

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.
ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра медицинской физики

**Тема: Исследование влияния частоты переменного магнитного поля на
показатель pH растворов пероксида водорода различной концентрации
АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**

студента 4 курса 451 группы

направления 03.03.02

«Физика»

код и наименование направления

факультета нано- и биомедицинских технологий

наименование факультета

Петрова Владислава Сергеевича

фамилия, имя, отчество

Научный руководитель

к.ф.-м.н., доцент

должность, уч. степень, уч. звание

подпись, дата

А.Д. Усанов

инициалы, фамилия

Зав. кафедрой

д.ф.-м.н., профессор

должность, уч. степень, уч. звание

подпись, дата

А.В. Скрипаль

инициалы, фамилия

Саратов 2019

Введение

В настоящее время наблюдается стремительный рост магнитного загрязнения окружающей среды различными бытовыми и промышленными источниками, что наводит на мысль о необходимости подробного изучения влияния переменных магнитных полей (ПМП) низкочастотного диапазона на биологические объекты и, в частности, протекающие в них физико-химические процессы с целью дальнейшего рационального использования ПМП, а также открытия новых принципиальных возможностей для этого использования.

Чтобы понять механизм действия ПМП на ход химических реакций и растворы в целом, необходимо исследовать влияние ПМП на наиболее чувствительные к возмущениям системы. В качестве такой системы может использоваться многостадийная автоколебательная реакция БР. Было выяснено, что ПМП оказывает влияние на характер протекания реакции БР: общее время хода реакции и средний период колебаний уменьшились по сравнению с контролем. Полученные сведения могут стать ключом к объяснению влияния ПМП на биологические системы в целом. Однако остается неизученным то, на какой именно компонент реакции БР оказывает свое влияние ПМП, а если же этих компонентов несколько, – какой из них подвергается наиболее сильному воздействию со стороны ПМП. Один из таких компонентов – пероксид водорода – наблюдался на нескольких стадиях реакции. Показатель pH растворов H_2O_2 различной концентрации был выбран в качестве объекта исследования в работе. Изучение влияния ПМП на показатель pH растворов H_2O_2 может позволить управлять реакцией БР, а также помочь в создании ясной картины того, как ведет себя биологическая система, подвергшаяся воздействию ПМП низкочастотного диапазона.

Актуальность темы:

Использование данных, полученных в ходе исследования влияния частоты ПМП на показатель pH пероксида водорода различной

концентрации, для изучения эффектов воздействия ПМП на биологические объекты, а также протекающие в них физико-химические процессы.

Цели и задачи работы:

Основной целью данной работы является исследование влияния частоты ПМП на показатель pH растворов пероксида водорода различной концентрации.

Для достижения поставленной цели в рамках работы были поставлены следующие задачи:

1. Установить связь частоты ПМП с показателем pH растворов H_2O_2 , характеризующим меру активности ионов водорода и, соответственно, отражающим ход протекания химических реакций в биообъектах.
2. Выяснить, на каких частотах, и при каких концентрациях растворов H_2O_2 наблюдаются наиболее сильные изменения pH.
3. Объяснить, с чем могут быть связаны полученные результаты.

Теоретическая база исследований сформирована публикациями и работами, посвященными темам исследования влияния ПМП на воду и ее физико-химические свойства, а также влияния ПМП на ход протекания реакции Бриггса-Раушера (БР).

Структура и объем работы: по своей структуре работа состоит из введения, определений, обозначений и сокращений, 3-х глав, заключения и списка используемых источников. Работа изложена на 39-ти страницах машинописного текста, содержит 15 рисунков и список литературы из 25-ти наименований.

Основное содержание работы:

Во введении обосновывается актуальность выбранной темы и решаемых задач, а также формулируются цель и задачи исследования.

В первой главе рассматривается кластерная модель строения воды, свойства воды, а также влияние переменного поля на водную среду.

Молекула воды состоит из двух атомов водорода, электроны которых образуют пары с электронами атома кислорода. Эти электронные пары образуют полярные ковалентные связи между атомами водорода и кислорода, а две другие электронные пары не образуют никаких связей и остаются свободными.

Согласно модели «мерцающих» кластеров, в пределах воды кластеры могут произвольно организовываться и расформировываться за счет совместного разрыва между молекулами, образующими кластеры, водородных связей. Кроме того, было отмечено, что время жизни этих «мерцающих» кластеров весьма невелико – оно колеблется в диапазоне от 10^{-11} до 10^{-9} с. Вследствие столь небольшого времени жизни кластеров вода, по сути, не имеет постоянной структуры – кластеры постоянно образуются и разрушаются.

Молекулы воды, их ассоциаты, в число которых могут входить бабстонные кластеры, непрерывно совершают колебательные движения, которым соответствуют определенные значения энергии этого колебательного движения. При экспозиции воды в ПМП возможна такая ситуация, при которой будет наблюдаться резонанс с группой молекул, вследствие чего произойдет поглощение квантов энергии, способных деформировать связи, изменять структурную характеристику системы. В таком случае изменения претерпят такие показатели, как pH и сопротивление воды.

Существует различие между свойствами намагниченной и не намагниченной воды: количество наблюдаемых в воде структур для намагниченной воды было существенно большим, нежели для не намагниченной. Кроме того, на количество структур влияет частота ПМП, которым облучается вода.

Во второй главе рассматривается влияние ПМП низкочастотного диапазона на ход протекания автоколебательной реакции БР.

Ранее были проведены исследования влияния ПМП низкочастотного диапазона на характер автоколебаний многостадийной реакции БР. Целесообразность данных исследований исходит из существования влияния ПМП на структуру воды, которое было описано ранее. В соответствии с рисунком 1, вода принимает участие в большинстве этапов реакции БР, следовательно, при воздействии ПМП на автоколебательную систему будет наблюдаться его влияние на ход протекания многостадийной реакции БР.

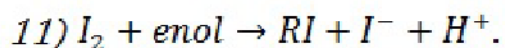
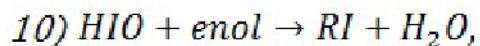
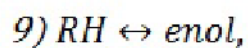
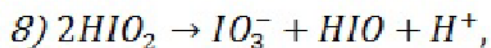
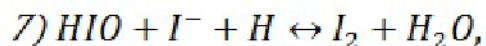
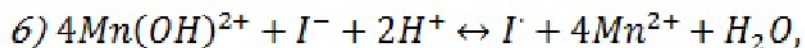
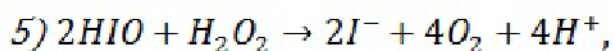
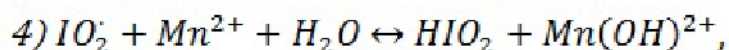
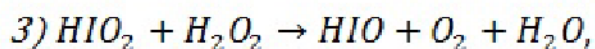
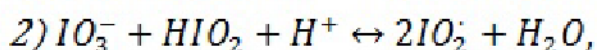
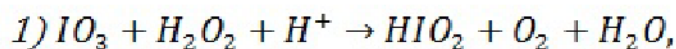


Рисунок 1. Ход протекания автоколебательной реакции БР

Было показано, что при воздействии ПМП частотой 3 Гц на автоколебательную систему происходит уменьшение периода и общего времени автоколебательного режима по сравнению с контролем. Кроме того,

в опытном образце было обнаружено меньшее значение электрохимического потенциала по сравнению с контрольным образцом. Причем вышеописанный эффект наблюдался даже тогда, когда автоколебательный режим заканчивался.

Период колебаний изменялся в зависимости от частоты ПМП (от 1 до 14 Гц), однако на всем диапазоне исследуемых частот наблюдалось снижение периода колебаний реакции БР по сравнению с контрольным образцом, о чем свидетельствует график, изображенный на рисунке 2.

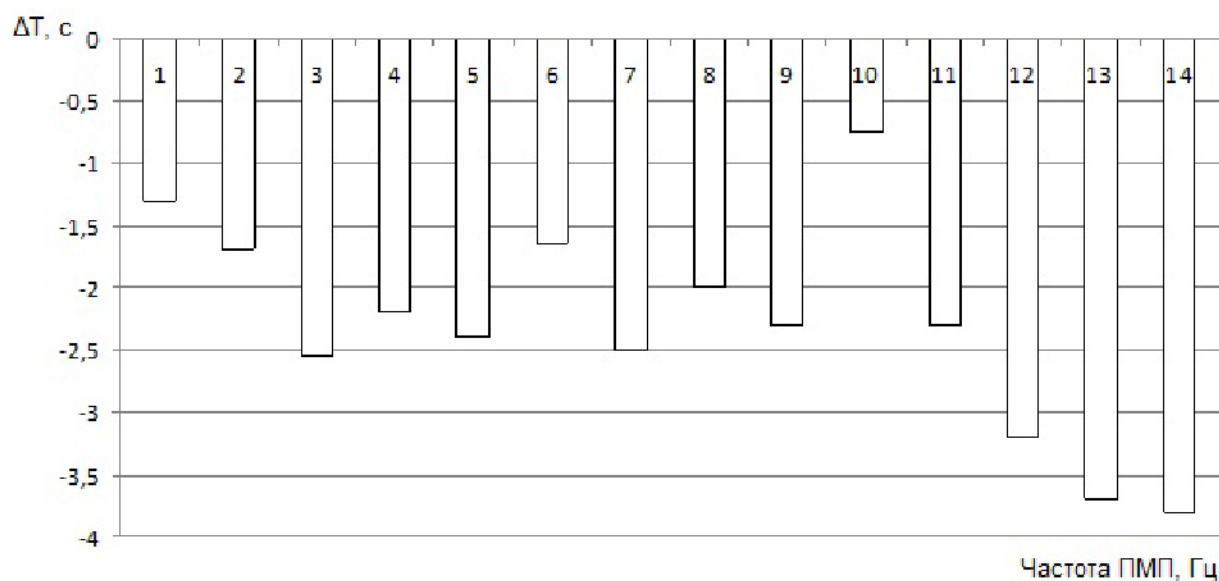


Рисунок 2. Зависимость изменения периода колебаний реакции БР от частоты ПМП

Общее время реакции БР также изменялось в зависимости от частоты ПМП, однако на всем диапазоне исследуемых частот динамика изменения общего времени реакции БР была различной: на частотах 10, 12 и 14 Гц наблюдалась положительная динамика, а на всех остальных – отрицательная, что отражено на рисунке 3.

Таким образом, предварительное воздействие низкочастотного ПМП на компоненты реакции БР оказывает существенное влияние на характер её автоколебаний. Практически во всем диапазоне исследуемых частот ПМП (от 1 до 14 Гц) наблюдалось уменьшение как среднего периода колебаний, так и общего времени автоколебательной реакции БР.

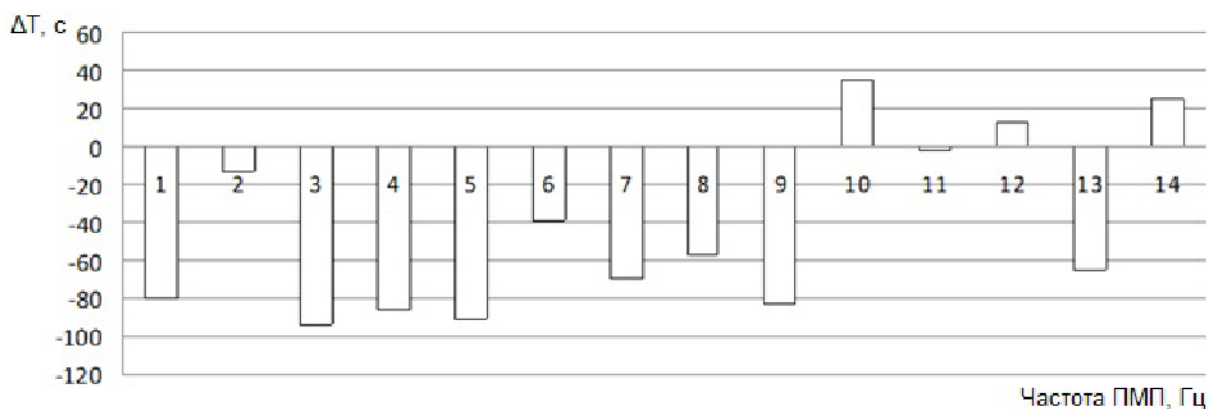


Рисунок 3. Зависимость изменения общего времени реакции БР от частоты ПМП

В третьей главе представлено непосредственно исследование влияния ПМП низкочастотного диапазона на показатель pH растворов пероксида водорода различной концентрации.

Для этого исследования были проведены серии экспериментов на установке, изображённой на рисунке 4.

Было выяснено, что ПМП оказывает влияние на ход протекания автоколебательной реакции БР в целом, однако остается неизученным то, на какой или какие из компонентов этой реакции, помимо воды, ПМП оказывает непосредственное влияние. В связи с этим в качестве объекта исследования был выбран показатель pH растворов перекиси водорода H_2O_2 концентрацией 30%, 3% и 0,3%. Кроме того, данный выбор обусловлен тем, что по уровню pH возможно судить о мере активности ионов водорода в растворе H_2O_2 определенной концентрации, и, соответственно, понять механизм протекания процессов в растворе, подверженном воздействию ПМП определенной частоты.

Исследования проводились в хорошо освещенном помещении при постоянной температуре 23 °C. Кюветы с растворами H_2O_2 концентрацией 30%, 3% и 0,3% и объемом 50 мл каждая поочередно помещались в установку, генерирующую ПМП с индукцией 50 мТл. Намагничивание раствора H_2O_2 отдельно взятой концентрации осуществлялось на частотах 1 –

5 Гц в течение одного часа для каждой частоты. Уровень показателя pH регистрировался с помощью прибора HANNA instruments HI 8314 (погрешность 0,01) посредством электрода, подготовка которого проводилась непосредственно перед экспериментами. Электрод двое суток отмачивался в соляной кислоте HCl с концентрацией 0.1 моль/л, затем сутки – в дистиллированной воде, после чего была проведена его калибровка по двум буферным растворам – PH-07 и PH-04. Во время экспозиции раствора H₂O₂ в ПМПП осуществлялось его постоянное перемешивание посредством магнитной мешалки, что позволило избежать «слипания» ионов на электроде, тем самым повысив точность измерения. Температура внутри источника ПМПП поддерживалась постоянной с помощью вентилятора, питание которого обеспечивалось блоком питания. Показания pH-метра снимались после 1-й минуты, а далее – через каждые 2 минуты экспозиции раствора H₂O₂ определенной концентрации в ПМПП определенной частоты.

Для растворов H₂O₂ с концентрацией 30%, 3% и 0,3% были проведены измерения показателя pH в ПМПП на частотах 1 – 5 Гц для каждого раствора.

В результате измерений значений уровня pH для растворов H₂O₂ концентрацией 30%, 3% и 0,3% на частотах ПМПП от 1 до 5 Гц и дальнейшей обработки результатов в пакете Mathcad были получены временные зависимости показателя pH для каждого из исследуемых растворов в каждой из пяти проведенных серий экспериментов. Было найдено среднее по всем сериям экспериментов значение в каждый момент времени для каждого раствора и частоты ПМПП. Полученные зависимости представлены на рисунках 5 – 7.

Графики на рисунках 8 – 10 отражают зависимость изменения среднего по времени (для пяти серий экспериментов) значения показателя pH растворов H₂O₂ различной концентрации от частоты воздействия ПМПП. Среднее значение было найдено по формуле:

$$\Delta pH = pH_{\text{контроль}} - pH_{\text{опыт}}.$$



Рисунок 4. Экспериментальная установка: 1, 2 – источник ПМП, панель регулировки параметров ПМП; 3 – магнитная мешалка; 4 – штатив для крепления на нем измерительного электрода; 5 – кювета с раствором H_2O_2 и погружённым в неё измерительным электродом; 6 – прибор для регистрации показателя pH; 7 – блок питания pH-метра

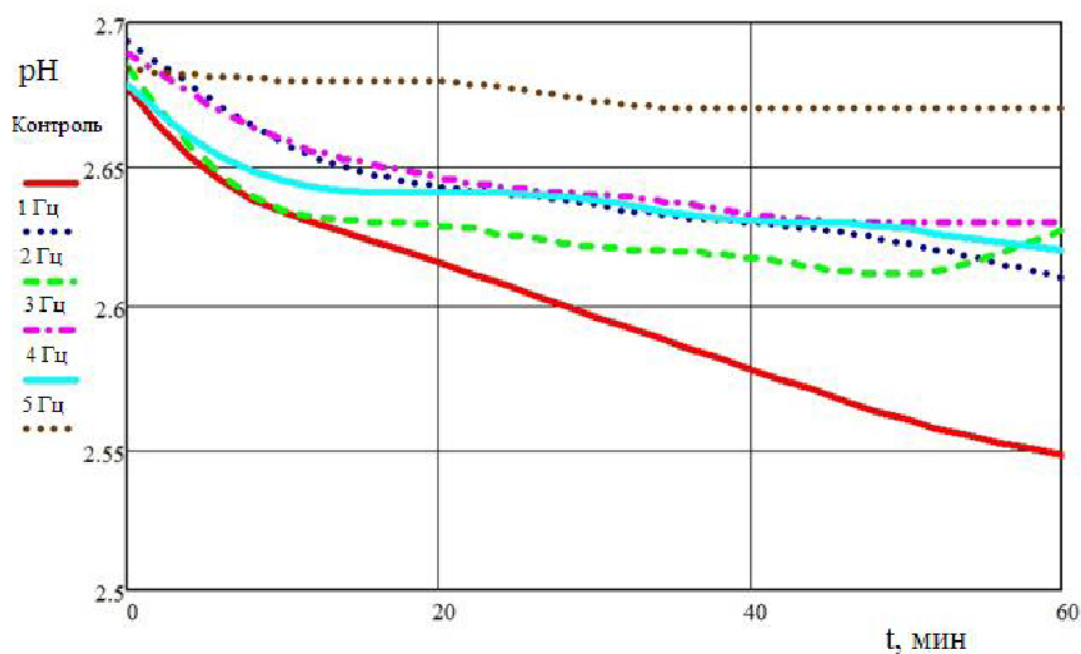


Рисунок 5. Зависимость показателя pH 30%-го раствора H_2O_2 от времени для частот ПМП от 1 до 5 Гц и контрольного образца (кривые разного цвета отражают поведение показателя pH в контроле и на частотах от 1 до 5 Гц (слева сверху вниз – контроль и частоты от 1 до 5 Гц))

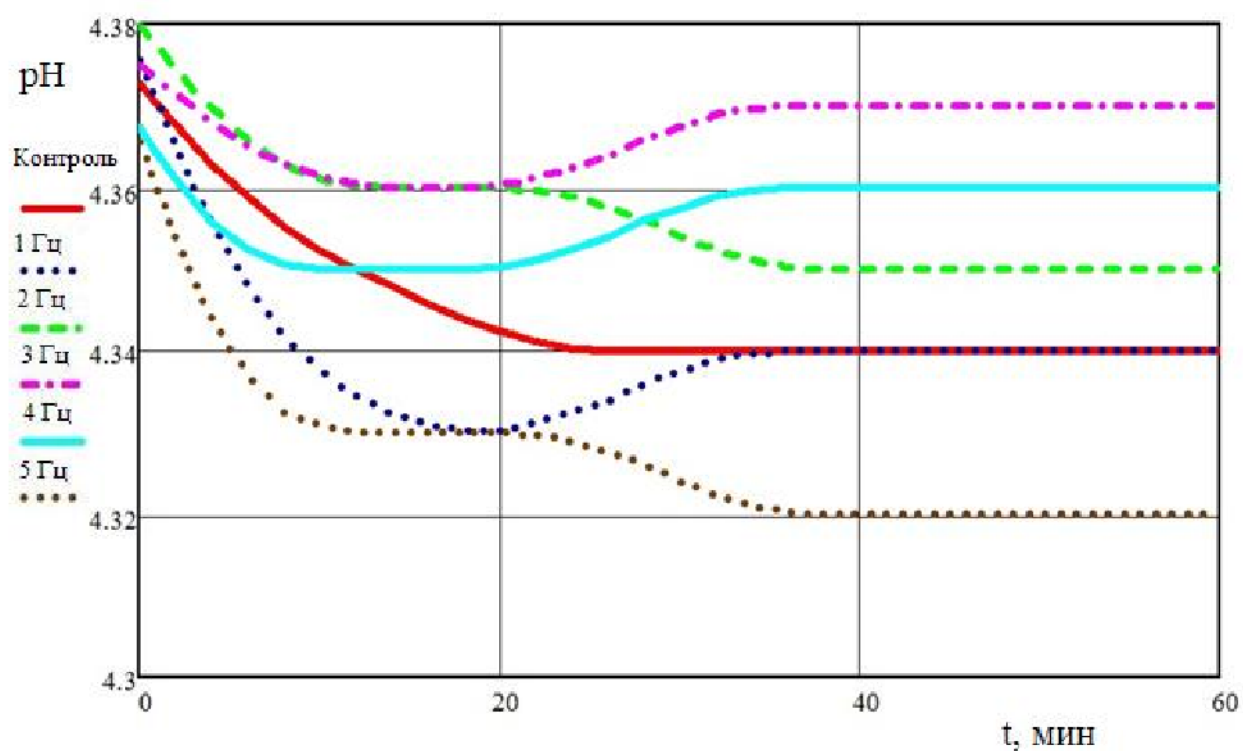


Рисунок 6. Зависимость показателя pH 3%-го раствора H_2O_2 от времени для частот ПМП от 1 до 5 Гц и контрольного образца

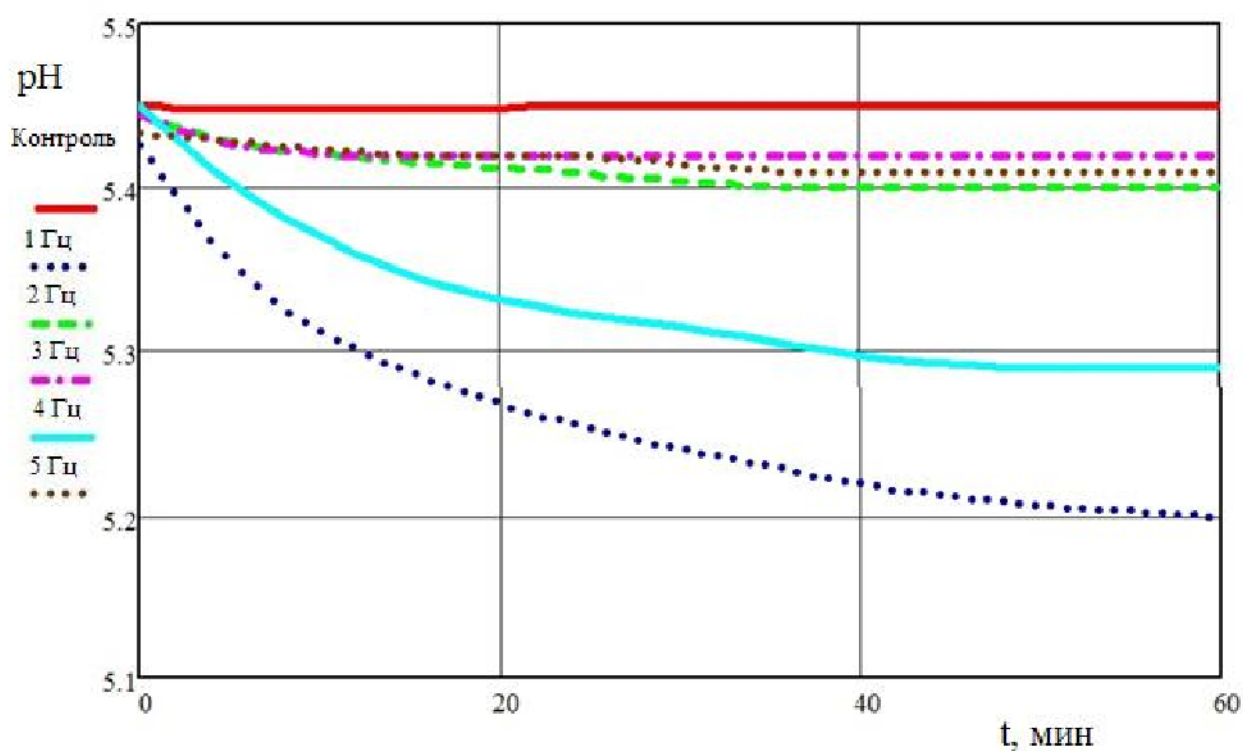


Рисунок 7. Зависимость показателя pH 0,3%-го раствора H_2O_2 от времени для частот ПМП от 1 до 5 Гц и контрольного образца

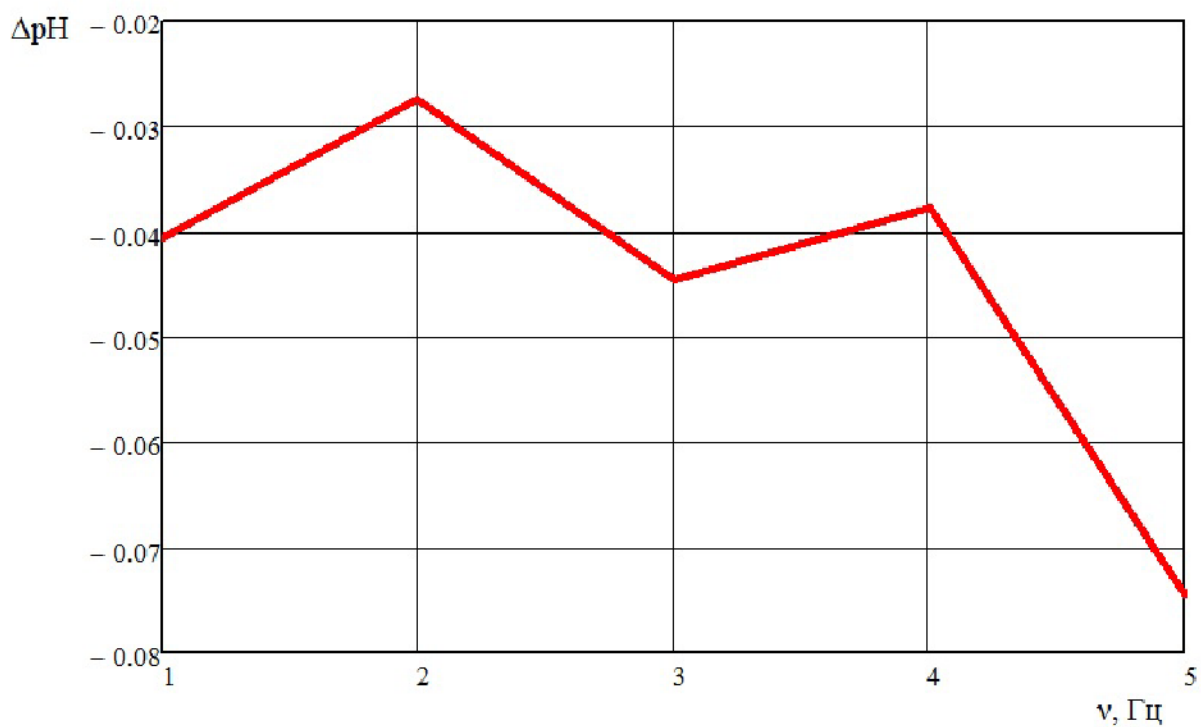


Рисунок 8. Зависимость изменения среднего значения показателя pH 30%-го раствора H_2O_2 от частоты ПМП

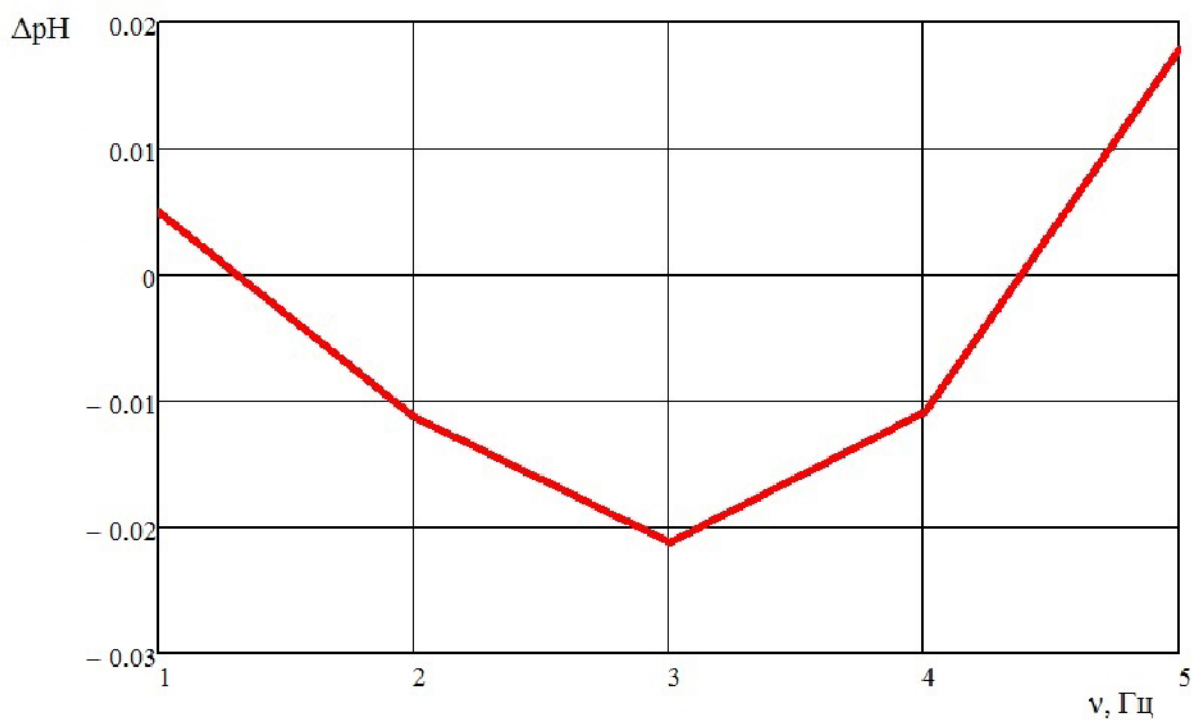


Рисунок 9. Зависимость изменения среднего значения показателя pH 3%-го раствора H_2O_2 от частоты ПМП

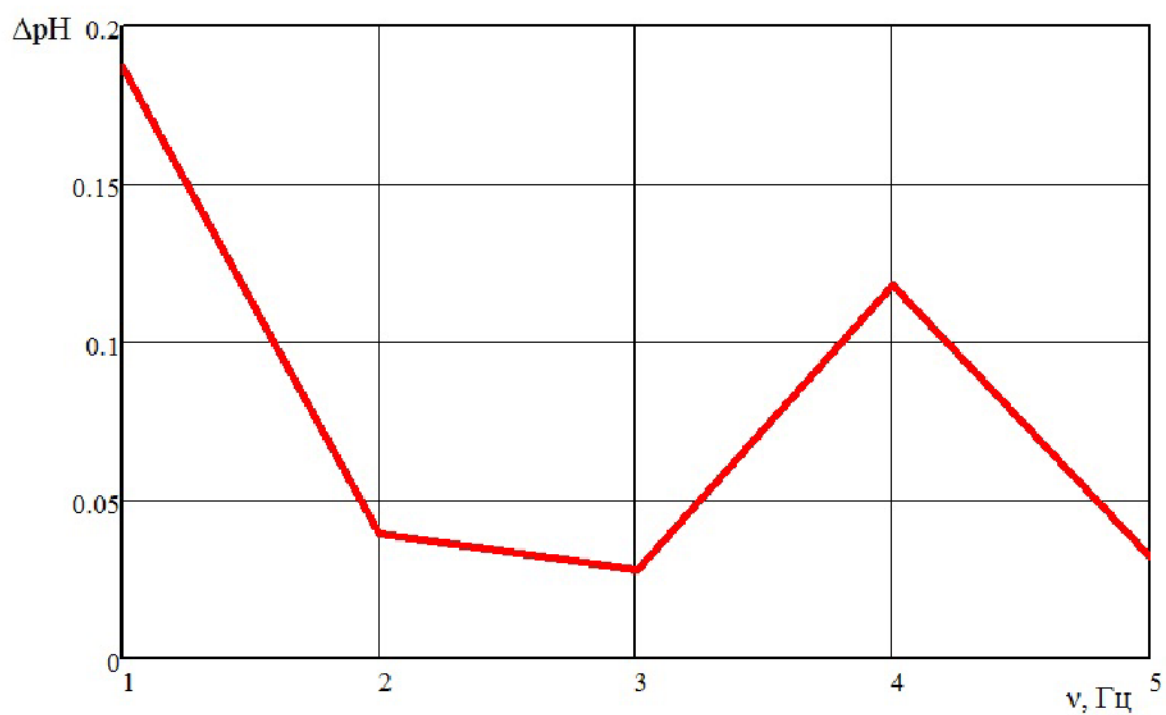


Рисунок 10. Зависимость изменения среднего значения показателя pH 0,3%-го раствора H_2O_2 от частоты ПМП

Заключение

Основной целью дипломного проекта являлось исследование влияния частоты ПМП на показатель pH растворов пероксида водорода различной концентрации.

Перед исследованием был проведен обзор литературы по тематике исследования влияния ПМП на воду и ее физико-химические свойства, а также влияния ПМП на ход протекания реакции Бриггса-Раушера (БР).

В лабораторных условиях была реализована экспериментальная установка для проведения исследования. Было проведено исследование влияния частоты ПМП с индукцией 50 мТл на показатель pH растворов H_2O_2 различной концентрации (30%, 3% и 0,3%). Время экспозиции в ПМП составляло 1 час. Было получено, что ПМП с частотами от 1 до 5 Гц оказывает воздействие на динамику изменения показателя pH по сравнению с контрольным образцом, на который ПМП не действовало. Выяснилось, что по мере снижения концентрации раствора H_2O_2 скорость, с которой ПМП тормозит рост изменения уровня pH, уменьшается, а при предельно низких концентрациях раствора торможение превращается в стимуляцию, что наблюдалось для раствора H_2O_2 концентрацией 0,3%. Это может быть связано с тем, что при уменьшении концентрации раствора H_2O_2 он по своим свойствам приближается к воде (чему помимо этого также способствует сильная неустойчивость растворов H_2O_2 таких концентраций, вследствие чего они разлагаются на воду и кислород), соответственно, ионов свободного водорода, которые появляются в H_2O_2 вследствие его двухступенчатой диссоциации, становится меньше. Так как количество ионов свободного водорода в растворе уменьшается, изначальный уровень pH поднимается, а действие частот ПМП не изменяется.

Кроме того, было выдвинуто предположение, основанное на модели кластерной структуры воды, о причинах возникновения максимумов изменения показателя pH растворов H_2O_2 различной концентрации на

определенных частотах. Частоты, на которых изменение pH растворов H_2O_2 различных концентраций максимально, – это 5 Гц для 30%-го раствора H_2O_2 , 5 Гц для 3%-го раствора H_2O_2 и 1 Гц для 0,3%-го раствора H_2O_2 . Существование таких частот можно объяснить тем, что молекулы воды в составе H_2O_2 , их ассоциаты, в число которых могут входить бабстонные кластеры, непрерывно совершают колебательные движения, которым соответствуют определенные значения энергии этого колебательного движения. При экспозиции растворов H_2O_2 в ПМП возможна такая ситуация, при которой будет наблюдаться резонанс с группой молекул, вследствие чего произойдет поглощение квантов энергии, способных деформировать связи, изменять структурную характеристику системы, что и будет отражаться в динамике изменения уровня pH растворов H_2O_2 .

Полученные результаты приближают нас к пониманию того, как ведет себя биологическая система, подвергшаяся воздействию ПМП, а также открывают двери для дальнейших исследований в этом направлении.