**1 слайд**

Добрый день, меня зовут Науменко Данила, я студент 4го курса МФТИ. Я рад приветствовать всех, кто собрался в этом зале. Сегодня я хотел бы представить вам работу на тему «Оптимизация конструкции ультрафиолетовых облучателей открытого типа».

**2 слайд**

1) Одно из важных применений ультрафиолетового излучения в наше время – обработка помещений и различных поверхностей в общественных местах с целью предотвращения распространения заболеваний, ведь ультрафиолет губительным образом влияет на микроорганизмы.

2) Для гарантированного нанесения микроорганизмам ущерба, несовместимого с размножением, необходимо набрать некоторую дозу, определённую санитарным стандартом. Доза, в свою очередь, равна облучённости умноженной на время работы.

3) Вследствие наличия конструктивных особенностей облучателя, облучённость может распределяться по поверхностям неравномерно: например, в некоторых точках пространства вертикальные силовые элементы могут частично или полностью перекрывать часть ламп, иначе говоря, происходит затенение.

4) В практике для упрощения расчётов времени обработки УФ-излучением считают, что оно исходит с одинаковой интенсивностью по всем направлениям, но мощность умножают на поправочный коэффициент 0.4, согласно руководству «Использование ультрафиолетового бактерицидного излучения для обеззараживания воздуха в помещениях», утверждённому 4 марта 2004 года. Такое решение далеко не всегда соответствует реальности – встречаются излучатели как превышающие, так и не достигающие этого значения.

**3 слайд**

В международном научном пространстве можно встретить примеры решений задачи равномерного распределения ультрафиолетового излучения в обрабатываемом пространстве, что свидетельствует о её актуальности на сегодня.

**4 слайд**

В рамках работы мы поставили перед собой цель: оптимизировать конструкции открытых облучателей с помощью компьютерного моделирования и проверить результаты экспериментально.

Для достижения этой цели необходимо решить две следующие задачи:

1. Составить расчётную модель и верифицировать её путём сравнения результатов работы модели и экспериментальных данных.
2. На основе результатов компьютерного моделирования выбрать оптимальные компоновки излучателей с параметром оптимизации в виде отношения минимальной облучённости к максимально возможной – коэффициента использования бактерицидного потока.

**5 слайд**

На слайде можно видеть схему экспериментальной установки. В неё входит модульная система для крепления ламп и датчик-радиометр производства компании International Light Tech модель ILT5000. Платформа позволяет моделировать излучатели с различным количеством и расположением ламп. Верхняя часть стенда с лампами и всем электрооборудованием имеет возможность свободно вращаться вокруг своей оси на подшипнике. Съём данных, то есть измерение облучённости, производился радиометром с расстояния 3 метра от центра стенда с солнечно-слепым датчиком.

**6 слайд**

На слайде можно видеть примеры измерения распределения облучённости от 6-ламповой установки (слева) и от 8-ламповой установки (справа).

Из диаграмм видно, что распределение облучённости неравномерное, в случае с 6-ламповой установкой, максимальное значение интенсивности превышает минимальное более чем в два раза. С точки зрения обработки поверхностей, наиболее важными точками являются минимумы, так как нам необходимо гарантировать набор дозы в данных направлениях. Отношение минимума к расчётному значению в 8-ламповой установке даже без попыток оптимизировать составляет 0.5, в отличие от коэффициента 0.4 в руководстве. Это означает, что поверхность фактически получает на 20% большую дозу, чем необходимо. То есть, время обработки уже сейчас можно сокращать на 20%.

Также из диаграмм видно, что количество провалов не согласуется с количеством вертикальных силовых элементов. (Щёлкнуть ещё раз) И присутствуют зоны, где снижение облучённости нельзя объяснить затенением ламп силовыми элементами.

Это означает, что лампы являются не только источниками, но и поглотителями излучения. Поэтому для расчёта необходимо учитывать, что лампа имеет конечные геометрические размеры.

**7 слайд**

Нами было решено учитывать конечные геометрические размеры лампы следующим образом:

1. В горизонтальном сечении лампы и основные элементы конструкции представляют из себя окружности, которые, в свою очередь, могут быть замещены 5ю опорными точками, как показано на рисунке. (Щёлкнуть)  
   Центральная точка соответствует геометрическому центу, а точки на периферии расположены на расстоянии, равном радиусу лампы.
2. Каждая точка является источником света со своей мощностью. Распределение облучённости, приходящей от каждого слоя лампы в выделенном направлении, исследовалось в отдельном эксперименте. В результате на точки периферии необходимо отдать по 15% мощности, а центральной – оставшиеся 40%, чтобы распределение облучённости модели лампы наилучшим образом совпадало с реальным объектом.
3. Свет, исходящий от одной лампы частично поглощается другими лампами, находящимися в системе. Коэффициент поглощения лампы был измерен отдельно и составил 85%.

**8 слайд**

Для верификации расчётной модели взяты компоновки с 3 и 6 лампами, чтобы охватить некоторые реально существующие облучатели.

**9 слайд**

На рисунках в левой части экрана изображены различные варианты компоновок. Изначально во всех компоновках лампы располагаются на расстоянии 10,5см от центра, как в одной из популярных моделей облучателей, представленных на рынке. В различных этапах эксперимента лампы раздвигались наружу или наоборот, сдвигались внутрь – таким образом осуществлялся поиск оптимального радиуса расположения ламп. В компоновке с 6 лампами, операции по передвижению производились над парами ламп.

**10 слайд**

На экране можно наблюдать примеры результатов измерения (слева) и расчёта (справа) распределения облучённости для конкретной компоновки. Для более наглядного сравнения можно совместить расчётный график и экспериментальный (Щёлкнуть). Как видно из совмещённого изображения, характер распределения интенсивности в цифровой модели и реальном объекте совпадают, об этом свидетельствуют характерные провалы и пики облучённости.

Наибольший интерес для нас представляют минимальные значения, так как именно из-за этих точек приходится увеличивать время работы облучателя. (Щёлкнуть) По определению, коэффициент использования бактерицидного потока – это отношение минимальной облучённости к максимальной, полученной от облучателя. Поэтому далее будут приведены коэффициенты использования, нормированные на 0.4 из руководства.

**11 слайд**

На данном слайде можно наблюдать, каким образом изменялось коэффициент использования бактерицидного потока для 3х и 6и ламповых установок. Видно, что значения, рассчитанные по нашей модели, коррелируют с полученными на практике. Как показывают и практика, и расчёты, для 3-ламповой установки есть возможность повысить эффективность почти на 40%, то есть, на 40% сократить энергозатраты на работу излучателя. В случае 6-ламповой компоновки эффективность использования излучения можно повысить на 25%.

**12 слайд**

Перейдём к выводам

**13 слайд**

Сам собой напрашивается вывод о том, что принятые к использованию на сегодня модели излучателей далеки от оптимальных показателей распределения интенсивности УФИ. Но наиболее важный вывод в том, что разработанная в данной работе модель позволяет с высоким коэффициентом корреляции рассчитывать распределение облучённости в конкретном облучателе и прогнозировать зависимость эффективности использования излучения от расположения ламп.

Главным новшеством во введённой модели является возможность не только номинально рассчитать углы, где затенение имеет место, но и показать, какая доля излучения будет получена на различных угловых направлениях от установки.

**14 слайд**

Благодарю за ваше внимание и буду рад ответить на ваши вопросы.