

А.С. Камруков, Н.П. Козлов, И.Б. Ушаков, С.Г. Шашковский

Разработка и внедрение импульсных плазменно-оптических технологий и установок в космическую медицину и практическое здравоохранение.

Представлены результаты комплекса прикладных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в различных областях науки и техники направленных на разработку импульсных плазменно-оптических технологий оперативного обеззараживания помещений и образцов медицинской дезинфекционной техники на ее основе. Рассмотрены основные направления коммерциализации технологии, области применения новой медицинской техники в практическом здравоохранении и космической медицине.

Ключевые слова: Импульс, лампа, ультрафиолет, обеззараживание, медицина, бактерии, споры.

История биологической эволюции человека характеризуется борьбой с инфекционными заболеваниями, вызываемыми микроорганизмами. В современном мире степень биологической опасности постоянно растет, что связано с рядом факторов: активизацией существующих форм микробов, появлению новых бактерий, устойчивых к существующим средствам обеззараживания и антибиотикам, устойчивая тенденция ослабления иммунитета человека. Сложившаяся ситуация требует принципиально новых универсальных методов и инструментов борьбы с опасными инфекциями, который несет бурно развивающийся микромир бактерий, вирусов, грибов и т.д.

В связи с этим становятся вполне очевидными причины обострения проблем связанных с возбудителями внутрибольничных инфекций (ВБИ) в современном здравоохранении. Огромный экономический и социальный ущерб, наносимый ВБИ обществу, актуализировал появление нового направления в современной медицине эпидемиологии и профилактики ВБИ, которая получила признание и мировое распространение в 70-е годы в развитых странах. Всемирная организация здравоохранения ведет постоянный мониторинг уровня заболеваемости ВБИ и утверждает, что ВБИ возникают по меньшей мере у 5% больных поступающих в лечебные учреждения в развитых странах. Например, В США ежегодно регистрируется до 2.000.000 заболеваний в стационарах, в ФРГ 500.000—700.000, в Венгрии —100.000, что составляет примерно 1% населения этих стран. При этом, ежегодно от госпитальных

инфекций погибает 44000 - 98000 пациентов США, более 5000 в Великобритании, а наносимый ВБИ ущерб ежегодно только в США составляет от 5 до 10 млрд. долларов [1, 2].

Одной из основных причин высокого уровня внутрибольничного инфицирования является формирование новых внутригоспитальных штаммов микроорганизмов, характеризующихся множественной лекарственной устойчивостью и обладающих высокой приобретенной резистентностью по отношению к ряду традиционных средств дезинфекции на фоне устойчивой тенденции снижения неспецифических защитных сил организма у населения земного шара в целом [3].

Учитывая санитарно-гигиеническую специфику пилотируемых космических полетов, совершенно очевидно существование проблемы обеспечения инфекционной безопасности космонавтов и надежной работы космической техники. Ситуация обостряется тем, что с увеличением продолжительности орбитальных космических полетов, а также перспективы межпланетных перелетов типа Земля-Марс-Земля и создания лунных орбитальных модулей возникает вероятность ухудшения санитарно-гигиенического состояния помещений и воздушной среды. При длительном пребывании космонавтов на орбитальных комплексах возникает риск заноса микрофлоры с доставляемыми на станцию грузами и отсутствием возможности использования большинства известных химических дезинфицирующих средств и физических методов обеззараживания из-за их токсикологической и экологической опасности применения в герметично-замкнутых помещениях.

Такая ситуация в космосе и практической медицине актуализирует создание новых высоко эффективных в целевом отношении и одновременно безопасных для людей и экологической среды дезинфектологических технологий и технических средств обработки помещений, обеспечивающих повышение эффективности процесса обеззараживания при одновременном снижении токсичности, длительности и трудоемкости дезинфекционных мероприятий. Причем, в настоящее время наиболее простым и легко осуществимым физическим способом обеззараживания помещений остается их облучение бактерицидным УФ излучением.

Еще в начале 90-х годов сотрудниками отдела 4.3 НИИ ЭМ МГТУ им. Н.Э.Баумана была предложены и запатентованы в России и США высокоинтенсивные плазменно-оптические технологии обеззараживания объектов, основанная на их облучении мощными потоками УФ излучения сплошного спектра от 200 до 400 нм.

Известно, что основными компонентами всех живых существ являются белки, нуклеиновые кислоты и липиды, которые и являются мишенями для квантов

коротковолнового УФ света [4], причем основной мишенью при летальном действии УФ лучей служит ДНК, состоящая из нуклеиновых кислот. Возможны три вида фотохимического повреждения ДНК, которые приводят к гибели микроорганизмы: фотодимеризация, фотогидратация или сшивки с белками.

В настоящее время практически все УФ обеззараживающие устройства оснащены ртутными лампами непрерывного горения, которые излучают преимущественно одну линию – 254 нм. Механизм действия такого монохроматического излучения хорошо изучен: более 80% повреждений ДНК клетки связано с образованием димеров тимина, что и является основным каналом гибели микроорганизмов. На Рис.1 видно, что линия излучения ртутной лампы (254 нм) почти совпадает с максимумом поглощения нуклеиновых кислот ДНК (265 нм). Следовательно, для интенсификации процессов инактивации клетки требуется расширение спектрального диапазона светового потока, прежде всего, в коротковолновой области и, одновременно, увеличение его интенсивности для дополнительной активации протекающих фотохимических реакций. Эти требования к УФ источнику излучения реализуются в новой импульсной плазменно-оптической технологии обеззараживания воздуха и поверхностей. Воздушная среда, в отличие жидкостей, является прозрачной для бактерицидного излучения в диапазоне 190 - 280 нм.

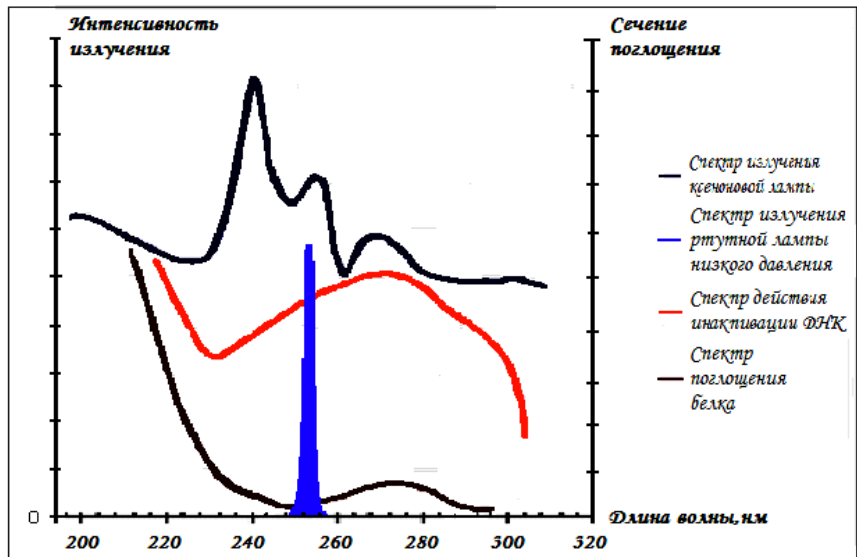


Рис. 1. Спектры поглощения белка (4), инактивации ДНК (2) с наложенными на них спектрами излучения ртутной (3) бактерицидной и импульсной ксеноновой ламп (1).

В качестве источника излучения применялись импульсные ксеноновые лампы в режимах, обеспечивающих генерацию бактерицидного излучения сплошного спектра. Расширение спектрального диапазона излучения позволило реализовать следующие фотохимические процессы: фотодимеризацию и фотогидратацию нуклеиновых кислот, их

сшивки с белками и даже образовывать разрывы цепей ДНК. Из Рис. 1 видно, что излучение короче 240 нм приводит к денатурации белка, частичной инактивации ферментов, что влечет снижение активности процессов световой и темновой реактиваций.

Высокая интенсивность излучения, генерируемого импульсной ксеноновой лампой, приводит к интенсификации протекающих под действием света фотохимических реакций. В результате синергетического действия этих двух факторов имеет место существенное (до 10 раз) снижение пороговых энергетических доз, необходимых для обеспечения требуемой эффективности обеззараживания.

Для реализации импульсной плазменно-оптической технологии были разработаны конструкции импульсных ксеноновых ламп прямой и U-образной форм и режимы их работы в воздушной среде без принудительного охлаждения, которые обеспечивали дезинфекцию помещений в безозоновых режимах. На Рис.2 представлен общий вид одной из ламп. Высокий ресурс и надежность работы ламп в составе установок (до 2 лет) обеспечивается использованием новых легированных электродов, специальных сортов кварцевого стекла и организацией технологического процесса изготовления.



Рис. 2.
Импульсная
ксеноновая
лампа ФК
22/150

Медико-биологические исследования биоцидной активности импульсного УФ излучения сплошного спектра в отношении широкого круга микроорганизмов (бактерий, микобактерий туберкулеза, грибов и спор), находящихся в воздухе в аэрозольной форме или на поверхностях, проводились в период 1996 – 2007 годы на экспериментальных базах ВНИИ Дезинфектологии Роспотребнадзора, Института медико-биологических проблем РАН, НИЦ токсикологии и гигиенической регламентации биопрепаратов ФМБА РФ, Московском научно-практическом центре борьбы с туберкулезом, НИИ медицинской микологии им. П. Н. Кашкина.

Выбор микроорганизмов отобранных для изучения активности импульсного УФ основывался на их клинической значимости, устойчивости к физическим факторам, частотой встречаемости в составе среды обитания космических станций, а также способностью вызывать биодеструкцию полимеров и биокоррозию металлов.

Микробиологические исследования проводились по стандартной методике с использованием в качестве тест-объектов бактерий и грибов в вегетативной и споровых формах. Облучение осуществлялось с расстояний от 1 до 4 метров от ксеноновой лампы до тест-объекта.

Время облучения варьировало от 5 до 20 минут. Плотность контаминации поверхностей тест-объектов бактериями составляла $10^5 - 10^6$ колониеобразующих единиц (КОЕ).

Полученные результаты позволили создать базу данных пороговых доз для более, чем 100 видов микроорганизмов, среди которых 43 вида микроорганизмов изолированы из среды обитания орбитальных космических станций и более 20 высокорезистентных (госпитальных штаммов) видов были выделены из помещений больничного профиля. Для всех видов микрофлоры наблюдались значения эффективности обеззараживания от 99,9% до 100%. На Рис. 3 представлены экспериментально полученные энергетические дозы, необходимые для снижения обсемененности облучаемой поверхности в 1000 раз, для музейных (синий) и «госпитальных» (красный) штаммов. Для сравнения на рисунке добавлено значение аналогичной дозы для золотистого стафилококка.

Исследования наличия выраженного бактерицидного воздействия импульсного УФ излучения на микобактерии туберкулеза проводились с микробной нагрузкой 250 КОЕ с использованием 10 свежевыделенных от больных штаммов *M.tuberculosis*, обладающих множественной лекарственной устойчивостью (одновременной устойчивостью к изониазиду и рифампицину) по стандартной методике. В результате испытаний установлен полный бактерицидный эффект в отношении всех 10 исследованных свежевыделенных от больных штаммов *M.tuberculosis* с множественной лекарственной устойчивостью.

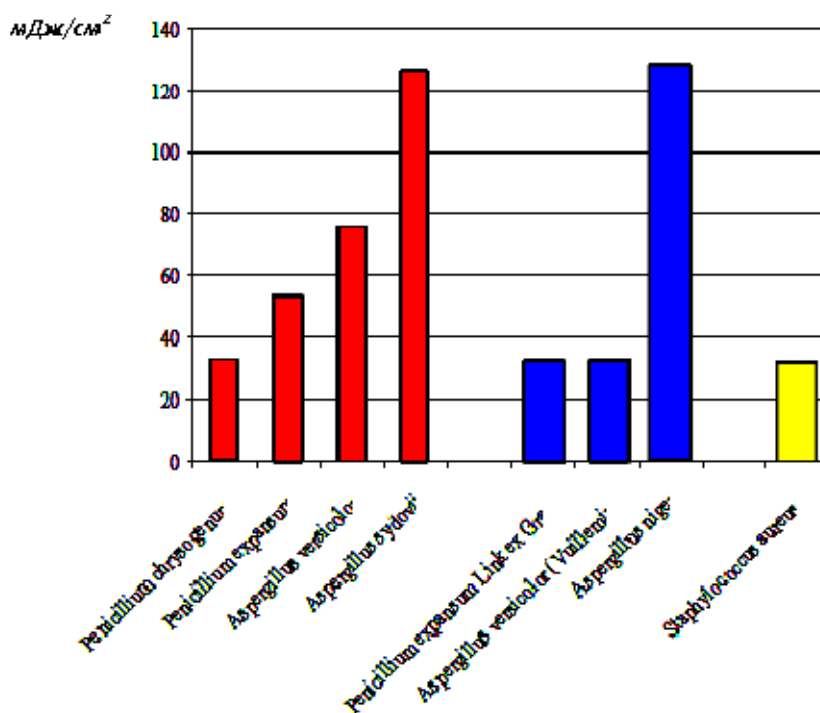


Рис. 3. Активность импульсного УФ излучения по отношению к -
госпитальные штаммы; Красным цветом обозначены госпитальные штаммы, синим -
музейные, желтым - стафилококк.

Дополнительно было исследовано влияние высокоинтенсивного УФ излучения сплошного спектра на участки генов тех же 10 штаммов. После УФ облучения из клеток микобактерий туберкулеза (МБТ) выделяли ДНК. Выявления нарушений в ДНК МБТ проводили с помощью биологических микрочипов "ТБ-БИОЧИП (МЛУ)", разработанных в ИМБ им. В.А.Энгельгардта РАН.

Полученные результаты показали, что в 60% случаев после облучения МБТ, ДНК вообще не была обнаружена, что позволяет сделать вывод о тотальной гибели клеток. В 40% случаев, после облучения были потеряны фрагменты ДНК, с которых считывалась информация о наличии мутаций к рифампицину и частично к изониазиду, что позволяет сделать вывод о разрушении клеток.

Таким образом, проведенные исследования молекулярно-генетических изменений ДНК МЛУ-МБТ, подвергнутых импульсному УФ облучению, позволяют сделать вывод о необратимых генетических изменениях во всех 10 исследованных свежесекретированных от больных штаммов *M.tuberculosis*.

Для выполнения сравнительных исследований по воздействию непрерывного и импульсного УФ излучения на различные микробиологические структуры, находящиеся на поверхностях, были разработаны две экспериментальные установки комбинированного типа с двумя источниками. Над плоским тест-объектом (чашка Петри) на расстоянии 20 см размещались источники УФ излучения импульсного и непрерывного действия: ртутно-кварцевая лампа непрерывного режима горения TUV15W/G1578 (Philips, Голландия) и импульсная ксеноновая лампа ИНП 5/120. Контаминированные различными микроорганизмами чашки Петри располагались под центральной областью ламп. В экспериментах использовались следующие культуры: вегетативные клетки *Escherichia coli*, бактериальные споры *Bacillus thuringiensis* и грибные споры *Aspergillus niger*. Уровень начальной контаминации микроорганизмов в чашках Петри составлял $10^8 - 10^9$ м.т./мл. Плотности энергии бактерицидного излучения непрерывной и импульсной ламп составляли 5 - 600 мДж/см² для бактериальных культур и 60-3600 мДж/см² (время экспозиции до 60 минут) для грибных культур.

Эксперименты проведенные в идентичных условиях показали, что импульсное УФ излучение ксеноновой лампы обладает значительно более высокой биоцидной активностью по сравнению с монохроматическим излучением ртутной лампы. Так пороговые энергетические дозы УФ излучения импульсной ксеноновой лампы в 7 - 10 раз ниже аналогичных бактерицидных доз непрерывного излучения при одинаковых эффективностях обеззараживания объектов. Споры плесневых грибов *Aspergillus niger*

продемонстрировали самую высокую резистентность в отношении импульсного и непрерывного УФ излучений. Предельная эффективность обеззараживания с помощью излучения ртутной лампы составила 95% за 1 час облучения с расстояния 20 см. Импульсная лампа снижает уровень зараженности поверхности в 100 раз (99,9%) (Рис. 4).

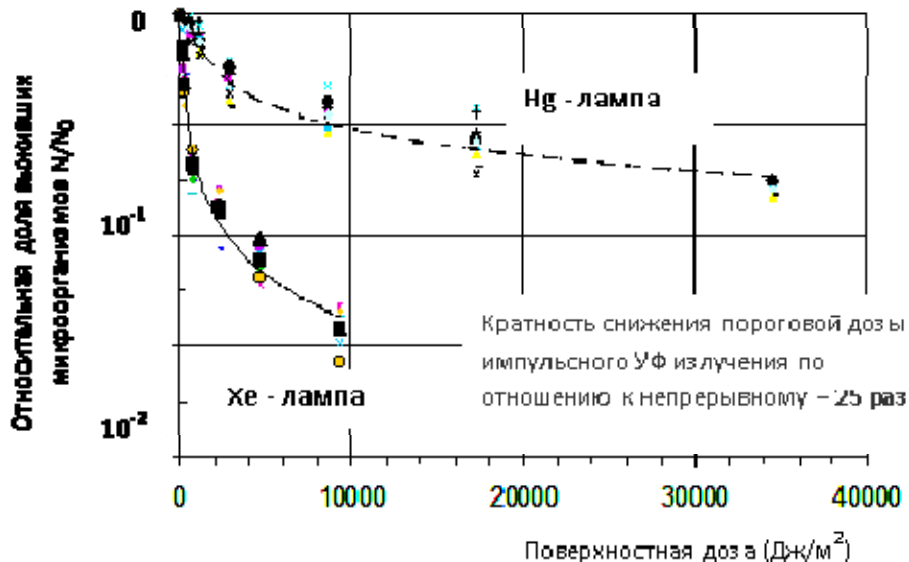


Рис. 4. Кривые выживаемости грибных спор *Aspergillus niger* при облучении поверхности непрерывным и импульсным УФ излучением.

Экспериментально подтверждено, что импульсное излучение сплошного спектра обладает более высокой биоцидной активностью по сравнению с монохроматичным излучением ртутной лампы: пороговые поверхностные энергетические дозы в 7 - 10 (в зависимости от вида микрофлоры) раз ниже доз непрерывного излучения при одинаковых уровнях обеззараживания. Аналогичные результаты были получены в экспериментах по обеззараживанию воздушных аэрозолей, контаминированных бактериями, спорами бактерий и плесневыми грибами.

В 2003 - 2005 годах был выполнен цикл ОКР по разработке импульсных ультрафиолетовых медицинских установок серии «Альфа» для оперативного обеззараживания помещений различного исполнения: передвижные, переносные и стационарные.

А) Передвижная установка «Альфа-01» (Рис. 5) выполнена в виде вертикальной стойки на колесах, в верхней части которой расположена импульсная ксеноновая лампа. Установка свободно перемещается в помещениях одним человеком. Установка работает в режиме чередующихся световых импульсов (вспышек) и автоматически выключается после выполнения заданной оператором программы. Перед началом цикла обработки

звучит голосовое предупреждение о необходимости покинуть обрабатываемое помещение. Встроенный УФ датчик обеспечивает заданную оператором эффективность обеззараживания воздуха. На пульте установки задается объем обрабатываемого помещения и требуемая бактерицидная эффективность. Затем установка включается в рабочий режим и автоматически выключается при достижении УФ дозы, необходимой для обеспечения требуемого уровня обеззараживания. Так, время для обеззараживания помещения объемом 100 м^3 с эффективностью 99,9% составляет только 3,5 минуты. Установка имеет габариты 950x450x450 мм и электрическую мощность - 1500 Вт.

Длительность процедуры обеззараживания помещения зависит от объема и вида микрофлоры. Применение в установке импульсной ксеноновой лампы обеспечивает ряд эксплуатационных преимуществ, а именно:

- * ультракороткое время обработки;

- * экологическая безопасность эксплуатации обеспечивается использованием в качестве источника излучения импульсных ксеноновых ламп в сочетании с противоозонным фильтром. Уровень озонирования воздуха при работе установки не превышает уровня в 10 раз ниже ПДК для УФ потоков, обеспечивающих 99,9% эффективность;

- * контроль управления процессом обеззараживания осуществляется ультрафиолетовым датчиком, встроенным в систему микропроцессорного контроля;

- * возможность дистанционного управления установкой по радиоканалу;

- * постоянная готовность к работе даже при пониженных температурах;

- * высокая ударо- и вибропрочность для установок такого класса.

Б) Компактная переносная импульсная УФ установка «Альфа-05» предназначена для обеззараживания воздуха помещений всех категорий, обладает дистанционным пультом управления и автоматической установкой времени работы и предназначена для обеззараживания воздуха помещений 1-5 категорий объемом до 75 м^3 при отсутствии людей (Рис. 5). Установка выполнена в виде носимого металлического корпуса, состоящего из двух разъемных частей: крышки и корпуса. На наружной части корпуса установки посредством держателя закреплен источник излучения - импульсная лампа типа ИНП 5/120, расположенная внутри кварцевой трубки. Панель управления позволяет осуществлять выбор режимов работы и включение (выключение) режима излучения. Для удобства работы установка укомплектовывается пультом дистанционного управления.

В) Стационарная установка Альфа-02 представляет собой комплекс, состоящий из одного или нескольких стационарных импульсных УФ облучателей и пульта управления (Рис.5). Облучатели размещаются в помещении таким образом, чтобы в бестеновом

режиме производить обеззараживание воздуха и поверхностей рабочей зоны. Каждый облучатель снабжен индикатором бактерицидного потока, которые следят за уровнем бактерицидных доз и при необходимости увеличивают длительность процедуры, обеспечивая заданную оператором эффективность обеззараживания.



Рис. 5. Передвижные «Альфа-01» (а), переносные «Альфа-05» (б) и стационарные «Альфа-02» (в) импульсные УФ установки для экспресс-обеззараживания помещений

Количество облучателей определяется размерами обрабатываемого помещения и требуемой длительностью цикла его обеззараживания. Состав и режимы работы установки проектируются и программируются индивидуально без ограничений на объем и форму обрабатываемого помещения или размер операционного поля и для всех видов микрофлоры в широком диапазоне эффективностей.

Пульт управления обеспечивает автоматическую работу облучателей в необходимых режимах, индикацию состояния импульсных ламп, возможных нарушений в работе установки и информацию о режимах, дате и времени проведения дезинфекционных мероприятий. Пульт имеет разъем для дистанционного управления и вывода на печать информации о работе установки.

Удельные характеристики производительность обеззараживания воздуха (на единицу электрической мощности) могут быть в 2 раза выше установок «Альфа-01» и соответственно в 4 раза установок «Альфа-05» за счет специального позиционирования облучателей в помещении, что отражается на продолжительности дезинфекции и энергопотребления.

В отличие от широко применяемых бактерицидных облучателей установка обладает следующими достоинствами:

- Специально разработанная расчетная модель позволяет определять оптимальное в пространстве расположение облучателей, их количество и режимы работы.
- Короткие экспозиции обработки помещения.
- Наличие встроенной системы самодиагностики.
- Контроль эффективности процесса дезинфекции помещения.
- Автоматический режим работы, исключая «человеческий» фактор.
- Документирование параметров выполненного сеанса обработки помещения.

В 2003 году было создано Научно-Производственное предприятие «Мелитта» с целью серийного производства, реализация и сервисного обслуживания импульсного УФ дезинфекционного оборудования. В 2004 году в установленном законом порядке продукция была сертифицирована в системе ГОСТ Р.

В соответствии с техническими условиями вышеуказанной продукции на базе Института биоорганической химии РАН была подготовлена производственная база, выполнен необходимый комплекс строительно-ремонтных работ. С 2005 года НПП «Мелитта» приступила к выпуску серийной продукции. Производственная база фирмы оснащена современным станочным и технологическим оборудованием.

НПП «Мелитта» обладает сертификатами соответствия системы менеджмента качества ИСО 9001:2008 и ИСО 13485:2003 в отношении разработки, производства и продажи импульсных ксеноновых установок.

Разработанное дезинфекционное оборудование прошло успешную практическую апробацию в НИИ скорой помощи им.Н.В.Склифосовского, Российском научном центре хирургии им. акад. Б.В.Петровского РАМН, НИИ нейрохирургии им.Н.Н.Бурденко РАМН, Российском Онкологическом Научном центре им.Н.Н.Блохина РАМН, Научном центре акушерства, гинекологии и перинатологии им. акад. В.И.Кулакова, Научном Центре здоровья детей РАМН, Клинической больнице Управления делами Президента РФ, ГНЦ РФ Институте медико-биологических проблем РАН, НИИ Дезинфектологии Роспотребнадзора, в клиниках ФМБА России, КБ №7, КБ №15, Инфекционных

клинических больницах №2, №3 города Москвы и во многих других лечебно-профилактических учреждениях страны и научных центрах РАН и РАМН.

На основании опыта эксплуатации оборудования и рекомендаций пользователей был разработан регламент и порядок применения импульсных УФ установок для обеззараживания воздуха от резистентных форм бактерий и плесневых грибов грибковой в помещениях.

Мониторинг общей внутрибольничной гнойно-септической заболеваемости за 2007 – 2008 годы в лечебных учреждениях Алтайского края, использующих импульсные УФ установки, показал снижение заболеваемости среди новорожденных и рожениц на 25 – 27%. В 2008 году не было зарегистрировано ни одного случая внутрибольничных послеродовых случаев эндометритов у рожениц в тех акушерских учреждениях, где использовались импульсные установки. Анализ санитарного состояния медицинских помещений 1 и 2 категорий, где в дезинфекционных мероприятиях использовались установки «Альфа», показал качественное снижение микробиологического загрязнения воздуха и поверхностей, в первую очередь, в отношении спорных форм плесневых грибов. Внедрение более 200 импульсных установок в систему противотуберкулезной службы, в том числе в 135 учреждениях Минюста РФ, способствовало стабилизации и снижению заболеваемости туберкулезом.

Многие значимые результаты работы были получены в рамках участия в Федеральных целевых программах: «Предупреждение и борьба с социально значимыми заболеваниями на 2007 – 2011 годы» и «Федеральная космическая программа России на 2006 – 2015 годы».

Импульсные ультрафиолетовые установки серии «Альфа» эксплуатируются в 39 регионах России, а также в Соединенных Штатах Америки, Израиле и ЮАР. Более 400 передвижных и переносных установок «Альфа» используются в клиниках, родильных домах и других лечебно-профилактических учреждениях Минздравсоцразвития, что значительно улучшило ситуацию по распространению внутрибольничных инфекций.

По приказу Минздравсоцразвития установки включены в таблицу оснащения амбулаторно-поликлинических и стационарно-поликлинических учреждений муниципальных образований. Использование импульсных УФ установок серии «Альфа» при организации комплекса дезинфекционных мероприятий позволило обеспечить качественно новый уровень микробиологического состояния воздушной среды лечебных учреждений, регламентированный требованиями действующих санитарных правил (СанПиН 2.1.3.1375-03).

Для предотвращения вероятности передачи возбудителей инфекционных заболеваний аэрогенным путем во время общения космонавтов с аккредитованными представителями средств массовой информации, с членами Государственной комиссии и сотрудниками Центра подготовки космонавтов с 2009 года регулярно применяется в предстартовый период для обеззараживания помещений установка импульсная УФ установка «Альфа-5».

Опыт эксплуатации обитаемых орбитальных станций показывает, что одним из существенных источников формирования микробного сообщества среды обитания пилотируемых орбитальных станций является занос микроорганизмов при осуществлении грузопотоков с Земли на транспортных кораблях.

Результаты исследований эффективности обеззараживания грузов проведенные на базе ИМБП РАН показали, что после 3 минутной обработки личных вещей космонавтов и материалов психологической поддержки импульсным УФ излучением на их поверхностях в редких случаях оставались единичные клетки микроорганизмов, в подавляющем большинстве случаев жизнеспособные клетки микроорганизмов выявлены не были, что соответствовало 99,99% - 100% эффективности обеззараживания.

С 2009 года импульсный плазменно-оптический метод дезинфекционной обработки личных вещей космонавтов перед оправкой на МКС при помощи модернизированной установки «Альфа-01» используется в ГНЦ РФ Институте медико-биологических проблем РАН, как штатная процедура.

Социально-экономический эффект от внедрения нового дезинфекционного оборудования в практическое здравоохранение заключается в снижении частоты заболевания внутрибольничными инфекциями в среднем на 24 – 26% в лечебных учреждениях, использующих в дезинфекционных мероприятиях импульсные УФ установки. Учитывая то обстоятельство, что примерно 10% из числа умирающих в стационарах погибают не от основной болезни, а от гнойно-септических осложнений, вполне очевидно, что спасение жизни каждого четвертого пациента в этой зоне риска является наиважнейшим гуманитарным вкладом в практическое здравоохранение.

Экономический эффект от использования в лечебных учреждениях нового поколения дезинфекционного оборудования составляет не менее 1 млрд. руб. с учетом того, что на лечение одного пациента с ВБИ необходимо в среднем 10 дней, а количество заболеваний в России составляет 2 – 3 млн. случаев в год. Например, в США использование в клинику одной установки «Альфа-01» снижает частоту заболеваний

ВБИ, трудоемкость дезинфекционных мероприятий и т.д., что обеспечивает экономию 2,3 млн. долларов в год.

Кроме того, внедрение этой техники в систему противотуберкулезной службы и особенно в учреждения Минюста России обладает важным косвенным социально-экономическим эффектом – снижается уровень заболеваемости туберкулезом и, как следствие, затраты на лечение.

За разработку и внедрение импульсных плазменно-оптических технологий и установок в космическую медицину и практическое здравоохранение коллектив авторов ИМБП РАН, МГТУ им. Н.Э.Баумана, ФМБА России, НИИ Дезинфектологии Роспотребнадзора и НПП «Мелитта» Ушаков И.Б. (научный руководитель), Гольдштейн Я.А., Камруков А.С., Новикова Н.Д., Поликарпов Н.А., Рогожников В.А., Шандала М.Г., Шашковский С.Г., Юзбашев В.Г. удостоен премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники за 2010 г.

Литература:

1. Безопасность пациентов. Доклад Секретариата 59 сессии Всемирной ассамблеи здравоохранения, 4 мая 2006 г., пункт 11.16.
2. http://www.who.int/patientsafety/information_centre/GPSC_Launch_RU.pdf
3. Профилактика внутрибольничных инфекций. Руководство для врачей. М., 1993; 220.
4. Владимиров Ю.А. Физико-химические основы фотобиологических процессов: учебник для вузов/Ю.А. Владимиров, Я.А. Потапенко. – 2-е изд., - М.: Дрофа, 2006. – 285 с.