией в печати.

### **Оценка содержания и оформления диссертации**

Диссертационная работа состоит из введения, 5 глав: обзора литературы, материала и методов исследований, трех глав экспериментальной части, а также заключения и списка литературы, насчитывающего 140 ссылок на работы отечественных и зарубежных авторов, приложения. Текст изложен на 181 страницах компьютерного текста, содержит 51 рисунок и 68 таблиц.

Во введении изложена актуальность темы исследования, сформулированы цель и задачи работы, отражены научная новизна, практическая значимость и основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе рассматриваются факторы, влияющие на локальные водные экосистемы; роль и значение малых водных экосистем (прудов) в жизни города; состояние малых водных экосистем в городе Москве; представлены этапы экологического мониторинга малых водных экосистем (прудов) и методы оценки качества воды в прудах по физико-гидрохимическим и биологическим показателям.

Во второй главе подробно описаны объекты и методы исследований, которые используются в диссертации. Автором представлены физические, физико-химические, гидрохимические и биологические (биоиндикация) методы исследования. Моделирование и прогнозирование экосистем проводили в соответствии с ГОСТ Р 58556-2019 «Оценка качества воды водных объектов с экологических позиций».

Третья глава посвящена обоснованию сезонной динамики физико-химических и гидробиологических показателей качества воды в Большом Садовом пруду, Среднем Фермском, Нижнем Фермском и Большом Головинском прудах города Москвы.

Проведенные исследования качества воды в представительных водоемах северной части Москвы показали значительное пространственное варьирование большинства исследованных показателей экологического качества воды как по акватории пруда, так и по глубине водоема, достигающее кратных перепадов в случае содержания аммония и ярко выраженное по содержанию хлоридов,

железа, меди и сапробности. Доказано, что содержание растворенного кислорода тесно связано с глубиной и температурой воды в исследуемых прудах: содержание растворенного кислорода в прудах зимой больше, чем летом. В летний период его содержание, как правило, выше в приповерхностном слое воды и заметно снижается в придонной части водоема.

Отмечено, что значение рН воды летом в исследуемых прудах существенно увеличилось в 2022 году. Характерное для Москвы антропогенное подщелачивание реакции среды в меньшей степени проявляется в центральной части пруда с максимальными глубинами. Отмечается дифференциация рН по разным функциональным зонам, наиболее высокие значения рН наблюдаются в прудах, которые испытывают влияние опытных полей и дороги с интенсивным движением, и в рекреационных зонах водоемов.

Выявлена максимальная концентрация биогенных элементов нитратов и аммонийного азота в рекреационной зоне и в зоне влияния опытных сельскохозяйственных полей. При этом их содержания показали дифференциацию по сезону, отмечается наибольшее содержание биогенных элементов в летний сезон с повышением интенсивности процессов разложения органических веществ с увеличением температуры.

Лимитирующими экологическими факторами загрязнения прудов является устойчивое превышение в них содержания железа и, особенно, меди. Они характеризуются высокой пространственно-временной изменчивостью, что обычно является признаком актуальных процессов загрязнения и требует дальнейшего исследования с разработкой рекомендаций по применению наилучших доступных технологий очистки воды и предупреждению новых поступлений катионов железа и меди. Наибольшая концентрация ( $Fe^{+2}$ ,  $Cu^{+2}$ ) отмечена в придонных горизонтах точек наблюдения. Показатели содержания меди в исследуемых водоемах в периоды наблюдения превышает ПДК (1 мг/л) для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

В четвертой главе представлены результаты экологической оценки сапробности изучаемых водоемов. Установлено, что по показателям сапробности, все изучаемые пруды являются  $\alpha$ -мезосапробными и  $\beta$ -мезосапробными, по шкале классификации загрязненности водоёмов соответствуют третьему и четвёртому классу, вода умеренная(слабо) загрязнённая и загрязнённая. Класс загрязнения воды, соответствующий  $\alpha$ -мезосапробному загрязнению, устанавливается в зоне парка и в зоне впадения реки Жабенки в Большой Садовый пруд, в зоне действия опытных полей у Нижнего Фермского пруда и в зоне влияния дороги с интенсивным движением у Среднего Фермского пруда, а также в рекреационных зонах Головинских прудов.

В пятой главе приведена сравнительная экологическая оценка качества водоемов с анализом лимитирующих экологических факторов. Отмечается значительная пространственная дифференциация биологических и гидрохимических показателей по акватории пруда под влиянием различной антропогенной нагрузки.

Заключение отражает основные выводы, которые содержательны и соответствуют поставленным задачам.

В приложениях (А, Б, С, Д, Е) к работе представлены 21 таблица.

Степень достоверности результатов подтверждается использованием современных методов исследований и анализа. Результаты работы апробированы на научных конференциях различного уровня, опубликованы в соответствующих сборниках материалов конференций. Основные положения работы изложены в 8 публикациях, из них 2 – в журналах из списка, рекомендованных ВАК. Автореферат отражает и полностью соответствует содержанию диссертации. Диссертация и автореферат оформлены в соответствии с требованиями к такого рода документам, иллюстрированы, изложены лаконичным языком строго в научном стиле. По содержанию, объектам и методам исследований диссертационная работа соответствует паспорту специальности 1.5.15. Экология.

Несмотря на несомненные достоинства работы диссертация не лишена недостатков, поэтому возникли следующие вопросы и пожелания:

1. В тексте диссертации отсутствует апробация работы и не указан личный вклад автора в исследование, что должно быть во введении. Однако, в автореферате эти положения присутствуют.
2. В диссертации не указано при помощи каких математических методов проводились обработка данных и статистический анализ полученной информации.
3. Из перечня представителей макрозообентоса автором исключены личинки хирономид (Diptera, Chironomidae) – биоиндикаторы загрязнения водной среды, которые являются массовыми, а иногда доминирующими в водных экосистемах. Почему эти представители грунта пресноводных водоемов не исследованы автором?
4. В списке литературы присутствуют учебники (например, 59), учебные пособия (например, 8, 56), учебно-методические пособия (например, 54), методические указания к практическим занятиям для обучающихся (например, 61), конспект лекций для студентов (например, 50).

Высказанные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы и не снижают практической и научной ценности выполненных научных исследований.

### Заключение по диссертации

Диссертационная работа Рамадан Рита на тему «Сезонная динамика функционально-экологического качества разных вертикальных уровней малых водных экосистем Москвы» является законченной научно-квалификационной работой. Диссертационная работа по актуальности, современным методам исследования, объему фактического материала, качеству его анализа и обработки, научной новизне и практической значимости соответствует требованиям ВАК Минобрнауки России, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Рамадан Рита заслуживает присуждения учёной степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.15. Экология.

**Сергеева Ирина Вячеславовна**

доктор биологических наук

по специальности 03.00.16 (ныне 1.5.15.) Экология,

профессор,

заведующая кафедрой «Ботаника и экология»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова» (ФГБОУ ВО Вавиловский университет)

410012, г. Саратов, пр-кт им. Петра Столыпина зд. 4, стр. 3.

**Телефон:** 8 (8452) 23-32-92; 8 (917) 3260242

**Факс:** 8 (8452) 23-47-81

**E-mail:** [ivsergeeva@mail.ru](mailto:ivsergeeva@mail.ru)

Подпись д.б.н., профессора Сергеевой Ирины Вячеславовны  
«Заверяю»

*Назаровская*  *И.И. Сергеева*

26.07.2023 г.