

## ОТЗЫВ

члена диссертационного совета Дмитриева Василия Васильевича на диссертацию  
Фроловой Наталии Сергеевны  
на тему «Физические механизмы восприятия гидрометеорологических процессов некоторыми видами гидробионтов», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.28 – океанология

**Актуальность темы.** Среди абиотических факторов среды, влияющих на онтогенез гидробионтов, важное значение имеют факторы, формируемые различными гидрометеорологическими процессами в водоемах. К таким факторам относятся различные электромагнитные поля (ЭМП), в том числе, поля крайне низкочастотного (КНЧ) диапазона. Формирование таких полей доказано исследованиями. Однако их воздействие на эколого-физиологические процессы, протекающие в живых организмах, к которым относят питание, рост и размножение, дыхательно-выделительные процессы и траты на обмен в целом, естественное отмирание, таксис и двигательную активность (ДА) гидробионтов, в настоящее время мало изучено. Вместе с тем эффекты от такого рода воздействий должны отражаться в моделях водных экосистем, учитываться при развитии рыбного промысла, создании аквакультурных хозяйств и повышении их эффективности. Сочетание этих эффектов с другими факторами, влияющими на первичный биосинтез, питание гидробионтов, их естественное отмирание, поиск организмами более комфортной среды обитания определяет качество прогнозов ресурсообеспечения населения, а также средо- и ресурсовоспроизводство с учетом гидрофизических, гидрохимических и других абиотических факторов, оказывающих влияние на промысловые скопления гидробионтов. Вышесказанное подтверждает высокую актуальность диссертационного исследования.

**Цель и задачи диссертационного исследования.** Цель работы: изучить эффекты восприятия и предчувствия опасных гидрометеорологических процессов некоторыми видами пресноводных и морских гидробионтов и выявить возможные физические механизмы этих эффектов.

Задачи работы: 1. Проанализировать возможности проникновения в водную среду электромагнитных полей КНЧ-диапазона, возбуждаемых при гидрометеорологических процессах над водоемами.

2. Разработать технологии экспериментальных длительных (сутки и более) исследований ДА групп рыб в лабораторных условиях, создать новые установки для автоматизированных измерений.

3. Изучить изменение двигательной активности (ДА) карпов при геомагнитных возмущениях. Получить экспериментальные зависимости поведения рыб от вариаций индукции геомагнитного поля.

4. Изучить изменчивость ДА некоторых видов пресноводных рыб (карповые, сомовые) при приближении и прохождении биологически важных гидрометеорологических процессов.

5. Изучить реакции пресноводных гидробионтов (сомовые) на предъявление искусственных переменных электрических и переменных магнитных полей (ПеЭП и ПеМП) различных частот.

6. Изучить изменения ДА морских гидробионтов (камчатские крабы) при изменчивости геофизических и гидрометеорологических процессов.

7. Проверить гипотезы о восприятии и предчувствии гидробионтами гидрометеорологических процессов (штормов) посредством влияния ЭМП этих процессов на физико-химические структуры (на примере штормгласа).

**На защиту автором выносятся:**

1. Защищенные патентами РФ новые установки для проведения лабораторных экспериментов.

2. Установленные физические закономерности восприятия и предчувствия опасных гидрометеорологических процессов рядом пресноводных гидробионтов (карповые и сомовые рыбы).

3. Установленные физические закономерности эффектов восприятия и предчувствия опасных гидрометеорологических процессов морскими гидробионтами (камчатские крабы).

4. Установленные эффекты реакций биологического аналога – физико-химической системы морского штормгласа на приближение и прохождение циклонов в сравнении с изменчивостью ЭМП этих циклонов.

**Основные выводы** по работе акцентируют экспериментальные исследования, выполненные автором, и 8 основных результатов на их основе (с.131-132).

В целом автором выявлена суточная биоритмика двигательной активности (ДА) рыб по результатам 34-часового эксперимента в спокойных геофизических и гидрометеорологических условиях. Установлена зависимость средней двигательной активности (ДА) рыб от интенсивности геомагнитных возмущений (ГМВ). Выявлена противоположная реакция рыб на магнитные возмущения. Установлено, что поведение рыб носит преимущественно детерминированный характер и связано с прохождением фронтов во время проведения экспериментов. Выявлена интенсивность и время реакции тест-объектов на переменные электрические и магнитные поля в крайне низкочастотных диапазонах. Экстремумы частотных зависимостей интерпретированы как физиологические (частота дыхания и частота сердечных сокращений) и геофизические (область 7-8 Гц). Выявлен эффект предчувствия у тест-объектов начала магнитных бурь и таксис, как стремление уйти из опасной зоны. Проведены прямые приборные измерения изменчивости модельной физико-химической структуры (штормглас) с параллельными измерениями характеристик электромагнитного поля в области 6-8 Гц. Подтверждена гипотеза о реакции таких структур на электромагнитные поля проходящих гидрометеорологических процессов (циклонов). Результаты эксперимента используются для подтверждения магниточувствительности гидробионтов.

**Достоверность научных положений, выводов.** Достоверность представленных результатов обеспечивается большим количеством экспериментальных данных и статистической значимостью проведенных расчетов. Достоверность научных положений, выводов обеспечивается также корректностью аналитических и численных методов исследования, большим массивом информационной базы. Обоснованность и достоверность сформулированных в диссертации научных выводов, обеспечивается опорой на апробированные методы исследований и новые методы, запатентованные автором. Достоверность полученных научных результатов подтверждается их внедрением в научно-исследовательские работы, публикациями по теме диссертации.

По материалам диссертации автором опубликовано 19 работ, в том числе 4 статьи в журналах из перечня ВАК (в соавторстве). Сделаны доклады на 5 международных и российских конференциях.

Диссертация состоит из введения, четырех глав и заключения. Объем диссертации 146 страниц, включая 90 рисунков, 5 таблиц и 2 приложения. Список литературы содержит 81 наименование. Диссертация представлена автором на русском и английском языках.

Проверка текста диссертации системой «Антиплагиат» (модуль поиска Интернет) выявила оригинальность текста 80,7%. Следует отметить, что из 19,3% заимствований 13,6% относится к трем работам автора, опубликованным в виде статей в журналах 2017 г. и являются следствием некорректного самоцитирования.

### **Вопросы и замечания по тексту работы:**

1. Ключевое слово в цели исследования «изучить». Изучение – бесконечный процесс. Рецензент и автор никогда не смогут уверенно ответить, изучены ли на пределе современных возможностей объекты и предметы исследования, названные в работе. Ближе по смыслу работы была бы следующая формулировка цели: «Выявить и оценить возможные физические механизмы эффектов восприятия и предчувствия опасных гидрометеорологических явлений некоторыми видами пресноводных и морских гидробионтов». В задачах 3,4,5,6 по той же причине лучше заменить «изучить» на «оценить».

2. На стр.6 диссертации (область исследования) указано, что «исследование выполнено в области, соответствующей шифру специальности 25.00.28 – океанология: раздел 6 – биологические процессы в океане, их связь с абиотическими факторами среды и раздел 13 – методы оценки экологически значимых гидрофизических и гидрохимических характеристик вод океана, оптимальных условий существования морских экосистем, защиты ресурсов океана от истощения и загрязнения, а также раздел 9 специальности 25.00.27 – разработка теории и методологии гидроэкологии, изучения водных экосистем, теории взаимодействия абиотических и биотических компонентов этих систем, методов оценки экологически значимых гидрологических и гидрохимических характеристик».

В связи с этим, по мнению рецензента, подтверждается частичное соответствие работы названным областям по следующим причинам: 1 - в разделе 6 специальности 25.00.28 речь идет о *биологических процессах* и их связи с факторами *водной среды*. У автора речь идет преимущественно о *метеообстановке*, о предчувствии опасных гидрометеорологических процессов, происходящих *над водоемами*, физических механизмах их восприятия гидробионтами, а биологические и физико-химические системы рассматриваются как «черный ящик»; 2 - в разделе 13 специальности 25.00.28 речь идет об *экологически значимых* характеристиках вод океана, условиях существования *морских экосистем*. Исследования автора – организмоцентричны, экологическая значимость исследуемых характеристик не рассмотрена в плане сравнения с другими характеристиками вод океана; 3 – в разделе 9 специальности 25.00.27 теория и методология гидроэкологии рассматривается с позиций *антропоцентризма* (влияние водного объекта на человека, общество), изучение *водных экосистем* подразумевает

изучение *взаимодействия абиотических и биотических компонентов* этих систем, оценку экологически значимых *гидрологических* и *гидрохимических* характеристик.

3. На с.7 при описании методов автор пишет о том, что в процессе выполнения диссертационного исследования «был использован физико-экспериментальный метод исследования, основанный на представлении биологических и физико-химических систем, как «черного ящика» с нормированным сигналом на входе и регистрируемой реакцией на выходе» (дана ссылка на работу научного руководителя: Степанюк И.А. Особенности реакций биологических и физико-химических систем на внешние факторы. – СПб.: Изд-во РГГМУ, 2004. – 98с.). Вероятно, здесь стоило раскрыть, что автор вкладывает в физико-экспериментальный метод исследования. Необходимо ли при этом упоминать методы исследования двигательной активности гидробионтов, методы исследования гидрометеорологических процессов и полей, методы обработки экспериментальных данных, методы и модели оценки влияния факторов среды на скорости процессов массообмена в водных экосистемах и ответной реакции на внешнее воздействие на организменном и популяционном уровне, модели совместного учета влияния факторов на внешние воздействия и др.

4. По-видимому, 10 пунктов новизны, приведенные на стр.7-8 диссертации избыточны. Практически все выводы автора по работе включены в пункты новизны. Пп.1,10 требуют уточнения «впервые», пп.2,4,5,6 раскрывают новые технологии автора, физические закономерности восприятия и предчувствия опасных гидрометеорологических процессов (над водоемами) гидробионтами; пп.3,7,8,9 характеризуют новизну экспериментальных исследований и их результаты.

5. Формулировка диссертантом выносимых на защиту положений представляет собой перечень того, что сделано автором в процессе подготовки диссертации, но не раскрывает, что при этом достоверно получено (с указанием точности, чувствительности, воспроизводимости). Такой подход не содержит доказательной базы, не требует защиты или опровержения в процессе защиты и близок к рассмотрению перечня основных результатов работы. Пункты 2 и 3 этого раздела различаются по формулировке только названием тест-объектов. П.4 требует пояснения, о какой аналогии идет речь при сравнении биологической и физико-химической систем (морского штормгласса), как эта аналогия интерпретируется в биологической системе и объясняет магниточувствительность гидробионтов.

6. В разделе 4.5 «Поиск механизмов предчувствия посредством влияния на физико-химические процессы. Эксперименты со штормглассом» не рассматриваются механизмы реакции гидробионтов на стрессовые эффекты, регистрируемые хеморецепторами и органами чувств гидробионтов. Речь идет об изменении режима питания, дыхательно-выделительных функций и др. или поведенческих реакций (уход в безопасную среду рыб, закрытие створок раковин моллюсками и др.). Здесь изменение химического состава среды или появление токсичной примеси (а также эффекты, выявляемые в скрининговых экспериментах) служит сигналом для изменения поведения и, по-видимому, может регистрироваться датчиком измерения физических свойств воды. На этой основе могут быть разработаны новые методы биоиндикации и биотестирования. Подтверждение гипотезы о реакции физико-химической структуры (штормгласса) на ЭМП гидрометеорологических процессов ранее было доказано эмпирически. В наши дни связь гидрометеорологических процессов с физиологическими процессами организмов,

живущих в воде, может рассматриваться на основе других подходов и методов, например, на основе прямой регистрации изменений химического состава воды, и регистрации влияния на хеморецепцию организмов (рыб) и их поведенческие или физиологические функции. Здесь не стоит приуменьшать влияние таких процессов, как адвекция примесей течениями, изменение режима турбулентности, приливы, поступление растворенных веществ из донных отложений (на мелководьях) и др.

К этому можно добавить, что экологический подход предписывает использовать в экспериментах организмы разного трофического уровня, различающиеся по экологическим свойствам, одноклеточные и многоклеточные формы, а также организмы на разных стадиях индивидуального развития. Такой подход с использованием разных представителей биоты позволяет обоснованно судить об опасности воздействия для экосистемы водоема в целом. Реакции водных организмов на комплексное воздействие любого типа требует учета суммации, синергизма, антагонизма, сенсбилизации в оценочных исследованиях; учета антропогенного влияния на фоне естественных изменений. Отдельная тема для исследования – адаптация организмов к таким воздействиям. В результате может быть получено, что некоторые таксоны гидробионтов демонстрируют *высокую устойчивость* к воздействию (как правило, это бентосные формы), другие виды чрезвычайно *уязвимы* (планктонные формы и некоторые виды рыб). В настоящее время предложены различные гипотезы, объясняющие причины разной устойчивости организмов к действию разных эффектов. Как следует из диссертации, автор не изучала индивидуальную способность гидробионтов противостоять внешнему воздействию или постепенно адаптироваться к новым условиям.

7. Поскольку основные результаты работы опубликованы автором в соавторстве, в докладе на защите целесообразно акцентировать «личный вклад автора» в результаты работы.

Замечания рецензента не ставят под сомнение результаты, полученные автором диссертации, но способствуют дальнейшему развитию теоретико-методологических положений и методов исследования, обобщенных Н.С.Фроловой и вынесенных на защиту.

Диссертация Фроловой Наталии Сергеевны на тему: «Физические механизмы восприятия гидрометеорологических процессов некоторыми видами гидробионтов» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 01.09.2016 № 6821/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Фролова Наталия Сергеевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.28 – океанология. Пункт 11 указанного Приказа диссертантом не нарушен.

Член диссертационного совета

Доктор географических наук,  
профессор, профессор кафедры  
гидрологии суши Санкт-  
Петербургского государственного  
Университета



Дмитриев Василий Васильевич

подпись

Дата 23 октября 2018 г.