



Становление и развитие современного технического прогресса в большинстве его направлений связано с генерацией и применением электромагнитных полей. Целенаправленное использование электромагнитной энергии в разнообразных областях человеческой деятельности привело к тому, что к существующему естественному геомагнитному фону: электрическому и магнитному, добавилось электромагнитное поле искусственного происхождения. Общая мощность источников полей неукротимо возрастает, а влияния электромагнитного излучения становятся обширнее, вследствие чего, как люди, так и любые биологические объекты, а также экосистема в целом, претерпевают воздействие электромагнитных сигналов с увеличивающейся интенсивностью и не встречающимися ранее характеристиками. Воздействия ЭМИ различного диапазона частот вполне можно обозначить как электромагнитное загрязнение среды, исследование влияния которого на биологические объекты и физические среды невозможно без точного определения наличия и конфигурации магнитного поля, то есть необходима визуализация электромагнитного излучения.

Целью работы являлось исследование возможности визуализации электромагнитного излучения сверхвысокочастотного диапазона, а также расширение аппаратных возможностей детектирования электромагнитного излучения и возможности создания приборов нового типа – радиовизоров.

Наблюдения, сделанные в настоящее время, показывают, что биологические воздействия электромагнитного излучения зависят от параметров воздействующих полей. Одним из наиболее важных определяющих параметров является интенсивность излучения. Величина интенсивности определяет характер биологического воздействия, который может быть тепловым или нетепловым. Тепловое воздействие электромагнитного поля обусловлено поглощением энергии поля тканями тела человека. Поскольку, в переменных полях электрические свойства живых тканей зависят от частоты,

то с ее ростом они теряют свойства диэлектриков и приобретают свойства проводников.

Электромагнитное поле оказывает сильное влияние на генофонд и здоровье человека. Электромагнитные волны способны вызывать движение элементарных частиц: электронов, ионов, протонов и молекул.

Необходимость точно определить наличие и конфигурацию магнитного поля- задача, решением которой занимаются многие научные и исследовательские институты. Решением этой задачи является визуализация электромагнитного излучения. Методов визуализации магнитных полей существует не много. Исходя из этого, был предложен следующий.

Для проведения эксперимента по возможности визуализации электромагнитного поля СВЧ- диапазона были использованы генератор сигналов Г4-142, раствор хлорофиллипта на масляной основе, деионизованная вода, полипропиленовая кювета.

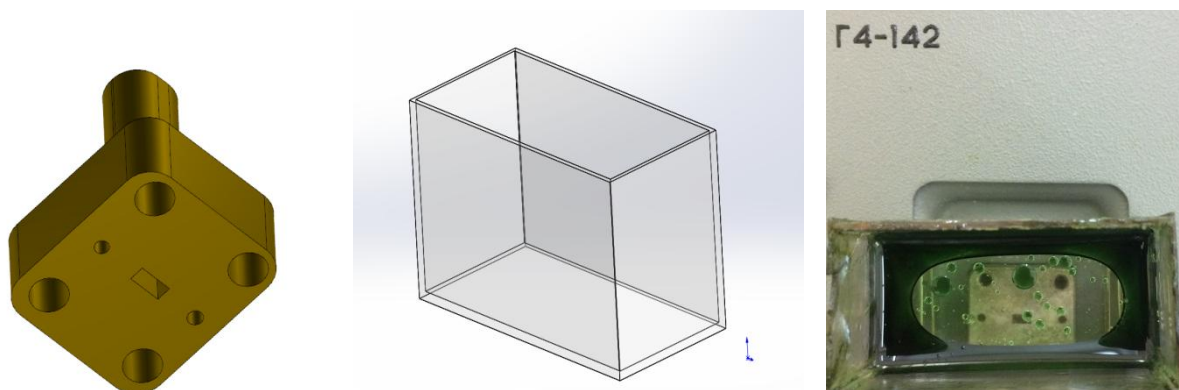


Рисунок 1. Используемые материалы

Облучение выполнялось при помощи генератора Г4-142 у фланца волновода на частоте 45 ГГц, уровень мощности изменялся от 0 до максимальной  $4 \cdot 10^{-3}$  Вт при помощи аттенюатора.

При облучении раствора хлорофиллипта сверхвысокочастотным излучением с различным уровнем выходного сигнала при постоянной частоте (45 ГГц) было обнаружено, что раствор изменяет свои свойства, а именно наблюдался рост его сопротивления, причем это увеличение пропорционально росту уровня выходного сигнала, а также раствор изменял

положение в пространстве кюветы, в которой находится.



Рисунок 2. Замер сопротивления при облучении раствора хлорофиллипта СВЧ- излучением частотой 45 ГГц

Время, мин	Сопротивление (при 0 дБ), ом	Сопротивл ение (при 3 дБ), Ом	Сопротив ление (при 5 дБ), Ом	Сопротив ление (при 7 дБ), Ом	Сопротивле ние (при 10 дБ), ом
0	8,1	8,2	7,7	8	7,9
5	9,2	8,1	8,07	11,2	12,5
10	10,4	10,2	10,31	19,8	21,7
15	11,7	11,9	12,61	28,7	33,2
20	12,4	13,1	14,02	39	40,9
25	13	14	14,93	44,8	49,5
30	13,4	13,7	15,68	47,6	53,4

Таблица 1. Результаты измерений

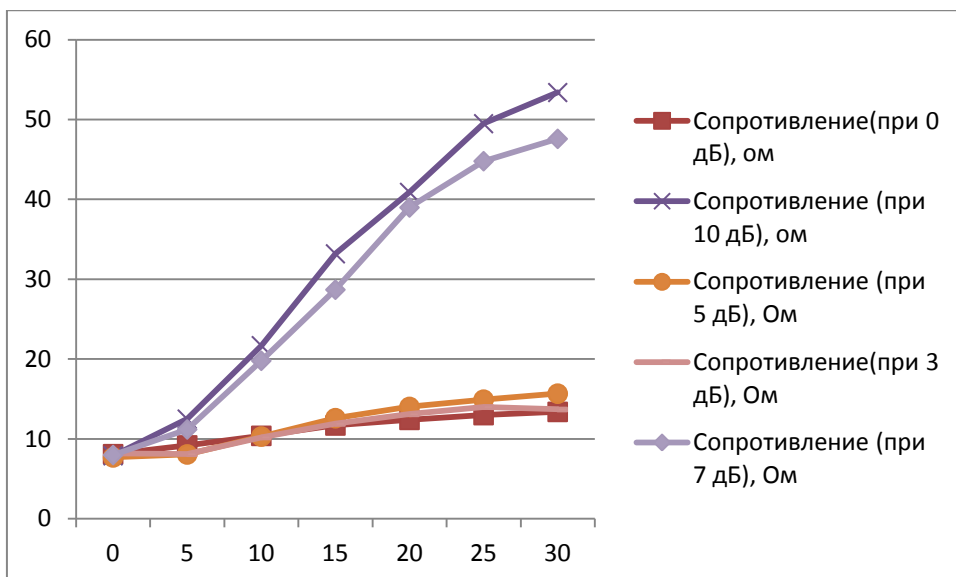


Рисунок 3. Результаты измерений

Нестабильное поведение раствора в кювете послужило началом к исследованию поведения раствора при облучении его излучением, с различной частотой и различным уровнем мощности, т. е. разными типами волн.

Тип волны может быть изменен путем помещения в волновод, из которого распространяется излучение на исследуемый раствор, небольшого количества диэлектрического материала, продольный размер которого мал. Введение такого диэлектрика может приводить к искажению первоначально возбуждаемого поля волны основного типа, связанного с возникновением высших типов волн, которые при определенных размерах диэлектрика могут быть распространяющимися на участке волновода с диэлектрическим заполнением. Следствием этого является появление резонансов в зависимости затухания волны в волноводе, при перемещении тонкого диэлектрического образца, расположенного в плоскости волновода, от одной узкой стенки к другой. Теоретический анализ зависимости характеристик волны от параметров диэлектрика и степени заполнения им волновода, проводится, используя метод проекционного сшивания.

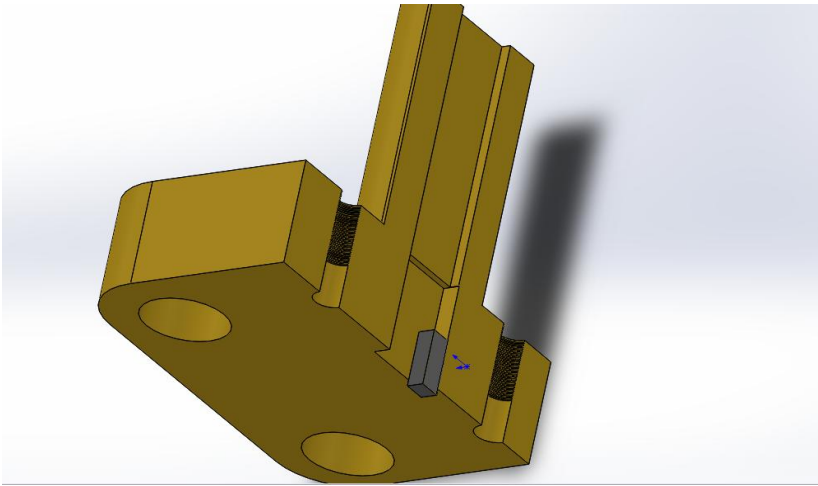


Рисунок 4 Расположение диэлектрика в волноводе

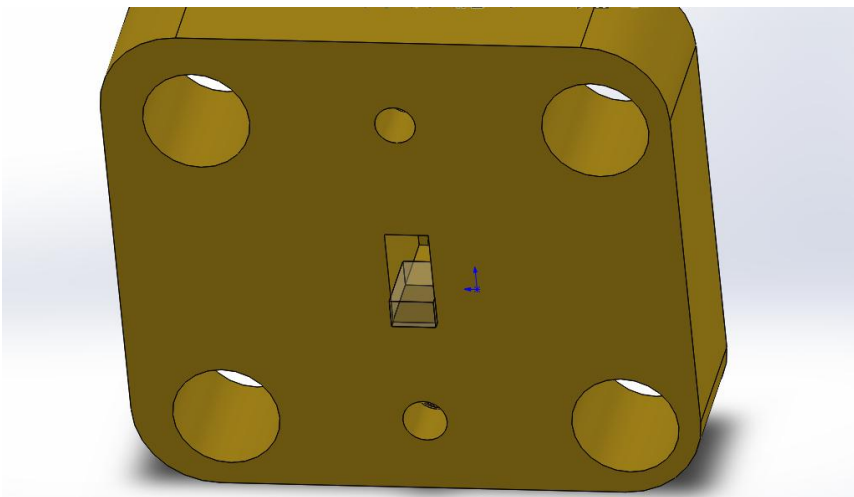


Рисунок 5 Расположение диэлектрика в волноводе

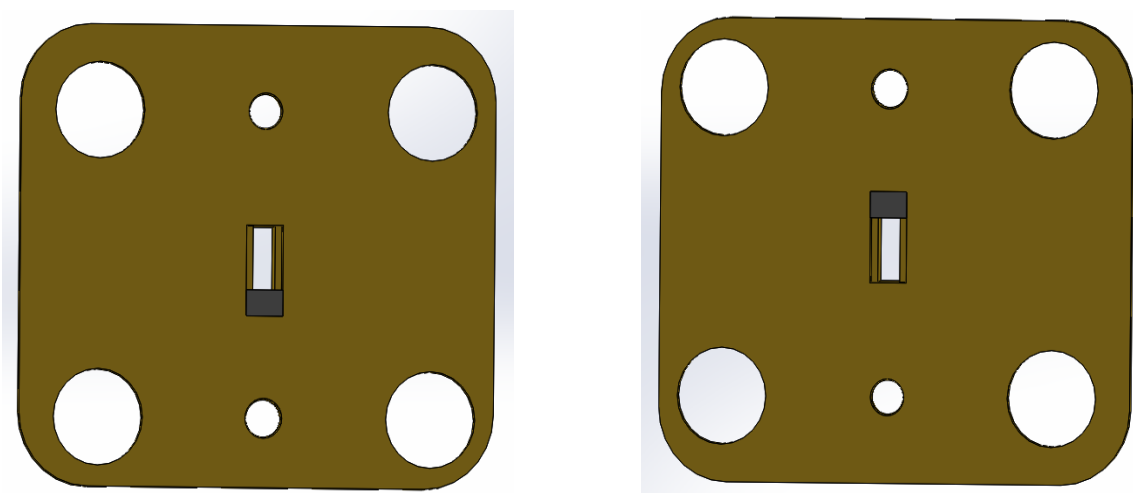


Рисунок 6 Расположение диэлектрика в волноводе

## Результаты эксперимента

Продолжительность составляла 20 минут, расположение генератора по отношению к кювете вертикальное. С первых минут облучения в растворе наблюдались изменения, приведенные на рисунке 7.

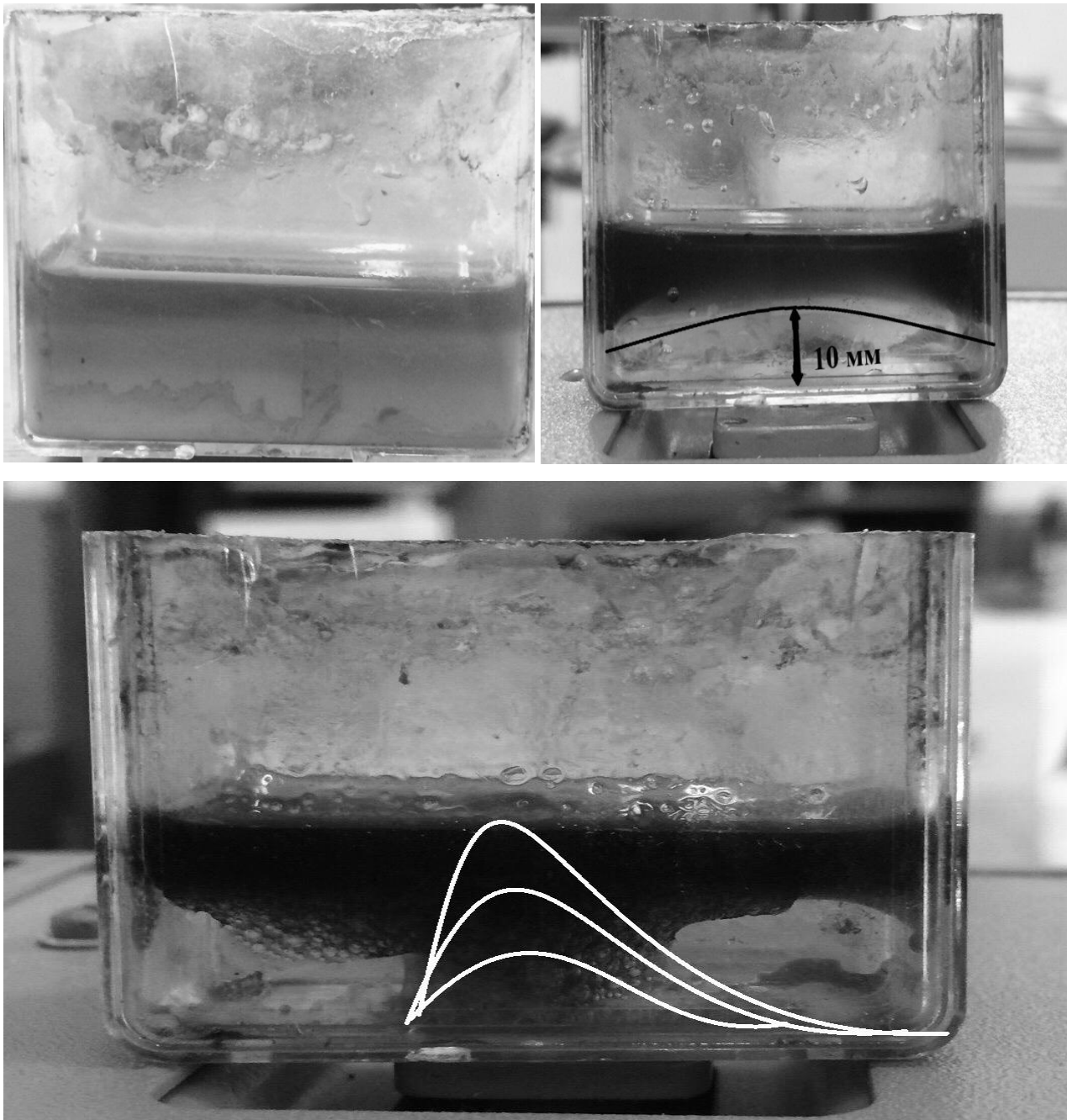


Рисунок 7. Изменения в растворе в ходе облучения.

При этом, на дне кюветы образовывался осадок, в виде капли, размер которой напрямую зависел от уровня мощности выходного сигнала

При горизонтальном облучении раствора, на дне образовывался осадок, имеющий форму симметричной параболы.

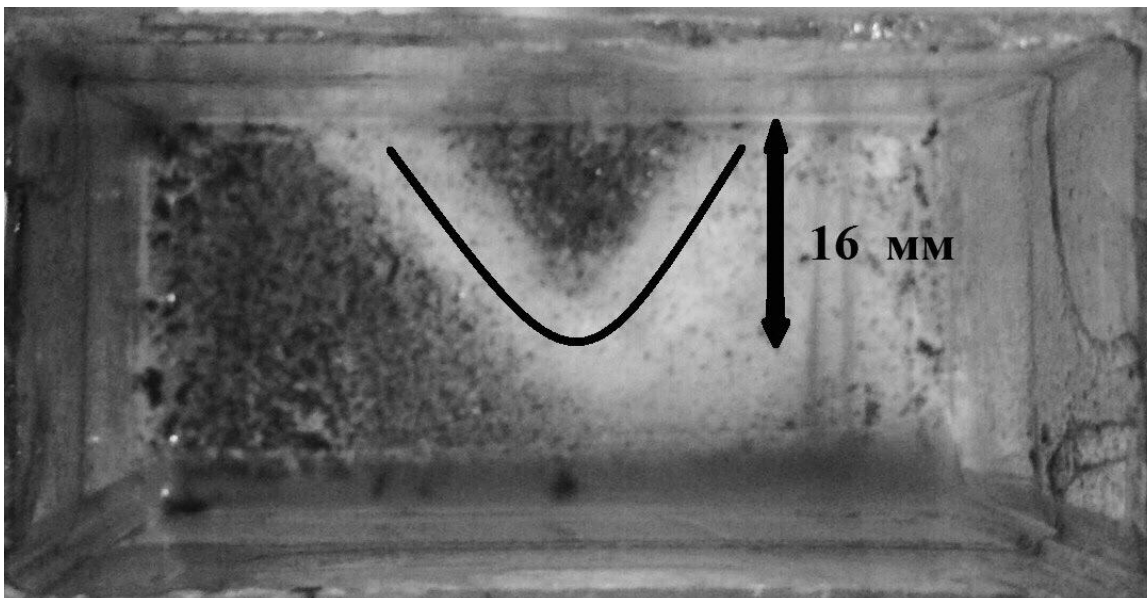


Рисунок 8. Осадок на дне кюветы при облучении

Размер осадка, как и в случае облучения при вертикальном расположении волновода, относительно кюветы зависел от уровня мощности выходного сигнала.

Таким образом, все зарегистрированные изменения в растворе, а также образование осадка в действительности свидетельствуют о распределении электромагнитного поля типа Н10, т. е. проведенный эксперимент может использоваться для детектирования наличия излучения с определением типа распространяющейся в пространстве волны, что в дальнейшем поможет точнее изучить ее влияние на физические и биологические среды, в том числе влияние на человека.

Эксперимент по облучению раствора хлорофиллипта СВЧ- излучением с изменяемым типом волны (путем помещения диэлектрика в волновод) был смоделирован в программном комплексе систем автоматического проектирования SolidWorks: спроектирована 3D-модель волновода, распространение электромагнитной волны по нему.



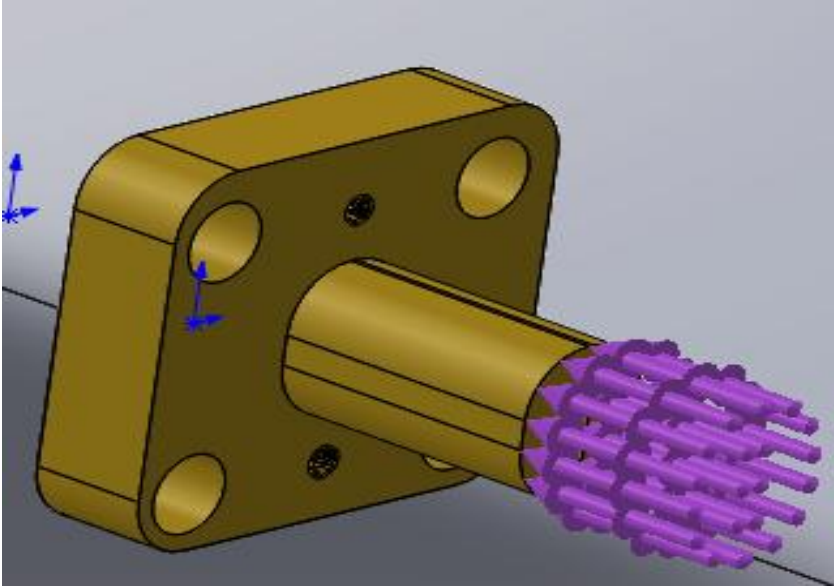


Рисунок 9. Направление ЭМИ от генератора по волноводу

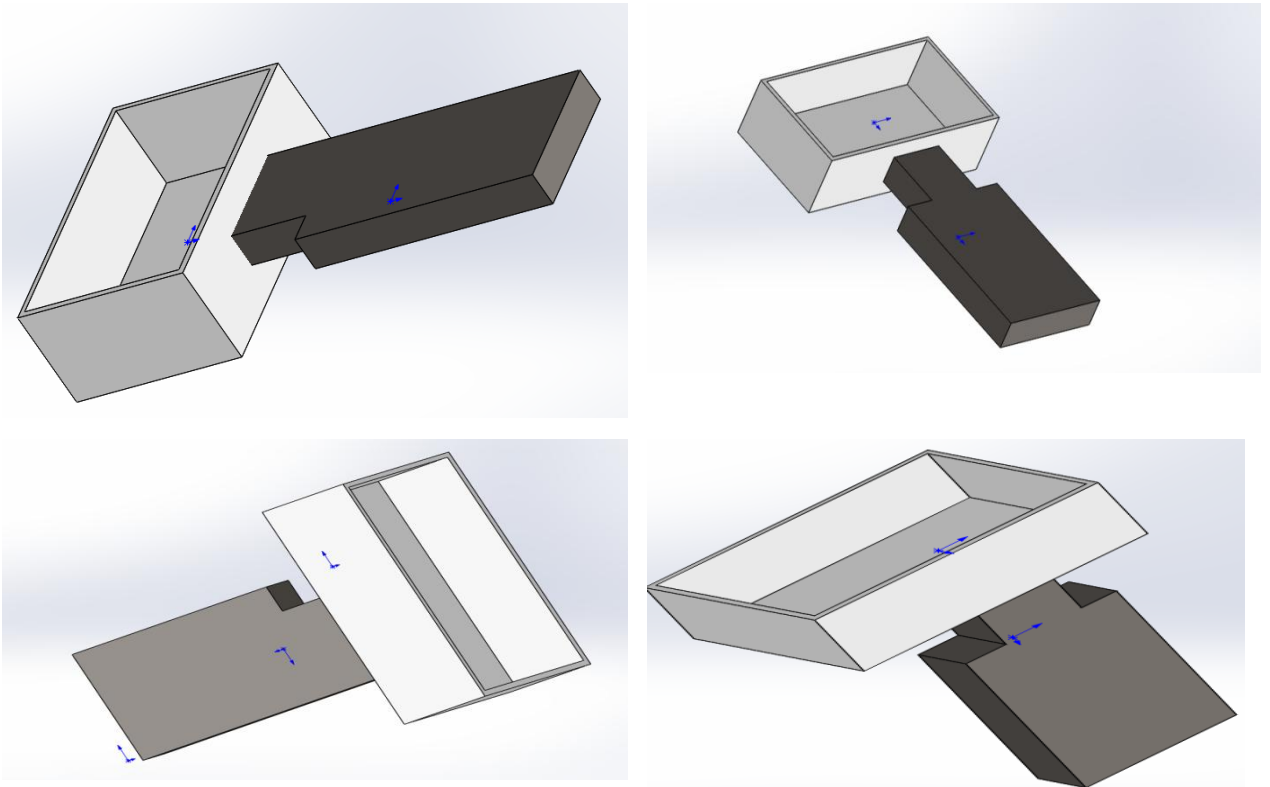


Рисунок 10. Расположение фланца волновода с диэлектриком относительно кюветы

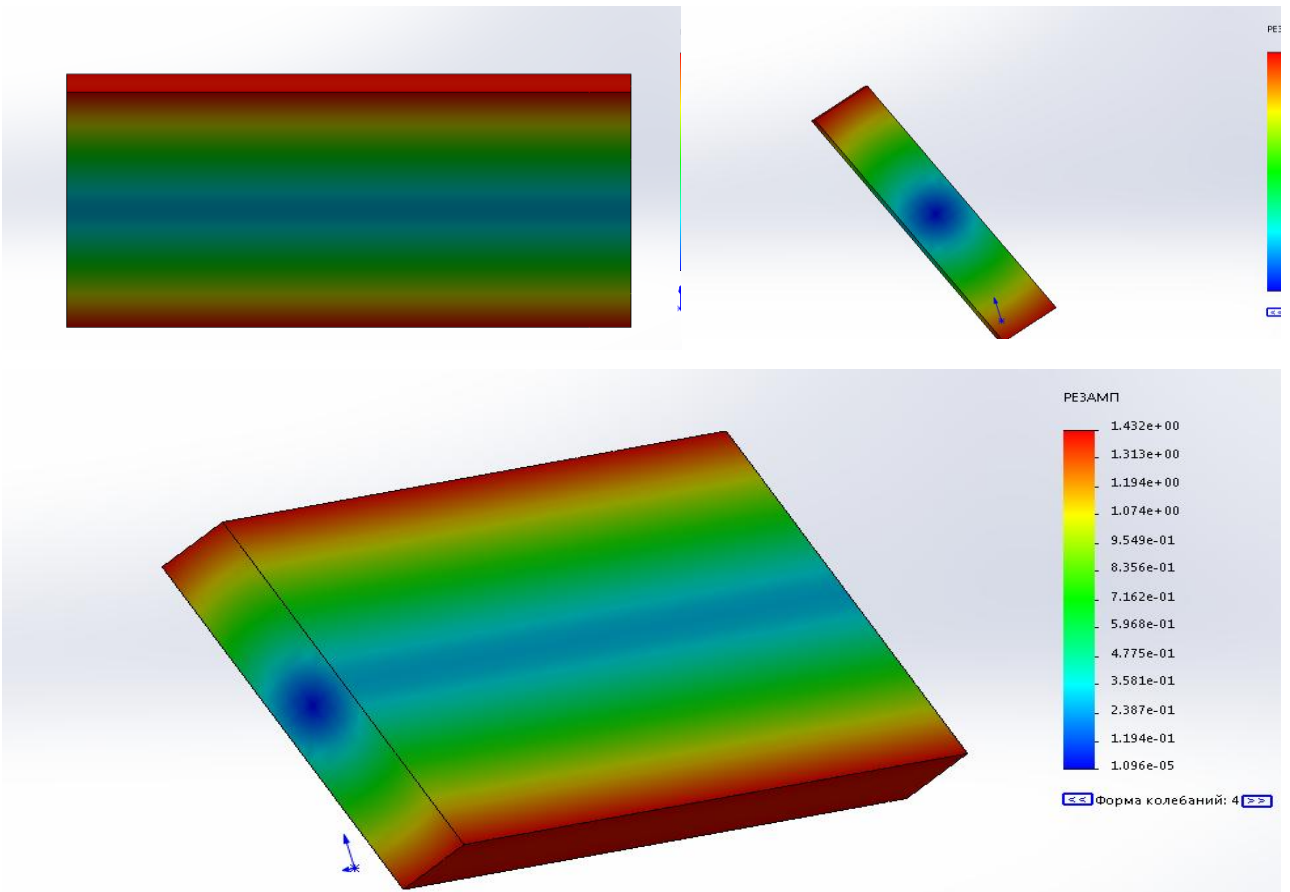


Рисунок 11. Распространение ЭМИ СВЧ-диапазона в волноводе без диэлектрика

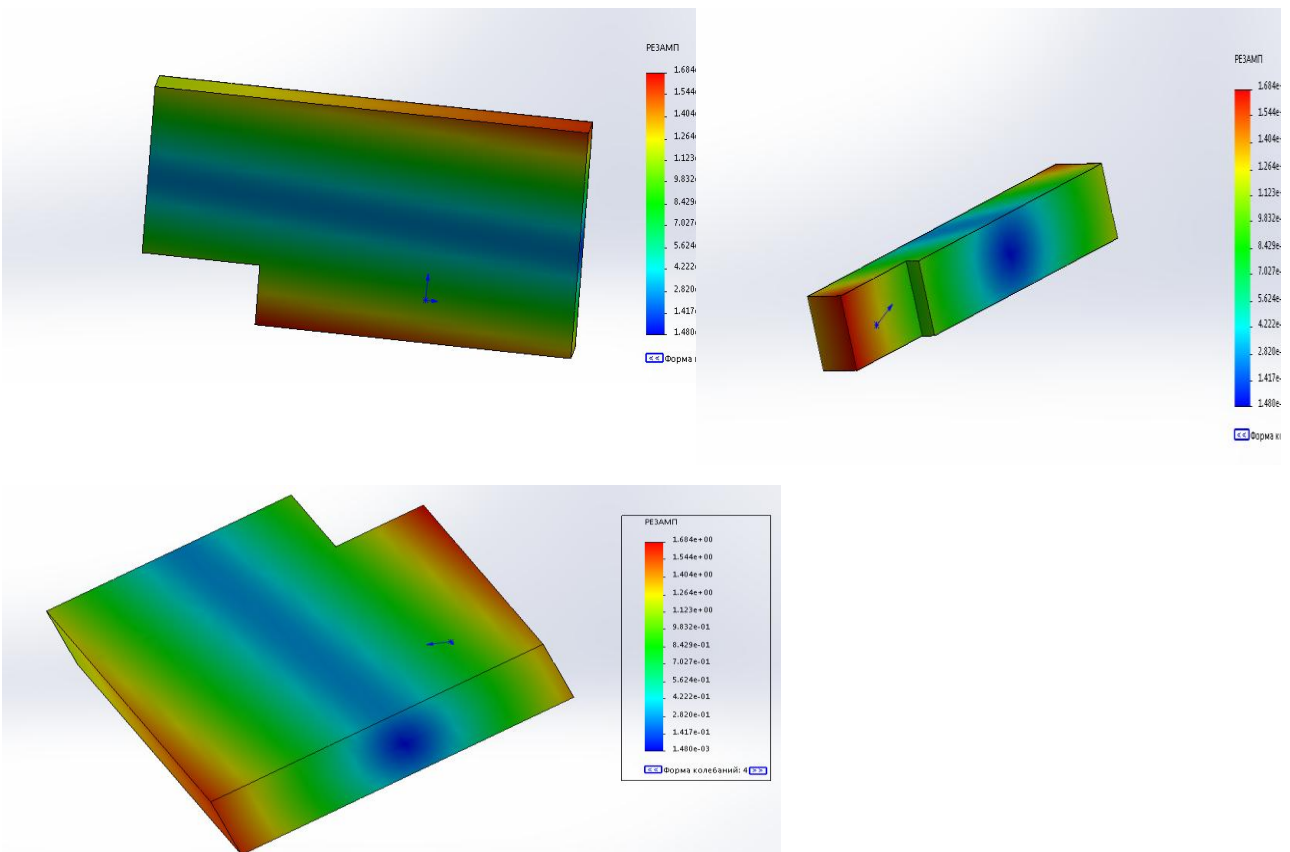


Рисунок 12. Распространение ЭМИ СВЧ-диапазона в волноводе частично заполненном диэлектриком с одной стороны волновода

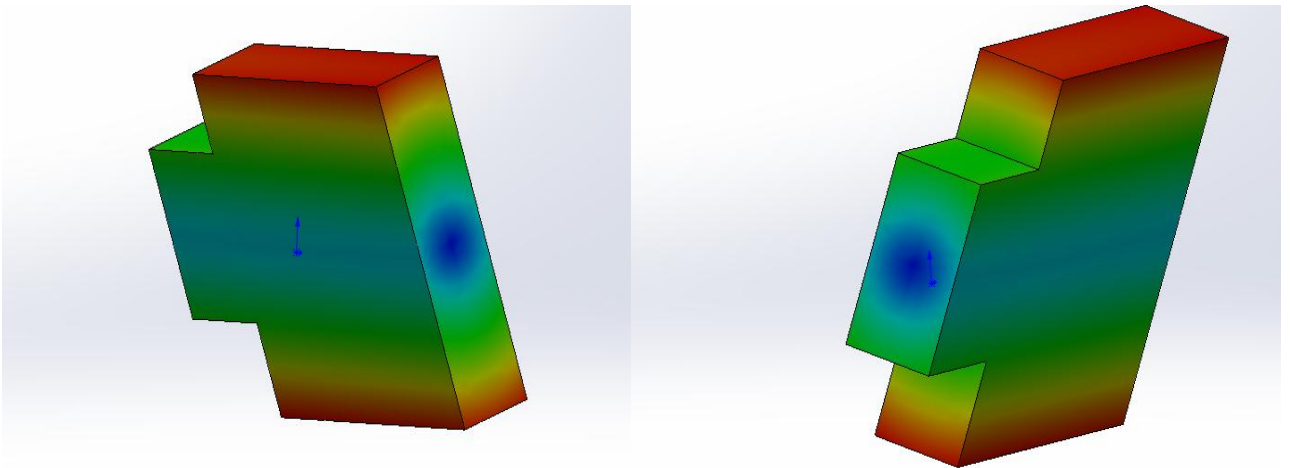


Рисунок 13. Распространение ЭМИ СВЧ-диапазона в волноводе частично заполненным диэлектриком с двух сторон волновода

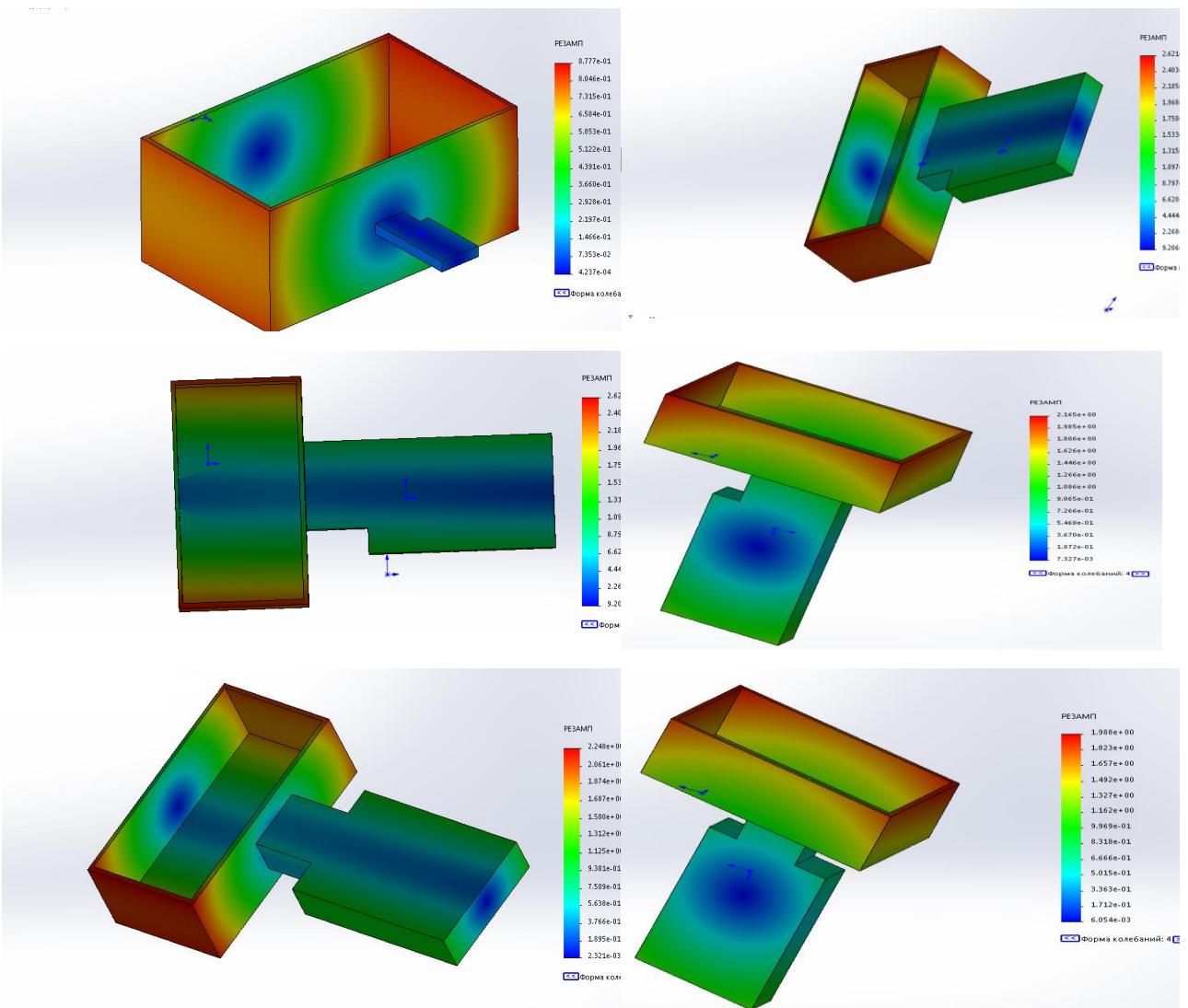


Рисунок 14. Распространение ЭМИ СВЧ-диапазона в кювете

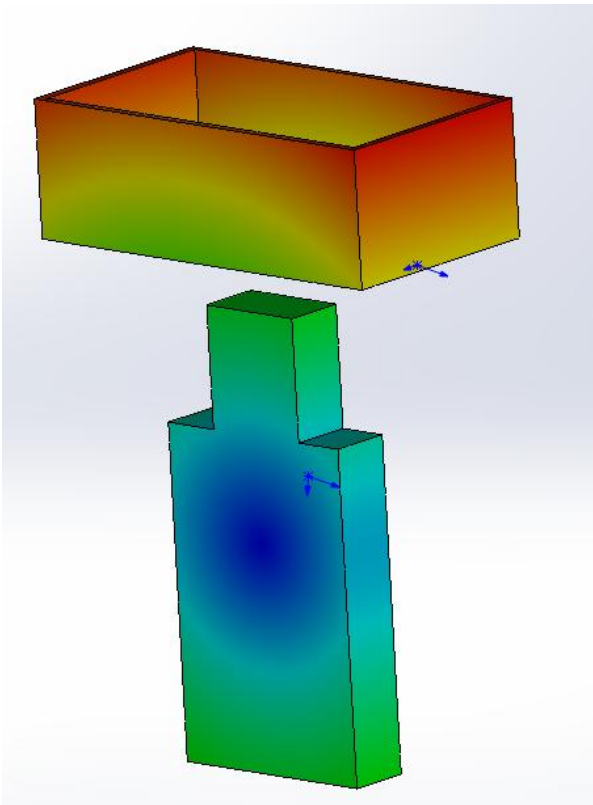


Рисунок 15. Распределение ЭМИ СВЧ- диапазона в кювете, расположенной на расстоянии от волновода

В данной работе были подробно рассмотрены различные механизмы воздействия сверхвысокочастотного излучения различного диапазона на некоторые биологические объекты, в том числе, воздействия на человека. На практике было проведено исследование воздействия сверхвысокочастотного излучения на раствор хлорофиллипта, а также изучена возможность визуального обнаружения электромагнитного поля сверхвысокочастотного диапазона при помощи раствора хлорофиллипта. Предложена установка, а также метод для детектирования электромагнитного излучения сверхвысокочастотного диапазона с определением типа распространяющихся в пространстве волн. Это способствует расширению аппаратных возможностей детектирования электромагнитного излучения, а именно, произведенные исследования будут положены в основу разработки специальных приборов, позволяющих определить распределение магнитных полей в пространстве. Которые в дальнейшем могут быть использованы в рамках социально ориентированного электромагнитного мониторинга, а

именно поможет точнее изучить влияние сверхвысокочастотных полей на физические и биологические среды, в том числе на человека. Получаемые при этом результаты являются наглядными и понятными для неподготовленных пользователей.

1. Маслов М.Ю., Сподобаев М.Ю., Сподобаев Ю.М. Электромагнитный мониторинг мегаполиса. Труды научно-исследовательского института радио. — 2013. — № 4. — С. 5—7.
2. Маслов М.Ю., Сподобаев М.Ю., Сподобаев Ю.М. Современные проблемы электромагнитной экологии. Электросвязь. — 2014. — № 10. — С. 39—42.
3. Бецкий О.В., Голант М.Б., Девятков Н.Д. СВЧ- волны в биологии. – М.: Знание, 1988. – 64 с.
4. Трубецков Д. И., Храмов А. Е. Лекции по сверхвысокочастотной электронике для физиков. В 2-х томах. 2003-2004 г. С. 496-648.
5. А.Ф. Харвей. Техника сверхвысоких частот. В 2-х томах. 1965 г. С. 59-63.
- 6.
7. Гвоздовер С. Д. Теория электронных приборов сверхвысоких частот. М., Гостехиздат, 1956. С 98-100.
8. Д.А. Усанов, С.С. Горбатов, В.Е. Орлов, С.Б. Вениг Резонансы в полубесконечном волноводе с диафрагмой, связанные с возбуждением волн высших типов // Письма в ЖТФ, 2000, том 26, вып. 18. С47-53.