

## ОТЗЫВ

**официального оппонента на защите диссертации Ускаловой Д.В.,  
представленной на соискание ученой степени кандидата биологических  
наук по специальности 03.01.01 - радиобиология в диссертационном совете  
Д 006.068.01 при Всероссийском научно-исследовательском институте  
радиологии и агроэкологии**

### **Актуальность темы выполненной работы**

Биологические эффекты слабых физических и химических факторов внешней среды являются одной из актуальных проблем современной биологии и, в частности, радиобиологии и биофизики. Это связано, в том числе, с медицинскими и экологическими последствиями повышения электромагнитного фона: нарастающим интересом к биологическим, в том числе тератогенным, эффектам слабых электромагнитных полей и излучений. В свою очередь, эти же воздействия физических факторов внешней среды, являются одной из фундаментальных проблем радиобиологии. В этой связи, диссертационная работа Д.А. Ускаловой «Влияние низкоинтенсивного радиочастотного излучения на морфо-функциональные показатели у простейших и беспозвоночных животных», представляет интерес как для радиобиологии, так и для экологии.

Отдельным актуальным аспектом работы является использование т.н. альтернативных биологических моделей – простейших и беспозвоночных животных. Это является, безусловно, правильным решением, учитывая нацеленность работы на изучение экологических последствий действия высокочастотных низкоинтенсивных радиоизлучений на биологические объекты. Особый, в том числе, общественный резонанс имеет исследование биологических эффектов действия радиочастотного излучения в диапазоне частот сотовой связи, которая играет все большую роль в современной цифровой цивилизации. Правильный выбор биологических моделей очень определяет успех исследования. Объективный анализ эффектов низкоинтенсивного радиочастотного излучения на возможно более широком спектре моделей имеет важнейшее научное и социальное значение. Важно, что в работе были использованы гомойотермные животные, которые прямо связаны с внешней средой и, поэтому, гораздо чувствительнее к слабым физическим и химическим факторам внешней среды. Так, впервые действие слабых и сверхслабых магнитных полей были получены в многолетних исследованиях лаборатории В.В. Леднева (ИТЭБ РАН) на модели регенерации плоских червей

– планарий. С тех пор планарии являются признанным объектом биофизики действия слабых физических факторов.

Помимо биофизических достоинств примененных подходов, использование альтернативных биологических моделей является одним из современных биоэтических требований к проведению биологических экспериментов.

### **Новизна исследования и полученных результатов, выводов, рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Автором разработан и впервые применен метод компьютерной морфометрии в опытах с простейшими для выявления эффектов радиационного воздействия электромагнитных полей (ЭМП) с частотой 900 МГц, также определены закономерности формирования эффектов облучения ЭМП с частотой 900 МГц и ППЭ 50 и 100 мкВт/см<sup>2</sup> у простейших (инфузорий) и многоклеточных беспозвоночных животных (планарий и ракообразных). Впервые обнаружено, что эффект нивелируется при вегетативном делении простейших через 3–5 поколений. Впервые применен цитометрический анализ пролиферативной активности для выявления эффекта радиочастотного воздействия у планарий. Также впервые удалось зафиксировать снижение метаболической активности у ракообразных *D. magna* у планарий *D. tigrina* в ранние сроки после облучения с помощью МТТ-теста. Показано, что нарушение метаболической активности не влияет на выживаемость рачков и регенерационную активность планарий в отдаленные сроки после воздействия.

### **Значимость для науки и практики полученных автором результатов**

Полученные автором результаты могут быть использованы в дальнейшем исследовании фундаментальных основ биофизики воздействия низкоинтенсивного радиочастотного излучения на физиологию и морфогенез животных. Полученные результаты могут быть использованы при формировании экофизиологических норм воздействия низкоинтенсивного радиочастотного излучения, что позволит проводить комплексное экологическое исследование гидросферы при остром радиационном воздействии. Результаты могут быть использованы для создания баз данных и разработки системы экологического нормирования электромагнитной нагрузки в районах размещения базовых станций сотовой связи.

### **Структура и содержание работы**

Диссертация изложена на 137 стр., содержит 19 рисунков, 10 таблиц и 2 приложения. Список литературы включает в себя 214 источников, из них 67 на иностранном языке. Работа состоит из введения, трех глав, заключения, выводов, списка используемых источников.

В работе были использованы тест-объекты разного уровня биологической организации: одноклеточные инфузории *Spirostomum ambiguum*, многоклеточные плоские черви планарии *Dugesia tigrina* и *Schmidtea mediterranea* и низшие ракообразные *Daphnia magna*. Применены современные методы анализа биологических эффектов: компьютерной морфометрии, проточной цитометрии, МТТ-тест. В Обзоре литературы приведены отечественные и зарубежные источники, в которых обсуждаются возможные механизмы формирования эффектов действия низкоинтенсивных электромагнитных полей на гидробионтов из разных систематических групп – представителей типов Инфузории, Плоские черви и Членистоногих (класс Ракообразные), что манифестирует существо решаемой проблемы и поставленных в работе задач, и позволяет автору сфокусироваться на работах, представляющих прямое отношение к поставленным научным задачам.

Примененные биофизические подходы к созданию и метрологии низкоинтенсивного радиочастотного излучения полностью адекватны поставленным в работе задачам, а полученные экспериментальные данные подвергнуты адекватному статистическому анализу и не вызывают сомнения в их достоверности.

Наибольший интерес вызывает общий доказанный автором вывод о наличии острого биологического эффекта низкоинтенсивного радиочастотного излучения на биоту. Очевидно, что требуется развивать данное научное направление в экотоксикологии и радиобиологии, по возможности расширяя круг исследуемых тест-объектов для большего понимания глубины проблемы.

По материалам диссертации опубликовано 22 печатные работы. Из них 6 статей в изданиях, входящих в перечень ВАК, 2 публикации в изданиях, включенных в Web of Science.

Эффекты действия низкоинтенсивного радиочастотного излучения выявленные в работе Д.А. Ускаловой, требуют дальнейшего исследования, в том числе, в плане расширения круга поставленных задач и анализа механизмов действия слабых физических факторов на биосистемы. Автор сосредоточился на феномене действия низкоинтенсивного радиочастотного излучения, но не ставил задачу изучения механизмов действия слабых этого излучения на биосистемы. Вместе с тем, указанные недочеты не снижают общей высокой оценки рецензируемой работы.

## **Заключение**

Диссертационная работа Д.А. Ускаловой «Влияние низкоинтенсивного радиочастотного излучения на морфо-функциональные показатели у простейших и беспозвоночных животных», является законченным научно-

квалификационным исследованием, в котором решена актуальная научная задача: изучение биологического эффекта действия низкоинтенсивного радиочастотного излучения на различных представителях пресноводной биоты – простейших и беспозвоночных животных.

Результаты диссертационного исследования имеют большое научное и практическое значение в области радиобиологии для изучения биологических эффектов действия НИ РЧ излучений на развивающиеся и зрелые биологические системы, а также для создания, в перспективе, нового поколения информационных ресурсов при формировании баз данных экологического мониторинга электромагнитного загрязнения пресноводных экосистем.

По актуальности, новизне и практической значимости работа Д.А. Ускаловой соответствует требованиям п. 9.14 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК Минобрнауки РФ (Постановление Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842), предъявляемым к диссертациям, представленным на соискание ученой степени кандидата наук, а автор заслуживает присвоения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.01.01 – радиобиология.

Официальный оппонент,

Старший научный сотрудник лаборатории  
ФГБУН Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН  
кандидат биологических наук  
по специальности 03.00.11 — эмбриология и гистология  
1421290, г. Пущино, Институтская ул. 3  
Тел. (495)632-78-69  
E-mail: office@iteb.ru

Подпись Тираса Х.П. заверяю  
Ученый секретарь ИТЭБ РАН  
к.б.н.



Тирас Харлампий Пантелеевич

Т.А. Перевязова