

## Аттестационная работа

слушателя курсов повышения квалификации по программе:  
«Проектная и исследовательская деятельность как способ  
формирования метапредметных результатов обучения в  
условиях реализации ФГОС»

---

Царькова Ольга Германовна, к.ф.-м.н.  
ГБОУ Физматшкола № 2007

---

## Влияние электромагнитного излучения мобильного телефона на живые микроорганизмы

---



Методическая разработка  
по выполнению исследовательской работы обучающимися

Москва  
2016

# Краткая характеристика разработки

- Целью методической разработки является метапредметная внеурочная исследовательская деятельность школьников 8-11 классов естественнонаучного направления (биология, физика, химия) с использованием оборудования Курчатовского проекта.

## В ее содержание входят следующие разделы (и подразделы):

- Введение, Ключевые понятия, Цель и задачи, Методика выполнения (Оборудование и расходные материалы, Схемы установок, Этапы исследования), Планируемые результаты и их обсуждение (Подготовка экспериментальной установки по наблюдению/записи влияния ЭМИ смартфонов на живые микроорганизмы, Использование программного комплекса для создание фото- и видеопротоколов, Выбор объекта наблюдения, Изучение сигналов СВЧ-излучения с помощью показаний электронного датчика температуры, Измерение зависимости сигнала датчика температуры от электропроводности полярной жидкости, Влияние ЭМИ смартфонов на жизнедеятельность микроорганизмов), Примерные выводы, Список литературы.

# Краткая характеристика ГБОУ Физматшколы № 2007

- 5-11 классы (~ 700 человек)
- математика, физика, информатика
- ИВР, более 80 бесплатных школьных кружков (спортивных – 16%, предметных – 84%)
- 123 сотрудника, 100 пед. работников, 1 заслуженный учитель РФ, 10 почетных работников общего образования РФ, 7 кандидатов наук
- вечерняя школа для начальной школы
- Курчатовский проект
- Лауреат Гранта Мэра Москвы в сфере образования 1 степени в течение нескольких лет

## Цель и задачи исследовательской работы

**Цель:** определить степень влияния ЭМИ мобильного телефона на жизнедеятельность микроорганизмов (инфузории и коловратки).

**Задачи :** 1) приобретение навыка приготовления раствора «живой пыли», работы с микроскопом и соответствующими компьютерными приложениями; 2) теоретическая подготовка по теме «СВЧ-излучение и его воздействие на объекты исследования»; 3) не прямые измерение параметров ЭМИ (с использованием электронного датчика температуры); 4) выявление закономерностей при воздействии ЭМИ мобильных телефонов на живые микрообъекты.

## Формы исследовательской работы

- индивидуальная и/или групповая исследовательская работа во внеурочное время (дополнительное образование);
- практическая экспериментальная работа (в школе и в экспедиции);
- домашнее задание исследовательского характера;
- научно-практические конференции и конкурсы.

# Методы диагностики образовательного результата

Показатели и критерии	Методы
<b>Мониторинг результатов обучения обучающегося</b>	
<b>Теоретическая подготовка:</b> соответствие теоретических знаний требованиям к работе; правильность использования специальной терминологии	наблюдение опрос, беседа
<b>Практическая подготовка:</b> соответствие практических умений и навыков требованиям к работе; умение использовать оборудование; креативность в выполнении практических заданий	контроль- ные задания, наблюдение
<b>Общеучебные умения и навыки:</b> самостоятельность в работе, в подборе и анализе источников информации; адекватность восприятия новой информации; свобода подачи материала; соблюдение мер безопасности, аккуратность и ответственность	анализ работы, наблюдение
<b>Мониторинг личности развития обучающегося</b>	
<b>Организационно-волевые и ориентационные качества :</b> способность выдерживать учебные нагрузки и преодолевать трудности, активно побуждать себя к практическим действиям; способность оценивать себя адекватно реальным достижениям; осознанное участие обучающегося в работе	наблюдение

## Актуальность решаемой проблемы

В мобильных телефонах используется электромагнитное излучение (ЭМИ) 800 МГц-1,9 ГГц, в устройствах WiFi и Bluetooth - частотой 2,4 ГГц, совпадающей с частотой ЭМИ в микроволновых печах. Исследуется, насколько процессы, способствующие быстрому нагреву тел СВЧ-излучением в печах, могут оказаться биологически опасны для живых микроорганизмов (таких, как коловратки и инфузории) при использовании сотовой телефонии.

В отличие от неподвижных объектов у живых до разрушения межмолекулярных связей могут наблюдаться изменения в процессах жизнедеятельности. Электромагнитное поле, переориентируя дипольные молекулы воды, обуславливает ее нагревание, изменение физических и химических свойств. СВЧ-излучение вызывает собственные резонансные колебания молекулярных структур воды около 1 ГГц, близкой к частоте ЭМИ смартфонов. Более того, из-за фрактально-кластерной структуры воды в ней реализуется эффект взаимного преобразования частот резонансных радиоволн между мм и дм диапазонами. Таким образом, ЭМИ смартфона может приводить к резонансному отклику в малоклеточных организмах размерами порядка 1 мм). Как следствие, влияние ЭМИ на микрообъекты, которые живут в воде и которые, фактически, состоят из воды, может оказаться фатальным.

# Этапы исследования:

- приготовление раствора с микроорганизмами и изучение возможности эффективно наблюдать за отдельными экземплярами;
- изучение теории СВЧ-волн и их воздействия на вещество;
- решение проблемы измерения параметров ЭМИ;
- выявление закономерностей при воздействии ЭМИ на живые микрообъекты при анализе совокупных данных – видео наблюдений за состоянием микроорганизмов и регистрации изменений температуры рабочего раствора электронным датчиком.

# Схемы экспериментальных установок

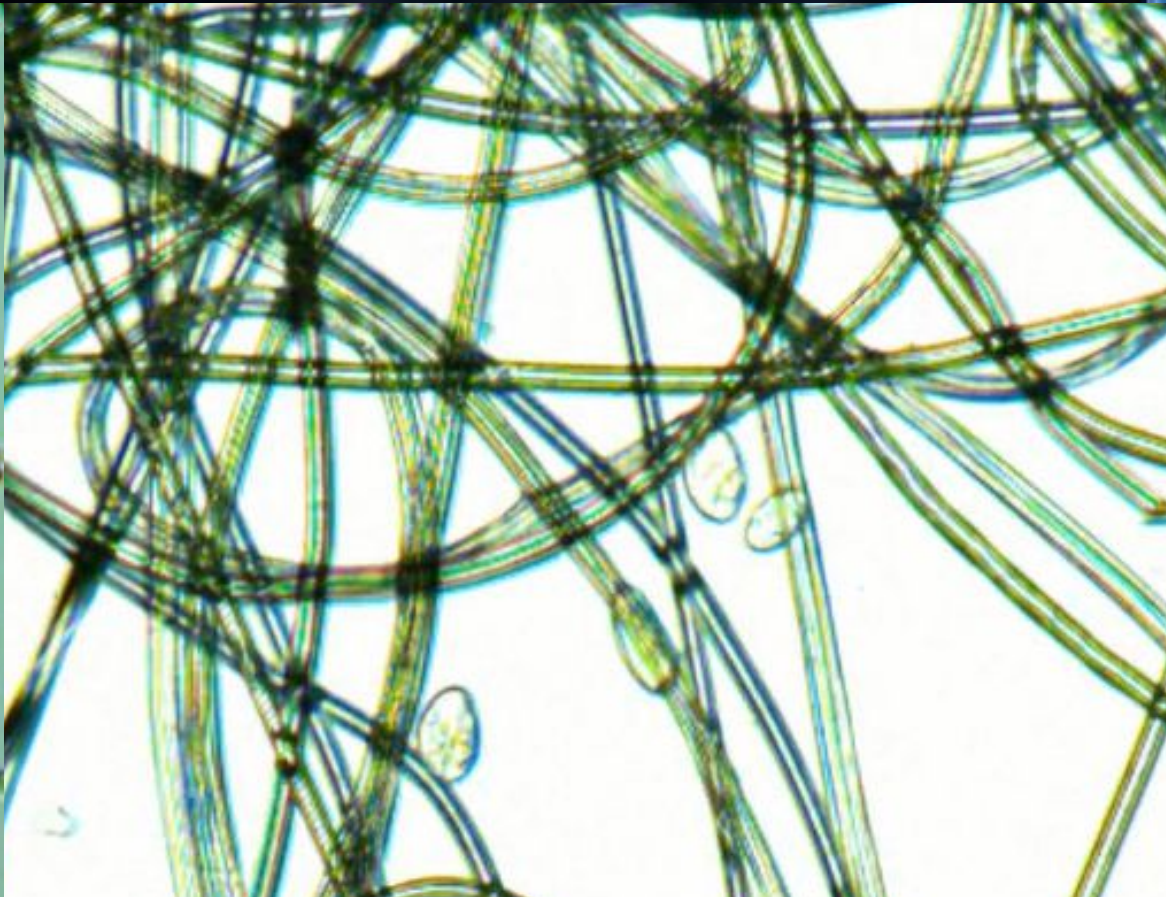


- 1 — световой микроскоп «Левенгук»;
- 2 — окулярная камера, соединенная с нетбуком;
- 3 — предметное и покровное стекла с рабочим раствором (с коловратками и инфузориями) между ними;
- 4 — мобильные телефоны в активной фазе сигнала ЭМИ;
- 5 — нетбук Intel «Аквариус».



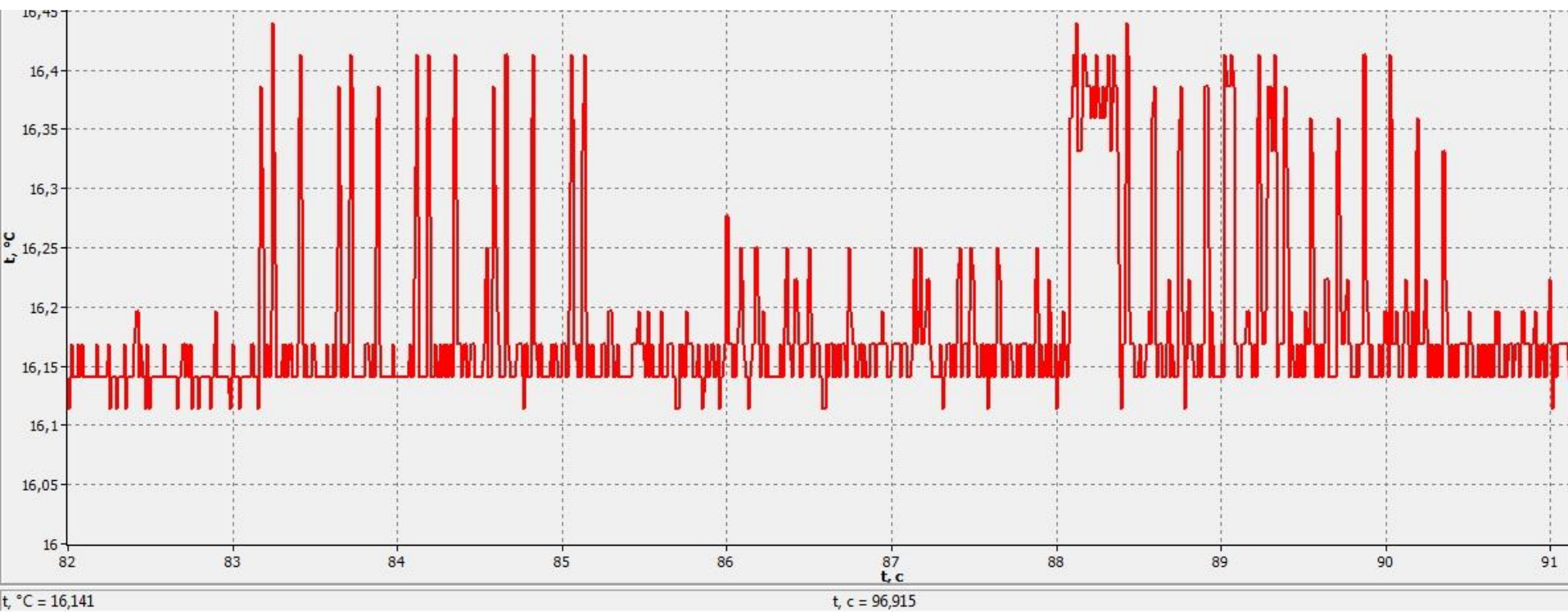
# Результаты:

коловратки менее подвижны и больше, чем инфузории;  
движения инфузорий необходимо ограничивать  
волокнами



# Результаты: обнаружено влияние ЭМИ смартфонов на увеличение показаний температурного датчика, погруженного в «зацветшую» воду

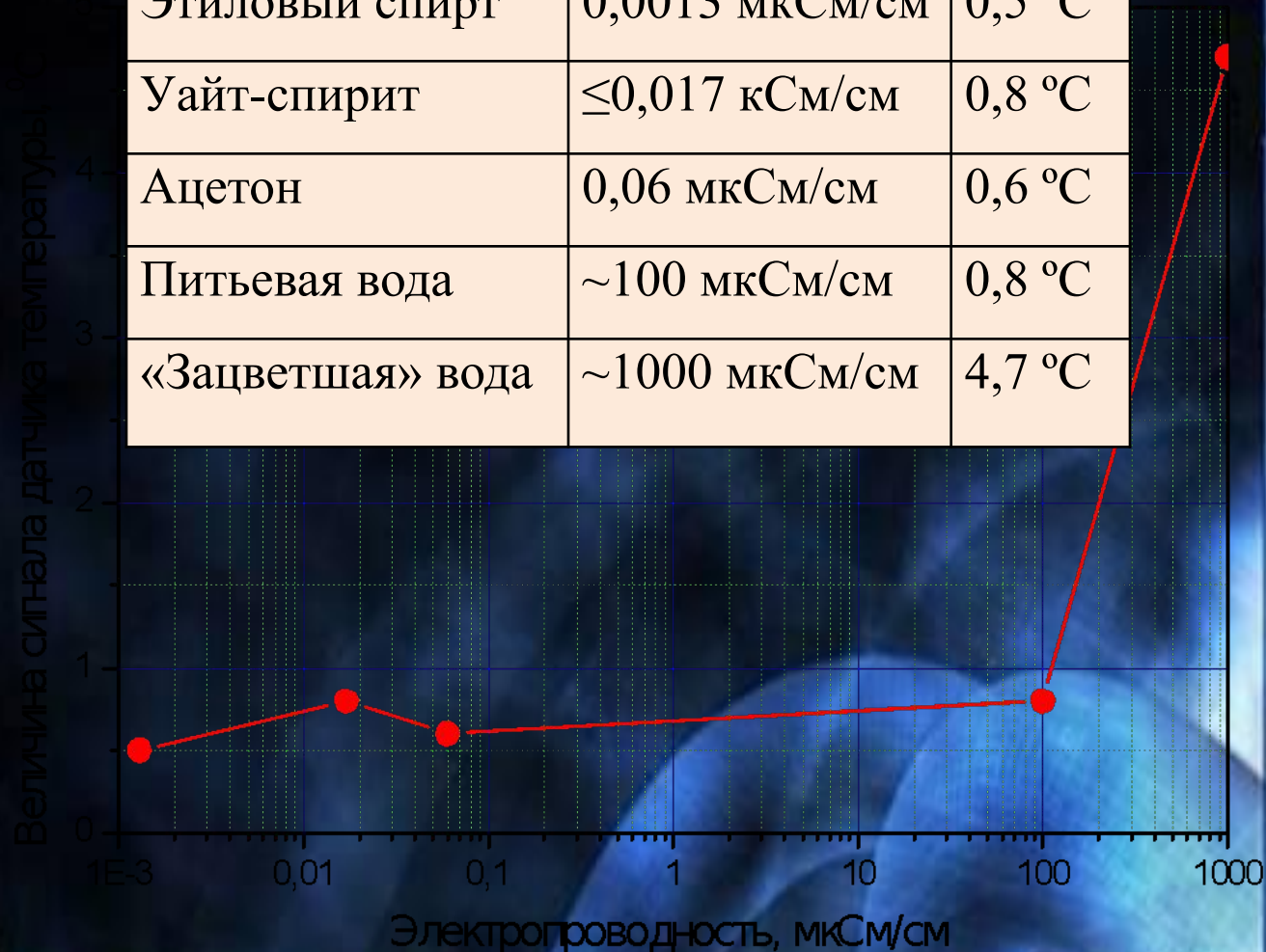
Смартфоны передают информацию с помощью импульсов, объединенных в блоки с частотой около 8 Гц, т.о., температурная зависимость  $T(t)$  раскрывает форму импульсов ЭМИ смартфонов (с временным разрешением «Цифровой лаборатории»  $dt=0,01$  с)



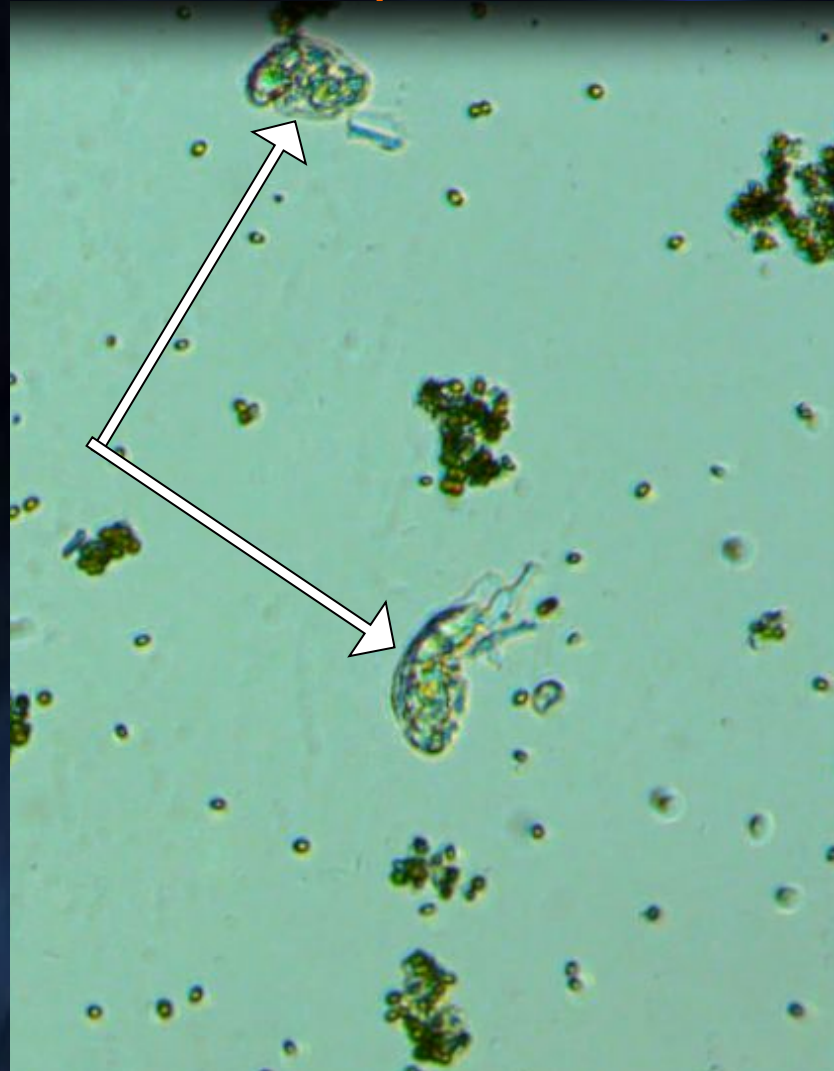
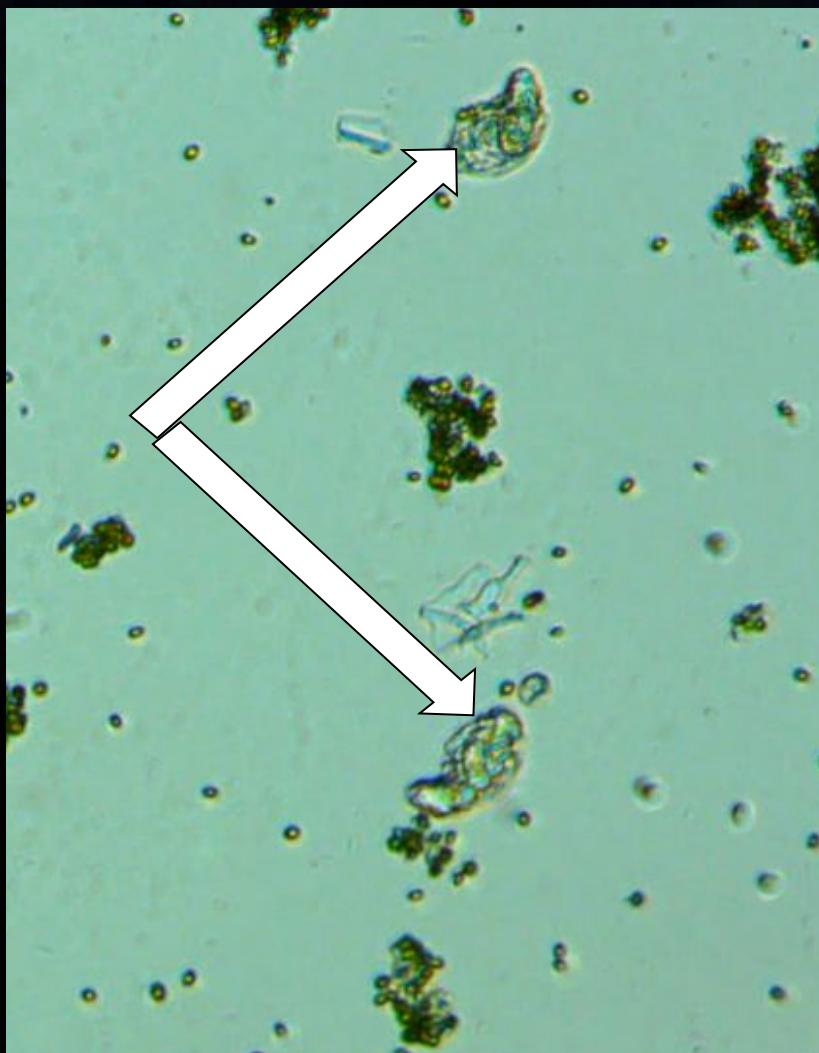
# Результаты: зависимость макс. изменения датчика температуры при воздействии ЭМИ смартфонов в активной фазе звонка от электропроводности полярной жидкости

**Аналогичную зависимость можно предположить и в случае различных значений электропроводности водных сред как в начале облучения, так и вследствие его.**

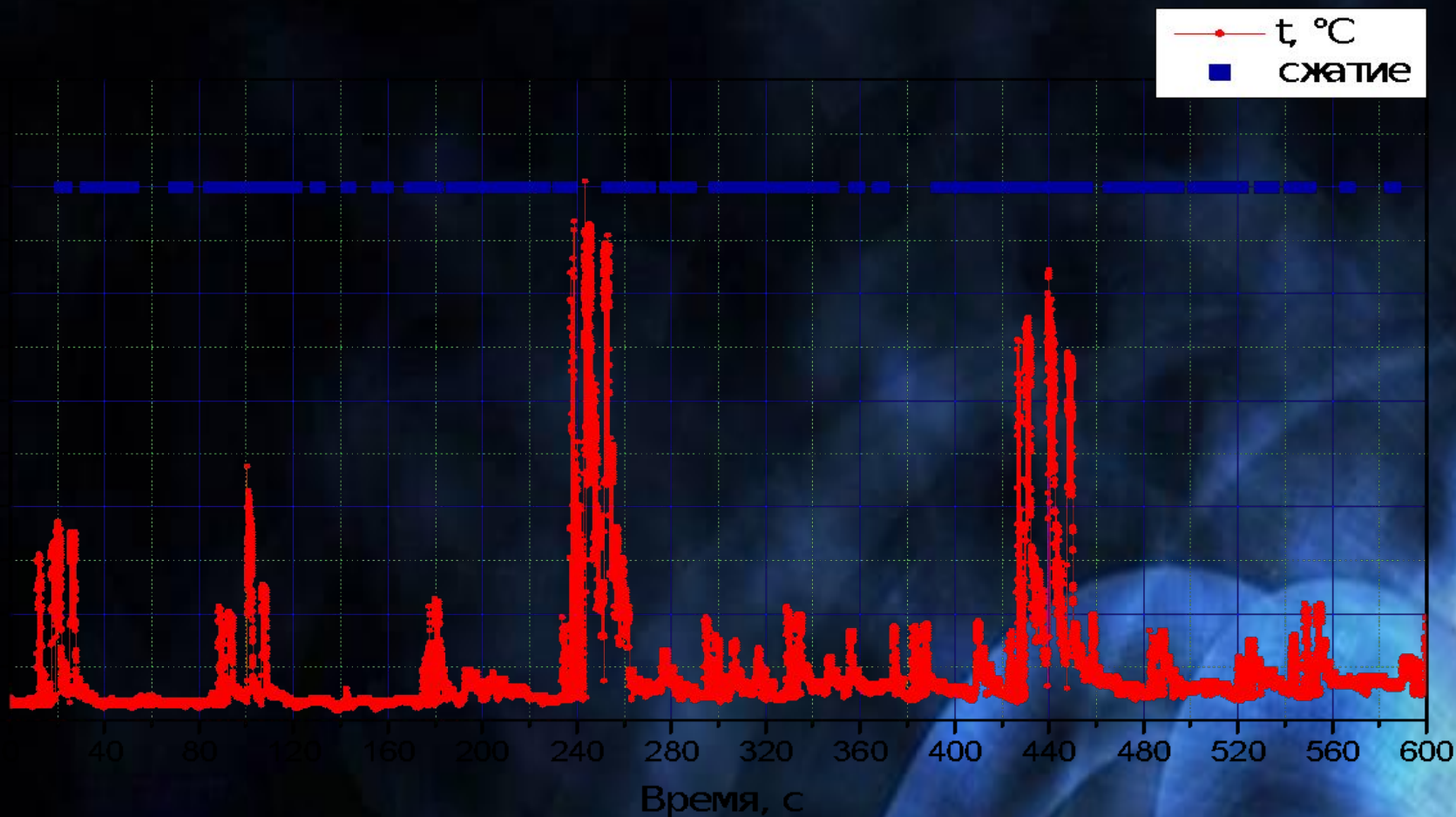
Этиловый спирт	0,0013 мкСм/см	0,5 °С
Уайт-спирит	$\leq 0,017$ кСм/см	0,8 °С
Ацетон	0,06 мкСм/см	0,6 °С
Питьевая вода	$\sim 100$ мкСм/см	0,8 °С
«Зацветшая» вода	$\sim 1000$ мкСм/см	4,7 °С



**Результаты:** выявлена закономерность при  
воздействии цугов волн ЭМИ телефонов на  
жизнедеятельность коловраток – одновременные  
конвульсии в разные моменты времени



**Результаты:** одновременная запись 2 файлов — видеофайла зоны визирования микроскопа и сигнала датчика в кювете с этой же жидкостью приводят к выводу, что ЭМИ смартфонов влияют на частоту конвульсий у коловратки



# Примерные выводы исследовательской работы

1. Коловратки менее подвижны и больше, чем инфузории, что делает их более удобным объектом для наблюдения влияния ЭМИ на конкретную особь.
2. Обнаружена зависимость активной фазы ЭМИ смартфонов и резкого увеличения показаний электронного датчика температуры, погруженного в «зацветшую» воду.
3. Показано, что полученные сигналы раскрывают форму цугов импульсов ЭМИ смартфонов с частотой около 8 Гц, совпадающей с альфа-ритмом биоэлектрической активности головного мозга человека. Таким образом, возможно влияние модулированного СВЧ-излучения и на человека.
4. Обнаружен сильный рост показаний температурного датчика при возрастании электропроводности полярных жидкостей. Аналогичную зависимость можно предположить и в случае различных значений электропроводности водных сред как в начале облучения, так и вследствие его.
5. На основе видеопротоколов выявлена закономерность при воздействии ЭМИ телефонов на жизнедеятельность микроорганизмов. Они резко сжимаются, теряют интерес к еде, постепенно замедляя свое движение вплоть до гибели.
6. При сравнении двух файлов, записанных одновременно (видео и график температуры от времени), хорошо заметно, что ЭМИ смартфонов влияют на частоту конвульсий у коловратки.

## Возможные перспективы развития темы предлагаемой исследовательской работы

- рассмотрение влияния ЭМИ СВЧ-диапазона на систему вода – биологическая среда с одновременными измерениями электропроводности системы;
- определение влияния изменения электропроводности раствора на уровень сигнала температурного датчика;
- определение влияния изменения электропроводности под воздействием ЭМИ телефонов на жизнедеятельность микроорганизмов в растворе;
- определение влияния совокупности факторов: антропогенного химического загрязнения воды и воздействия ЭМИ телефона, а также выявление вклада каждого из этих факторов.