

Обеззараживание воздуха и открытых поверхностей помещений импульсным ультрафиолетовым излучением в медицинских организациях

Я.А. Гольдштейн, академик РАМТН, Научно-производственное предприятие «Мелитта»
А.А. Голубцов, д.м.н., Научно-производственное предприятие «Мелитта»
С.Г. Шашковский, к.т.н. (МГТУ им. Н. Баумана)

В настоящее время во всех в медицинских организациях (МО) разрабатываются и внедряются Программы обеспечения эпидемиологической безопасности от инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи (ИСМП). Важный раздел таких программ – обеспечение микробиологической чистоты воздуха и поверхностей помещений, ведь достаточно большой процент случаев ИСМП вызывается микроорганизмами, включая их полирезистентные формы, передающимися контактно-бытовым, аэрогенным и воздушно-капельным путями. С 2004 года Научно-производственным предприятием Мелитта» впервые в мире начато серийное производство импульсных ультрафиолетовых установок для медицины серии «Альфа» (УИКБ-01 «Альфа» – передвижная, «Альфа-05» – переносная и «Альфа-02» – стационарная) в России. Установки предназначены для работы в условиях отсутствия людей и используются при плановом и экстренном (экспресс) обеззараживании воздуха и открытых поверхностей помещений от всех видов госпитальной микрофлоры, включая их полирезистентные штаммы (MRSA, VRE, МЛУ- и ШЛУ-штаммы *M. tuberculosis* и др). На сегодняшний день в г. Москве и 60 регионах России в медицинских и научно-исследовательских организациях Минздрава, ФМБА, МЧС, РАН, ФСО эксплуатируются более 1300 установок. Наша продукция присутствует и на зарубежных рынках (Канада, Израиль, Мексика, ЮАР). В 2011 г. на основании лицензионного соглашения между НПП «Мелитта» и американской компанией «Хепех» начат серийный выпуск передвижных импульсных ультрафиолетовых установок на территории США, которые к настоящему времени успешно эксплуатируются в более чем 200 госпиталей.

В чем же секрет такой востребованности импульсных ультрафиолетовых установок?

Прежде всего это особенности самой технологии, доказанные преимущества по эффективности обеззараживания воздуха и поверхностей, и главное – возможность решения остро стоящих перед медицинскими организациями задачами по профилактике ИСМП и повышению эффективности дезинфекционных мероприятий (борьба с госпитальными полирезистентными штаммами микроорганизмов, экспресс-обработка помещений и автоматизация дезинфекционных технологий).

Технология. Принцип работы установок основан на импульсной плазменно-оптической технологии одномоментной обработки воздуха и открытых поверхностей высокоинтенсивным ультрафиолетовым излучением сплошного спектра, вырабатываемым ксеноновой лампой. Обработка загрязненных объектов осуществляется несколькими короткими по длительности (несколько десятков или сотен микросекунд) световыми импульсами очень высокой интенсивности (более 10 кВт/см²). Другими словами, ксеноновая плазма при температурах 20000–30000 К генерирует оптическое излучение, характеризующееся сплошным спектром (рис. 1). Такой способ воздействия на живую материю вызывает многоканальное деструктивное воздействие на все жизненно важные структуры клеток (нуклеиновые кислоты, белки, биомембраны и др.) – рис. 2.



Рис. 1.



Рис. 2.

Таблица 1.

Показатели	Источники ультрафиолетового излучения	
	Импульсная ксеноновая лампа	Ртутная лампа низкого давления (включая амальгамную)
Спектр излучения, нм	200–400	253,7
Механизм инактивации микроорганизмов	Поликанальный (фотодимеризация, фотогидратация, сшивки с белками, разрывы цепей ДНК, нарушение проницаемости мембран)	Фотодимеризация
Виды микроорганизмов	Пороговые поверхностные дозы D90, Дж/м ²	
Вирусы: Adenovirus	52	350
Плесневые грибы: Aspergillus niger spores	260	12 800
Споры бактерий: Bacillus subtilis spores	45	160
Бактерии: Pseudomonas aeruginosa	18	35
Полирезистентные штаммы бактерий: Staphylococcus aureus, (MRSA) Enterococcus faecium, шт. 4 (VRE)	14 17	26 64
Экологичность оборудования и проводимой обработки	Наличие в излучателе инертного газа-ксенона, отходы V класса опасности — практически не опасные	Наличие в излучателе ртутьсодержащих материалов, отходы 1 класса опасности — чрезвычайно опасные отходы
Специальные требования по утилизации, при разрушении ламп	Отсутствие специальных требований	Необходимость утилизации, необходимость демеркуризации (СП №4607-88)

Это снижает возможности адаптации живой материи и значительно повышает биоцидную эффективность нового метода.

В отличие от традиционных бактерицидных установок, использующих в качестве источника излучения ртутные лампы низкого давления (включая амальгамные), в импульсных ультрафиолетовых установках в качестве источника излучения используется ксеноновая лампа. В таблице 1 приводятся сравнительные характеристики импульсной ксеноновой лампы и ртутной лампы низкого давления.

На основании многолетних научно-исследовательских работ, проведенных на базе аккредитованных лабораторных испытательных центров (НИИ Дезинфектологии, Московский НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Г.Н. Габричевского, Институт медико-биологических проблем РАН, НИИ медицинской микологии им. П.Н. Кашкина, НИИ вирусологии им. Д.И. Ивановского, Московский НПЦ борьбы с туберкулезом) было проведено более 60 исследований, в которых изучены более 100 различных микроорганизмов (часть данных отражена в таб. 1.).

Из таблицы 1 видно, что активность импульсного УФ излучения сплошного спектра многократно выше монохроматического УФ излучения, что позволяет инактивировать микроорганизмы за гораздо меньшее время. Эти данные позволили разработать научно-обоснованные плановые и специальные режимы

обеззараживания воздуха (рис.3) и поверхностей (рис. 4.) в отношении бактерий, включая микобактерии туберкулеза и их споры, вирусов, грибов, а также полирезистентных музейных и госпитальных штаммов (MRSA, VRE, A.baumannii, МЛУ- и ШЛУ- клинических штаммов микобактерий туберкулеза).

Технологическая эффективность. Импульсные ультрафиолетовые установки обладают ультракоротким временем обработки воздуха и открытых поверхностей помещения. Это особенно важно в следующих случаях: необходимость экстренной (экспресс) подготовки помещения в соответствии с их классами чистоты; минимальный промежуток

Рис. 3 Время и режимы обеззараживания установкой УИК6-01-«АЛЬФА» воздуха помещения 100 м³ от микрофлоры с эффективностью 99,9-99,99%

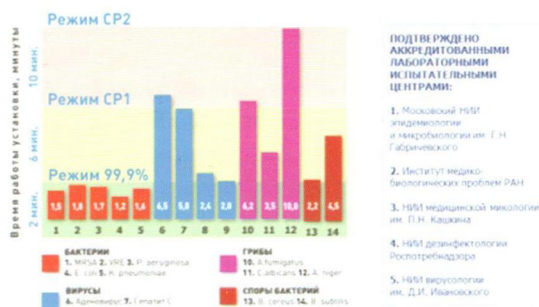


Рис. 4 Обеззараживание поверхностей с помощью установки УИКБ-01-«Альфа» от госпитальной микрофлоры с эффективностью 99,99% (включая полирезистентные штаммы MRSA, VRE, Clostridium difficile)

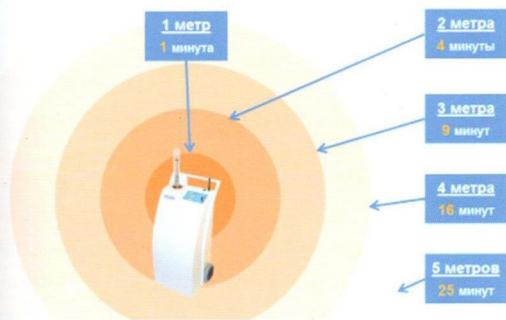


Рис. 5 Динамика снижения заболеваемости ИСМП у новорожденных в Перинатальном центре (г. Нижнекамск, Республика Татарстан)

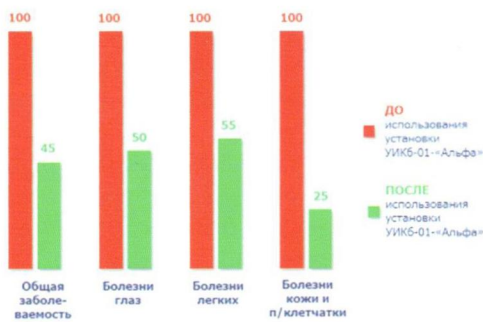


Рис. 6. Мониторинг использования импульсных УФ-установок в Российском онкологическом Научном центре им. Н.Н. Блохина

(по данным Лаборатории микробиологической диагностики и лечения инфекций в онкологии)



времени между медицинскими оперативными вмешательствами, процедурами, имеющими высокий риск возникновения ИСМП. Процесс работы установок максимально автоматизирован (минимизация ошибок обслуживающего персонала, гарантия проведения процесса дезинфекции с заданной эффективностью – непрерывный контроль за процессом обеззараживания, пульт дистанционного управления, мгновенная готовность к работе в широком интервале температур).

Клинико-эпидемиологическая эффективность.

Одной микробиологической эффективности, полученной в лабораторных условиях, никогда не бывает достаточно, чтобы судить о действительной, реальной

эффективности дезинфекционного оборудования. «Вершиной» доказательной базы для такого вида оборудования являются данные, полученные в ходе проведения клинической микробиологической и эпидемиологической диагностики и программ их мониторинга.

Практическая эффективность импульсных ультрафиолетовых установок подтверждена многолетним успешным опытом их эксплуатации в ведущих МО различного профиля (Российский онкологический научный центр им. Н.Н. Блохина, НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, ЦНИИ травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, НЦ акушерства, гинекологии и перинатологии им. В.И. Кулакова, ЦНИИ туберкулеза, Московский НПЦ борьбы с туберкулезом и др.) При взятии микробиологических проб воздуха и смывов с поверхностей из помещений разных классов чистоты и риска возникновения ИСМП (операционные, предоперационные, родильные залы, манипуляционные, реанимационные палаты, стоматологические кабинеты, палаты для больных, кабинеты бактериологической лаборатории, секционные залы и др.) получены результаты, подтверждающие микробиологическую эффективность импульсных ультрафиолетовых установок в отношении госпитальных штаммов микроорганизмов. Клиническими эпидемиологами отмечалось также существенное снижение процента ИСМП у пациентов при включении установок в традиционный комплекс дезинфекционных мероприятий, по сравнению с периодом без их применения (Рис. 5, Рис. 6).

Рекомендации по применению установок в медицинских организациях. Импульсные ультрафиолетовые установки в практическом здравоохранении могут быть рекомендованы для проведения всех видов профилактической и очаговой дезинфекции. Установки незаменимы при проведении дезинфекционных мероприятиях в помещениях высокого риска возникновения ИСМП (помещения классов чистоты А и Б, при выполнении медицинских инвазивных операций и манипуляций, при проведении генеральных уборок, в помещениях, в которых высеваются высокоустойчивые микроорганизмы (споры бактерий, грибы, вирусы), полирезистентные госпитальные штаммы). Наибольшая эффективность обеззараживания воздуха и поверхностей помещений достигается при применении установок после выполнения всех традиционных уборочных и дезинфекционных мероприятий.

Импульсные ультрафиолетовые установки включены в Табель оснащения амбулаторно-поликлинических учреждений (пр. МЗ РФ №753 от 01.12.2005 г.), в стандарт оснащения противотуберкулезных учреждений (Приказ МЗСР РФ №1224 от 29.12.2010 г.), рекомендованы Роспотребнадзором – Методические рекомендации «МР 3.1.2.0078-13. 3.1.2. Рекомендации по организации мероприятий по профилактике распространения туберкулеза при перевозке (депортации) иностранных граждан, больных туберкулезом. (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 26.08.2013).

Экологичность и безопасность. Установки полностью соответствуют современным требованиям экологической чистоты и безопасности. Установки серии «Альфа» в процессе эксплуатации не нарабатывают вредных веществ (не нарабатываются окислы азота, отсутствует ионизирующая компонента электромагнитного излучения), а содержание озона в рабочей зоне помещения составляет не более 30% от ПДК озона в атмосферном воздухе (Протоколы № 0011.1.006 от 26.05.2006г., № 0012.1.006 от 26.05.2006 г. замера концентраций озона в воздушной среде изолированного помещения при облучении воздуха импульсным УФ излучением сплошного спектра, выполненные в испытательном лабораторном Центре НИИ ФХМ МЗ РФ). Это достигается за счет применения в установке оригинальной запатентованной противоозонной защиты, т.е. не требуется проветривания помещений после окончания цикла его обработки.

Импульсные ксеноновые лампы не содержат ртути и других токсичных химических веществ и являются экологически чистыми устройствами. Все типы установок полностью соответствуют существующим нормам по электробезопасности и электромагнитной совместимости (ГОСТ Р 51522.1-2011 (МЭК 61326-1:2005, Совместимость технических средств электромагнитная. Электрическое оборудование для из-

мерения, управления и лабораторного применения). Часть 1. Общие требования и методы испытания).

Установки прошли полный цикл сертификационных испытаний как в России, так и за рубежом (INTERTEK, США) и полностью безопасны для окружающей среды и приборов.

Заключение

Приведенные в настоящей статье данные показали, что импульсные ультрафиолетовые установки являются высокоэффективным оборудованием для одномоментного обеззараживания воздуха и открытых поверхностей от различных видов микрофлоры, включая полирезистентные госпитальные штаммы (MRSA, VRE, M. tuberculosis, P.aerugenosa). Использование импульсных ультрафиолетовых установок за счет сокращения времени и трудоемкости значительно повышает эффективность дезинфекционных мероприятий. Опыт эксплуатации установок в России и за рубежом показал устойчивую динамику снижения ИСМП. Это имеет важное значение для практической медицины при рациональном выборе технологий и оборудования для обеззараживания воздуха и поверхностей помещений, а также при их внедрении в Программу эпидемиологической безопасности медицинской организации.

Литература

1. Chan-Ick Cheigh, Mi-Hyun Park, Myong-Soo Chung, Jung-Kue Shin, Young-Seo Park. Comparison of intense pulsed light- and ultraviolet (UVC)-induced cell damage in *Listeria monocytogenes* and *Escherichia coli* O157:H7// *Food Control* – 2012. – v.25, № 2 – P. 654 – 659.
2. Владимиров Ю.А. Физико-химические основы фотобиологических процессов. – М.: Дрофа, 2006..
3. Kowalski W. Ultraviolet Germicidal Irradiation Handbook. UVGI for Air and Surface Disinfection. – New York.: Springer, 2009
4. Конев С.В., Волотовский И.Д. Фотобиология. – Минск: БГУ, 1979.
5. Владимиров Ю.А., Рошупкин Д.И., Потапенко А.Я., Деев А.И. Биофизика. – М.: Медицина, 1983.
6. Самойлова К.А. Действие ультрафиолетовой радиации на клетку. – Ленинград: Наука, 1967.
7. Жестяников В.Д., Самойлова К.А., Завильгельский Г.Б. Повреждение и репарация клетки при действии коротковолнового и длинноволнового УФ излучения// Ультрафиолетовое излучение и его применение в биологии. Материалы 10-го Всесоюзного совещания. – Пушинол-на-Оке. – 1973. – С. 7-9.
8. Рубин А.Б. Биофизика: В 2 т. Т.2.: Биофизика клеточных процессов. – М.: Изд-во МГУ, 2004.
9. Анисимова С.Ю., Анисимов С.И., Новак И.В., Шашковский С.Г. (Глазной центр «Восток-Прозрение», Москва). «Мобильная офтальмологическая помощь нетранспортабельным больным». Журнал «Офтальмохирургия» №4/2002г.
10. Савенко С.М., Гольдштейн Я.А., Шашковский С.Г. (Клиническая больница Управления делами Президента РФ; ООО «Научно-производственное предприятие «Мелитта»). «Новые технологии обеззараживания воздуха в лечебно-профилактических учреждениях». Журнал «Стерилизация и госпитальные инфекции» №2/2006 г.
11. С.Г. Шашковский (НИИ Энергетического машиностроения МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва), Т.А. Калинчук (Российский Онкологический Научный центр им. Н.Н. Блохина РАМН, г. Москва), Н.А. Поликарпов (Институт медико-биологических проблем РАН г. Москва), Я.А. Гольдштейн, И.В. Гончаренко (ООО «Научно-Производственное Предприятие «МЕЛИТТА», г. Москва). «Оборудование для обеззараживания помещений в ЛПУ на основе импульсной ультрафиолетовой технологии». Журнал «Поликлиника», №3.2009.
12. Современные аспекты борьбы с инфекциями, связанными с оказанием медицинской помощи населению (В. Акимкин, А. Тутельян). Медицинская газета №28 от 16.04.2014г.
13. Савенко С.М. «Санэпидрежим в ЛПУ. Современные технологии обеззараживания воздуха в лечебно-профилактических учреждениях». Журнал «Заместитель главного врача» №9 2009г.
14. Раздел – «Исследования, апробации» на сайте ООО «НПП «Мелитта», Источник: <http://www.melitta-uv.ru/main/isslaprob/research/>



ИННОВАЦИИ В ДЕЗИНФЕКТОЛОГИИ

ИМПУЛЬСНЫЕ КСЕНОНОВЫЕ УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫЕ УСТАНОВКИ



«Альфа-05»
переносная

**Обработка воздуха
и поверхностей
помещения 100 м³
с эффективностью
99,99% – от 4 минут!**

В том числе от
полирезистентной
микрофлоры:
MRSA, VRE,
Pseudomonas aeruginosa,
Clostridium difficile,
Proteus mirabilis,
Acinetobacter baumannii,
M.tuberculosis (МЛУ, ШЛУ)



«Альфа-02»
стационарная



УИКБ-01-«Альфа»
передвижная

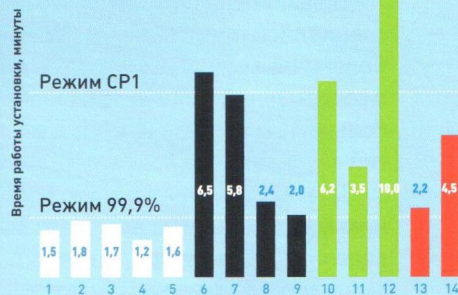
ЭКОНОМИКА

Стоимость обработки
помещения объемом
100 м³ — 28,7 рублей

**Более 25
помещений в сутки**

Время и режимы обеззараживания
воздуха помещения 100 м³
от микрофлоры установкой
УИКБ-01-«АЛЬФА»
с эффективностью 99,9-99,99%

Режим СР2



- БАКТЕРИИ**
- 1. MRSA 2. VRE 3. P. aeruginosa 4. E. coli 5. K. pneumoniae
- ГРИБЫ**
- 10. A. fumigatus 11. C. albicans 12. A. niger
- ВИРУСЫ**
- 6. Аденовирус 7. Гепатит С 8. Грипп 9. Полиомиелит
- СПОРЫ БАКТЕРИЙ**
- 13. B. cereus 14. B. subtilis

ГДЕ ИСПОЛЬЗУЮТСЯ:

В помещениях высокого риска развития инфекций,
связанных с оказанием медицинской помощи
(классы чистоты по СанПиН 2.1.3.2630-10)



операционные,
реанимационные



ЦСО и рентген-
операционные



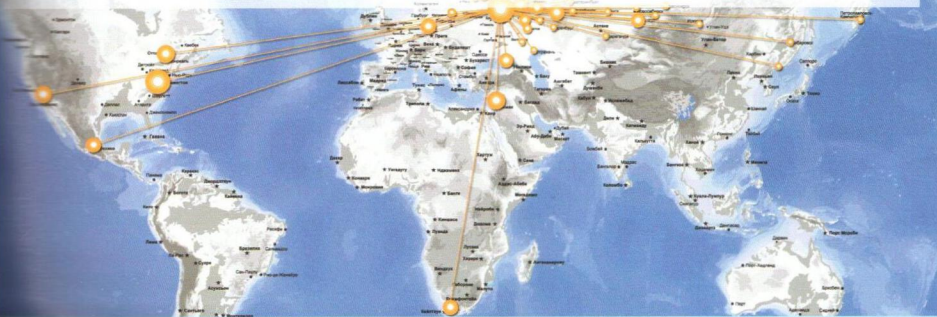
палаты
и процедурные



зона обращения
с медотходами

Более 1300 установок используются в ведущих российских клиниках:

НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, НИИ нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко РАН, Российском Онкологическом Научном центре им. Н.Н. Блохина РАН, Научном центре акушерства, гинекологии и перинатологии имени академика В.И. Кулакова, Научном Центре здоровья детей РАН, ЦНИИ туберкулеза РАН, в медицинских организациях более 60 регионах России, США, Канаде, ЮАР, Мексике.



ПОДТВЕРЖДЕНО

аккредитованными
лабораторными испытательными
центрами:

1. Московский НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Г.Н. Габричевского
2. Институт медико-биологических проблем РАН
3. НИИ медицинской микологии им. П.Н. Кашкина
4. НИИ Дезинфектологии Роспотребнадзора
5. НИИ вирусологии им. Д.И. Ивановского

**БОЛЕЕ 60 исследований
БОЛЕЕ 100 изученных микроорганизмов**