

Ультрафиолетовое бактерицидное излучение: возможный метод дезинфекции для повторного использования респираторов во время пандемии COVID-19

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0190962220305089?via%3Dihub>

Краткое содержание

Возможность дезинфицировать и повторно использовать одноразовую маску-респиратор N95 крайне необходима во время нынешней пандемии COVID-19, поскольку число поставок в больницы по всей территории Соединенных Штатов и в других странах уменьшается. Ультрафиолетовое бактерицидное излучение является одним из возможных методов дезинфекции респираторов для повторного использования истощающихся запасов. Дерматологические кабинеты часто используют узкополосный ультрафиолет В для лечения кожных заболеваний. При необходимости, рекомендуется использовать устройства для фототерапии в качестве инструмента для бактерицидной дезинфекции ультрафиолетом С (УФС).

Ультрафиолетовое бактерицидное излучение – это метод дезинфекции, который использует УФ-излучение для инактивации микроорганизмов, вызывая повреждение дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК) и предотвращая репликацию. Предыдущие исследования показали, что УФС может инактивировать коронавирусы, включая SARS-CoV и БВРС.¹ Одно из исследований респираторов, на которых имелись признаки вируса H1N1 А, показало значительное снижение ($\geq 3 \log$) живых вирусов гриппа, занесенных искусственно, после обработки в течение 60-70 секунд при облучении 17 мВт/см^2 , в результате чего мощность УФ-излучения составила $\sim 1 \text{ Дж/см}^2$, измеренная при 254 нм.² Эффективность этой мощности была проверена в дополнительных исследованиях, в ходе которых выяснилось, что более высокая мощность (до 2 Дж/см^2) дает меньший результат, чем 1 Дж/см^2 .^{3,4} Рекомендуется обрабатывать использованные маски, не имеющие явных признаков загрязнения, до снижения загрязнения $3 \log$, которое является достаточно безопасным для повторного использования.⁵

Важно отметить, что время облучения 1 Дж/см^2 зависит от интенсивности облучения, следовательно, оно может меняться в зависимости от возможностей устройства. В разработанном прототипе (рис. 1) эта мощность может быть достигнута за 1 мин 40 сек при облучении 10 мВт/см^2 . Расстояние от лампы до верхней части стола на рис. 1 составляет примерно 14 см.

Однако ультрафиолетовое излучение разрушает полимеры, в результате чего воздействие ультрафиолетового бактерицидного излучения при обеззараживании может также снизить эффективность респиратора и уменьшить степень защиты. В ходе одного из исследований (Lindsay et al.)⁴ разных модели масок N95 были подвергнуты воздействию ультрафиолетового бактерицидного излучения мощностью $120\text{-}950 \text{ Дж/см}^2$. Результаты исследования показали, что воздействие ультрафиолетового бактерицидного излучения приводило к небольшому увеличению проникновения частиц (до 1,25%) и мало влияло на сопротивление потоку. Однако при более высоких мощностях излучения прочность слоев материала существенно снижалась (в некоторых случаях $>90\%$), но это существенно зависело от модели респиратора.

Ультрафиолетовое бактерицидное излучение оказывало меньшее воздействие на завязки респиратора. Излучение мощностью 2360 Дж/см^2 снижало прочность завязок на 20-51%. Следует отметить, что мощность, используемая в вышеприведенном исследовании в 100-1000 раз выше тех, которые были показаны для дезинфекции респираторов при гриппе H1N1 А. Поэтому, учитывая то, что многие медицинские работники используют замену для масок N95, которые предлагают очень ограниченную степень защиты, использование ультрафиолетового бактерицидного излучения и устройств для фототерапии может стать лучшим практическим решением в настоящее время.

Рис. 1. Изображения прототипа, разработанного Daavlin (Байрон, Огайо, США). Поле облучения составляет примерно 38 см на 114 см, и в зависимости от производителя это позволит обрабатывать ~18-27 масок (по 2 минуты с каждой стороны). С включенным ультрафиолетом на 1 снимке и с выключенным ультрафиолетом на 2 снимке.



