

**ОТЗЫВ официального оппонента**  
**на диссертацию на соискание ученой степени**  
**кандидата биологических наук Лазаревой Анны Максимовны**  
**на тему: «Экотоксическое действие соединений и материалов различной**  
**природы при изменении условий альготестирования»**  
**по специальности 1.5.16. Гидробиология**

**Актуальность темы** обусловлена использованием в природоохранной практике группы методов биотестирования как основного способа определения токсичности природных и антропогенных сред. Процедура биотестирования проводится в лабораторных стандартизованных условиях, согласно уже утвержденным методикам для каждого тест-организма. Однако, как показала практика, уже разработанные методики несовершенны, поскольку в них не учитываются некоторые ключевые факторы, существенно влияющие на результат, и которые можно легко регулировать в лабораторных условиях. Эти факторы необходимо учитывать при проведении биотестирования и включать в обновленные методики биотестирования, что особенно важно в связи с появлением новых загрязняющих веществ и экотоксикантов в окружающей водной среде.

Учет важных, регулируемых в токсикологических экспериментах, факторов и корректировка условий проведения процедуры биотестирования позволит более адекватно оценивать потенциальную токсичность различных веществ и материалов и оптимизировать процедуру биотестирования и нормирования.

**Новизна работы** заключается в том, что диссертантом Лазаревой А.М. впервые экспериментально выявлена зависимость токсичности вещества для растительных тест-организмов микроводорослей от времени начала проведения биотестирования, что позволяет значительно повысить точность результата в экотоксикологии. Так, в настоящей работе получены величины ЭК<sub>50</sub> эталонного токсиканта для микроводорослей, отличающиеся более чем в 4 раза при утренних и вечерних его добавках. Учет в методиках биотестирования фактора «времени постановки биотеста» не потребует дополнительной приборной базы, финансовых или физических затрат, и делает это дополнение к методике доступным для реализации.

Автором впервые был разработан новый подход к оценке токсичности смеси частиц пластика и токсикантов разной природы, учитывающая как случаи угнетения, так и стимуляции показателей роста культур микроводорослей, а также все типы взаимодействий токсикантов в смеси на протяжении хронического эксперимента. Данный подход может быть использован для оценки токсичности смеси любых загрязнителей.

Впервые были определены диапазоны солености среды и сроки биотестов, позволяющие проводить биотестирование на пресноводных видах микроводорослей *S. quadricauda* и *M. arcuatum*.

**Защищаемые положения и выводы** основаны на значительном экспериментальном материале, комплексном анализе состояния культур при токсической нагрузке (по структурным и физиологическим показателям) и подтверждаются использованием различных методов статистики при обработке автором 3240 проб и выполнении более 12 тыс. измерений.

**Практическая значимость работы** заключается в получении новых фактов и закономерностей, которые будут способствовать развитию методологии биотестирования. Полученная новая информация о суточных ритмах позволяет разработать оптимальные режимы освещения и времени добавки питательных веществ, которые помогут получить максимальный прирост биомассы за короткий срок, что имеет высокую значимость при выращивании гидробионтов в аквакультуре или в биотехнологии.

Новые данные исследования ключевых условий проведения экспериментов, влияющих на результаты биотестирования, помогут избежать ошибок в определении показателей токсичности, повышают точность и воспроизводимость результатов и эффективность процедуры нормирования.

Проверка токсичности микро- и наночастиц пластика по шести показателям состояния растительного тест-организма позволила выявить токсический эффект при меньших токсических нагрузках. Эти данные помогут избежать недооценки опасности пластикового загрязнения.

Результаты экспериментов на разных средах важны для экстраполяции данных, полученных в лабораторных условиях, на природные водоемы и при определении региональных нормативов загрязняющих веществ с учетом геохимических особенностей водоемов.

Результаты работы позволяют рекомендовать в практику биотестирования слабосоленых сред культуры пресноводных водорослей *S. quadricauda* и *M. arcuatum*.

**Структура работы** традиционная и содержит все необходимые разделы: введение, 3 главы (обзор литературы, материалы и методы, результаты и обсуждение, заключение (включающее выводы) и приложение. Общий объем составляет 262 страницы. Основной текст работы включает 71 рисунок и 55 таблиц. Список литературы содержит 218 источников, из которых 171 на иностранных языках.

**В Главе 1. Обзор литературы** проведен анализ массива данных литературы по токсичности для планктонных организмов соединений и материалов разной природы. Подробно описаны существующие модели оценки комбинированного действия токсикантов на организмы. Систематизированы данные о влиянии ключевых, контролируемых факторов среды на водоросли в лабораторных условиях при проведении биотестирования. Особое внимание уделено факторам: время суток на момент добавления токсиканта, концентрация и доза токсиканта, начальная плотность популяции, состав среды, а также уровень минерализации среды при альготестировании.

**В Главе 2. Материалы и методы** подробно описаны характеристика трех тест-организмов и условия проведения альготестирования, подготовка образцов соединений и материалов для испытаний, плана постановки и проведения экспериментов, а также оцениваемые показатели состояния тест-организмов.

**В Главе 3. Результаты и обсуждение** дана оценка токсичности микрочастиц пластика разных типов, золы от сжигания пластиков, отобранных на супралиторали Баренцева моря, наночастиц полистирола, водорастворимых фуллеренов C60 и C70 и смеси наночастиц полистирола с другими токсикантами различной природы на двух тест-организмах. Отдельно выделен подраздел с результатами по влиянию ключевых, контролируемых факторов среды в лабораторных условиях при проведении альготестирования.

**В заключении** подведены итоги всей экспериментальной работы по исследованию влияния целого ряда условий альготестирования на проявление токсичности соединений и материалов различной природы и сформулированы выводы.

#### **К диссертации имеются следующие замечания:**

1) в научной новизне в предложении «Впервые выявлена зависимость токсичности вещества для тест-организмов от времени начала эксперимента» стоило уточнить биологические виды, иначе создается впечатление, что эта закономерность действительно для всех организмов, что пока не доказано.

2) в научной новизне в выражении «Впервые определены диапазоны солености среды...» - лучше было бы использовать термин «минерализация».

3) в пункте 2.3.2. при описании оценки комбинированного действия токсикантов и при дальнейшем применении этого метода не описаны трудности интерпретации значений, лежащих близко к биссектрисе, которые могут быть ошибочно интерпретированы в зависимости от выбранного масштаба осей.

4) в пункте 3.1.1.2. при описании действия золы после сжигания пластиков автор делает предположения о причинах отсутствия выраженного токсического эффекта золы на изменение численности микроводорослей, однако, не подкрепляет эти предположения ни собственными химическими данными о составе золы, ни ссылками на литературу.

5) работа автора достаточно объемная, насыщенная, из чего понятно, что исследования велись в разных направлениях. Однако, для целевого исследования, которым является диссертация, нужно было ограничить схему исследования. Так фтор и метиленовый синий, на наш взгляд, могли фигурировать только в публикациях автора.

#### **Замечания к автореферату диссертации:**

1) Сокращение МС в автореферате применено ранее, чем его расшифровка (с. 9, 1 абзац).

2) В новизне отмечено «Впервые разработан оригинальный подход к оценке токсичности смеси наночастиц пластика и токсикантов разной природы...», при этом суть этого подхода можно понять только обращаясь к диссертации, в автореферате принцип сравнения действия индивидуальных веществ и их комбинаций не обозначен.

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени

М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.5.16. Гидробиология (по биологическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова. Диссертационное исследование оформлено согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Лазарева Анна Максимовна заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.16. Гидробиология.

Официальный оппонент:

Доктор биологических наук,  
профессор кафедры экологии и природопользования  
Федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Вятский государственный университет»

Олькова Анна Сереевна

31 марта 2026 г.

Контактные данные:

тел.: \_\_\_\_\_, e-mail: \_\_\_\_\_

Специальность, по которой официальным оппонентом  
защищена диссертация:

03.02.08 Экология (ныне 1.5.15. Экология)

Адрес места работы:

610000, РФ, Приволжский федеральный округ,  
Кировская область, г. Киров, ул. Московская, д. 36  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Вятский государственный университет»,  
кафедра экологии и природопользования  
Тел.: \_\_\_\_\_; e-mail: \_\_\_\_\_