

Сведения о ходе выполнения проекта  
**«Разработка комплекса методик и аппаратно-программных средств для мониторинга растворимых и нерастворимых примесей в природных водных объектах»**

Руководитель работ канд.-физ. мат. наук Дёмин В.В.

В ходе выполнения проекта по Соглашению о предоставлении субсидии от 16 июля 2014 г. № № 14.575.21.0061 с Минобрнауки России в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы» в течение двух этапов в период с 16.07.2014 по 30.06.2015 выполнялись следующие работы.

За счет бюджетных средств:

1) Аналитический обзор современной научно-технической, нормативной, методической литературы, затрагивающей научно-техническую проблему, исследуемую в рамках ПНИ, в том числе обзор научных информационных источников: статьи в ведущих зарубежных и (или) российских научных журналах, монографии и (или) патенты) - не менее 15 научно-информационных источников за период 2009-2013 гг.

2) Патентные исследования в соответствии с ГОСТ 15.011-96.

3) Выбор и обоснование направления исследований, методов и средств проведения лабораторных и натурных (полевых) испытаний.

4) Исследование применимости теории Дебая для математического моделирования процессов взаимодействия электромагнитного излучения СВЧ диапазона с полярной жидкостью при наличии растворимых и нерастворимых примесей.

5) Разработка математической модели восстановления цифровых голограмм частиц, расположенных в водной среде на основе скалярной теории дифракции.

6) Проведение оценки применимости математической модели восстановления цифровых голограмм нерастворимых примесей в природных водных объектах, на основе скалярной теории дифракции для мониторинга нерастворённых примесей в объёме среды.

7) Разработка МММ для мониторинга растворимых и нерастворимых примесей в природных водных объектах.

8) Разработка Программы и методики лабораторных испытаний МММ в водной среде с растворимыми и нерастворимыми примесями.

9) Разработка лабораторного стенда для проведения испытаний МММ в лабораторных условиях.

10) Разработка алгоритма восстановления цифровых голограмм нерастворимых примесей в природных водных объектах.

11) Разработка алгоритма количественной оценки качества восстановленных голографических изображений нерастворимых примесей в природных водных объектах.

- 12) Разработка алгоритма обработки и фильтрации цифровых голограмм.
- 13) Разработка алгоритма определения пространственного положения нерастворимых примесей в природных водных объектах.
- 14) Разработка алгоритма построения траектории движения частиц по данным, полученным из цифровых голограмм с использованием ЭО АПК для мониторинга нерастворимых примесей в природных водных объектах.
- 15) Разработка алгоритма оценки концентрации нерастворимых примесей в природных водных объектах.
- 16) Разработка методики регистрации цифровых голограмм нерастворимых примесей в водной среде с использованием макета цифрового голографического модуля, входящего в состав ЭО АПК для мониторинга растворимых и нерастворимых примесей в природных водных объектах.
- 17) Проведение лабораторных испытаний МММ с применением разработанного лабораторного стенда.
- 18) Разработка Программы и методики натурных (полевых) испытаний МММ в водной среде с растворимыми и нерастворимыми примесями.
- 19) Проведение натурных (полевых) испытаний МММ в водной среде с растворимыми и нерастворимыми примесями.
- 20) Разработка Методики проведения измерений микроволновой проводимости водной среды с использованием МММ, входящего в состав ЭО АПК для мониторинга растворимых и нерастворимых примесей в природных водных объектах.

За счет внебюджетных средств:

- 1) Расчет прочностных характеристик герметичного корпуса МММ.
- 2) Выбор конструкции герморазъемов и разработана схема их размещения на герметичном корпусе МММ.
- 3) Расчет весогабаритных характеристик герметичного корпуса МММ.
- 4) Разработка эскизной конструкторской документации на герметичный корпус МММ.
- 5) Разработка требований к транспортировке, хранению, постановке-выборке на позицию для МММ.
- 6) Расчет прочностных характеристик герметичного корпуса МЦГМ.
- 2) Выбор конструкции герморазъемов и разработана схема их размещения на герметичном корпусе МЦГМ.
- 3) Расчет весогабаритных характеристик герметичного корпуса МЦГМ.
- 4) Разработка эскизной конструкторской документации на герметичный корпус МЦГМ.
- 5) Разработка требований к транспортировке, хранению, постановке-выборке на позицию для МЦГМ.
- 6) Разработка Программы и методики проведения испытаний герметичного корпуса МММ.
- 7) Изготовление герметичного корпуса МММ.
- 8) Проведены испытания герметичного корпуса МММ на соответствие функциональным и техническим характеристикам.

При этом получены следующие результаты:

1. Разработан и изготовлен макет микроволнового модуля и эскизная конструкторская документация к нему. Новым решением является применение нерегулярного микроволнового резонатора в качестве датчика содержания проводящих и непроводящих примесей в воде. Использован физический принцип резонаторного измерения электрофизических характеристик жидкостей с примесями. Рабочая частота макета микроволнового модуля близка к частоте максимального поглощения электромагнитной энергии. Установлена применимость теории Дебая для математического моделирования процессов взаимодействия электромагнитного излучения СВЧ диапазона с полярной жидкостью при наличии растворимых и нерастворимых примесей.

2. Разработаны математическая модель и алгоритм восстановления цифровых голограмм нерастворимых примесей в природных водных объектах. Проведенная оценка показала применимость математической модели восстановления цифровых голограмм на основе скалярной теории дифракции для мониторинга нерастворимых примесей в водной среде. Выбранное направление исследований соответствует устойчивой тенденции в течение последних 10 лет повышения информативности и репрезентативности получаемых данных, автоматизации процесса обработки информации, уменьшению габаритов погружных модулей.

3. Разработан и изготовлен лабораторный стенд для проведения испытаний макета микроволнового модуля в лабораторных условиях и эскизная конструкторская документация к нему.

4. Разработана Программа и методики лабораторных испытаний макета микроволнового модуля в водной среде с растворимыми и нерастворимыми примесями.

5. Разработаны следующие алгоритмы: алгоритм количественной оценки качества восстановленных голографических изображений нерастворимых примесей в природных водных объектах; алгоритм обработки и фильтрации цифровых голограмм; алгоритм определения пространственного положения нерастворимых примесей в природных водных объектах; алгоритм построения траектории движения частиц, по данным полученным из цифровых голограмм с использованием ЭО ПО, входящего в состав ЭО АПК для мониторинга нерастворимых примесей в природных водных объектах; алгоритм оценки концентрации нерастворимых примесей в природных водных объектах. Полученные результаты позволяют эффективно использовать радиофизические и оптические методы исследования окружающей среды, автоматизировать процесс сбора данных и их сокращают время их обработки, повышают информативность и репрезентативность результатов измерений.

6. Разработана методика регистрации цифровых голограмм нерастворимых примесей в водной среде с использованием макета цифрового голографического модуля (далее – МЦГМ), входящего в состав ЭО АПК для мониторинга растворимых и нерастворимых примесей в природных водных объектах.

7 Проведены лабораторные испытания МММ с применением разработанного лабораторного стенда, по результатам которых МММ признан выдержавшим испытания.

8. Разработана Программа и методика натуральных (полевых) испытаний МММ в водной среде с растворимыми и нерастворимыми примесями объектах и проведены натурные (полевые) испытания МММ в водной среде с растворимыми и нерастворимыми примесями, по результатам которых МММ признан выдержавшим испытания.

9. Разработана методика проведения измерений микроволновой проводимости водной среды с использованием МММ, входящего в состав ЭО АПК для мониторинга растворимых и нерастворимых примесей в природных водных объектах.

В ходе проведения работ по ПНИ использовались стандартизированные методики и метрологическое обеспечение. Проведенные за отчетные периоды работы соответствуют плану-графику исполнения обязательств по проекту. Полученные результаты соответствуют техническим требованиям к выполняемому проекту.

Комиссия Минобрнауки России признала обязательства по Соглашению на отчетных этапах исполненными надлежащим образом.