

Технологии УФ обеззараживания для обработки воды, воздуха и поверхностей

А.И. ВАСИЛЬЕВ¹, С.В. КОСТЮЧЕНКО¹, Н.Н. КУДРЯВЦЕВ², Д.А. СОБУР¹,
Д.В. СОКОЛОВ¹

¹ НПО «ЛИТ», Москва; ² МФТИ, Московская обл., г. Долгопрудный
E-mail: lit@npo.lit.ru

Аннотация

Приведён обзор основных современных достижений в разработке, производстве и применении УФ бактерицидных ламп и облучательных установок с ними для обеззараживания воды, воздуха и поверхностей. Показано, что НПО «ЛИТ» занимает достойное место среди крупнейших мировых производителей таких ламп и установок.

Ключевые слова: УФ излучение, УФ облучение, ртутная лампа, амальгамная лампа, УФ излучающий диод, УФ установка, УФ станция, НПО «ЛИТ».

История применения искусственного УФ излучения насчитывает уже более 100 лет. Например, то, что оно обеззараживает воду и воздух, узнали и начали использовать в конце XIX – начале XX вв, но осознание того факта, что УФ излучение – уникальный инструмент для инициирования или проведения многих физико-химических процессов на поверхности и в объёме разных сред, появилось лишь в 1970–90-х гг., когда, с одной стороны, обозначился спектр задач

в химии, биологии, медицине, материаловедении, экологии и т.д., где химические методы оказались либо бессильны, либо дороги, либо неэкологичны, а с другой стороны, стала понятна природа многих химических, физических и биологических процессов на атомно-молекулярном уровне.

В настоящее время технологии на основе УФ облучения динамично развиваются в промышленности, медицине, коммунальном хозяйстве, энергетике, сельском хозяйстве и т.д. благодаря серьёзным инвестициям в разработки и промышленное производство современных мощных высокоэффективных источников УФ излучения и облучательных приборов с ними, что, в свою очередь, диктуется масштабами применения этих технологий в той или иной из вышеназванных областей [1].

При этом «мотором» развития применений УФ облучения в последние 25 лет являлась задача обеззараживания природных и сточных вод. Именно её масштабность побудила ведущие мировые институты и светотехнические компании поднять на новый качественный уровень разработку и производство УФ источников излучения:

фактически были созданы новые типы этих источников, которые обеспечили и новые возможности применения УФ излучения в других областях.

Необходимость обеззараживания воды в промышленных масштабах нехимическими методами возникла на рубеже 1980–90-х гг., когда был выявлен тотальный вред, наносимый человеку и природе хлором и его производными при традиционном хлорировании природных и сточных вод. Жёсткие нормативные ограничения на содержание в воде хлорпроизводных, с одной стороны, и существенно возросшие в те же 1990-е гг. общие гигиенические требования, в том числе по микробиологии (вирусы и т.д.), с другой, вынудили менять как общие технологические подходы к очистке природных и сточных вод, так и подходы к обеззараживанию [2–5].

В коммунальном хозяйстве и индустрии начали опробоваться и осваиваться в промышленных масштабах озонирование, микро-, ультра- и нанофльтрация, УФ обработка, замена жидкого хлора более безопасными хлорагентами, сочетания этих технологий, обеспечивающих повышение качества очистки воды, её санитарной и экологической безопасности [6].

Именно этот опыт и практика из технологии малых расходов и особых условий применения превратили УФ технологию за эти годы в экономически эффективную базовую технологию глубокого обеззараживания воды, широко применяемую как самостоятельно, так и в сочетании с другими вышеназванными технологиями. Для этого понадобилось разработать



Рис 1. УФ система обеззараживания на Северной водопроводной станции (г. Санкт-Петербург) производительностью 1 584 000 м³/сут. (Всего 3888 ламп типа ДБ350, суммарная потребляемая мощность 1,36 МВт)



Рис 2. Станция УФ обеззараживания поверхностной воды (г. Будапешт, Венгрия). (Всего 600 ламп типа ДБ350, суммарная потребляемая мощность 210 кВт)

и освоить выпуск крупных промышленных устройств на основе мощных источников УФ излучения для создания станций приготовления питьевой воды и очистки сточных вод практически любой производительности.

Примером соответствующих решений являются водопроводные станции Санкт-Петербурга, Нижнего Новгорода, Будапешта, Нью-Йорка и многих других городов. В 2003–2008 гг. ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» реализовало комплексную модернизацию системы обеззараживания воды. Итогом модернизации стало создание крупнейшего в мире комплекса УФ станций, который охватывает водоснабжение Санкт-Петербурга и его пригородов [7]. На рис. 1¹ представлена одна из девяти УФ систем для подготовки питьевой воды в Санкт-Петербурге – Северная водопроводная станция (крупнейшая в Европе).

Крупнейший в ЕС проект станции УФ обеззараживания в системе подготовки хозяйственной воды реализован в Будапеште (Венгрия). Производительность станции 600 тыс. м³/сут. (рис. 2) [8].

В индустриально развитом мире намечился и идёт тотальный переход от хлорирования сточных вод на УФ обеззараживание. Так, в США уже более 65% объёма сточных вод обрабатывается УФ облучением, а в России – примерно 30%.

Крупнейший в мире УФ комплекс обеззараживания сточных вод в составе четырёх УФ станций обеззараживает все коммунальные сточные воды Москвы с проектной производительностью 3 млн м³/сут (рис. 3).

Столь же интенсивно внедряется технология УФ обеззараживания сточных вод в передовых странах Азии (Республика Корея, Малайзия, КНР). На рис. 4 представлена запущенная в Пекине 2016 г. УФ-станция производительностью 780000 м³/сут. [9].

В последние годы можно наблюдать аналогичную, с опозданием на несколько лет, динамику применения УФ излучения в задачах обеззараживания и очистки воздуха [10–13]. Человек в урбанизированном мире

¹ Представленные на этом и всех последующих рисунках УФ лампы и (или) комплексное облучательное оборудование с ними разработаны, изготовлены, поставлены и сданы в эксплуатацию НПО «ЛИТ».

Рис. 3. УФ станция обеззараживания на Курьяновских очистных сооружениях (г. Москва). (Всего 6120 ламп типа ДБ600В, суммарная потребляемая мощность 3,7 МВт)



Рис. 4. Станция УФ обеззараживания сточной воды (г. Пекин). (Всего 864 лампы типа ДБ900НО, суммарная потребляемая мощность 700 кВт)



всё чаще проводит время в замкнутом пространстве: дома, на работе, в школе, в вузе, в транспорте, даже на отдыхе. И если раньше здания и сооружения проектировались с учётом высокого качества наружного воздуха и значительной доли естественной вентиляции, то сейчас для достижения комфортных условий масштабно применяются кондиционирование и воздушное отопление, в том числе на основе частичной рециркуляции в целях энергосбережения и т.п., что ставит принципиально новые требования к качеству воздушной среды.

Глобальные миграции и коммуникации населения по всей планете, с их концентрацией в урбанизированном пространстве с большим временем пребывания в местах массового скопления людей кардинально обострили ситуацию с распространением инфекционных заболеваний, передающихся воздушно-капельным путём. Те же эпидемии гриппа в последние 20–30 лет уже перестали быть локальным территориальным явлением.

Если раньше приоритет всегда отдавался химическим показателям качества воздушной среды, то теперь,

с учётом вышеизложенного, микробиологический фактор начинает играть всё большую роль. Обеспечение безопасности воздушной среды не только по химическим, но и по микробиологическим показателям заставило решать задачи экономичного и эффективного обеззараживания больших объёмов воздуха отдельно или в общих схемах его очистки, кондиционирования и т.п.

Поэтому из медицины и пищевой промышленности, с традиционно высокими специальными требованиями по микробиологии воздушной среды, технологии УФ обеззараживания шагнули в системы очистки воздуха общего назначения и на транспорт. Как и в случае обеззараживания воды, новые, более общие задачи привели к востребованности создания этих систем. За последние годы в России создана целая серия облучательных приборов для обеззараживания воздуха и поверхности. Они, например, используются для экстренной обработки операционных и других помещений в больницах, в системах вентиляции, а также на пищевых производствах, в офисах, школах, складах и на транспорте (рис. 5 и 6).

Рис. 5. УФ облучение внутренних поверхностей и воздуха вагонов метрополитена в депо



Рис. 6. УФ модуль, встроенный в вентиляционную систему с производительностью до 15000 м³/ч

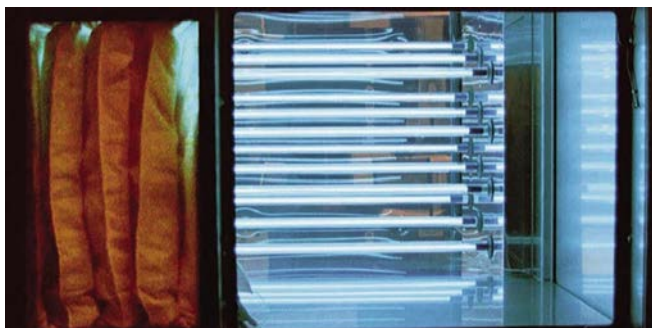


Рис. 7. Платформа с УФ лампами, навешиваемая на тракторы



Фотосинтез, фотокатализ и фотополимеризация на поверхностях, в жидкостях и газах с использованием УФ излучения разного спектрального диапазона нашли применение в микроэлектронике, химической, фармацевтической, полиграфической и других отраслях промышленности, а процессы так называемого «активированного фотоокисления» начинают широко применяться для очистки газов и жидкостей от микропримесей [1, 14].

Существенно расширились исследования в области использования фотобиологического действия УФ излучения (например, для стимулирования роста и повышения стрессоустойчивости растений (рис. 7)), и это далеко не полный перечень современного использования УФ излучения как высокоточного инструмента воздействия на процессы и среды.

Успех технологий УФ обеззараживания, и прежде всего в обеззараживании воды, был бы невозможен без значительного прогресса в области источников УФ излучения. За последние 20 лет, например, разрядные источники УФ излучения совершили огромный научный и технологический скачок в своём развитии, активно развиваются и такие источники УФ излучения, как полупроводниковые УФ излучающие диоды. Как отмечалось выше, главный стимул развития указанных технологий – задача обеззараживания сред, и основными характеристиками соответствующих источников УФ излучения и ПРА для них являются:

- Бактерицидный поток.
- Бактерицидная отдача (эффективность).
- Срок службы источника.

- Спад бактерицидного потока к концу срока службы источника.
- Срок службы, компактность и стоимость ПРА.
- Безопасность, экологичность и технологичность применения источника.

При этом, по нашему мнению, в качестве источников УФ излучения практически могут использоваться только УФ разрядные лампы и, в некоторой перспективе, полупроводниковые УФ излучатели.

О последних мы знаем следующее:

- Полупроводниковые УФ излучающие диоды ближнего УФ диапазона сейчас переживают бурное развитие [15, 16]. На рынке появились диоды с длинами волн 360–395 нм, которые теснят, например, «традиционные» УФ МГЛ, в частности, на рынке УФ источников излучения для фотоотверждения покрытий..

• В области полупроводниковых диодов УФ-С диапазона наблюдается активное развитие исследований по их применению в системах для обеззараживания воды, воздуха и поверхностей как минимум в специальных приложениях [17, 18]. Появились первые коммерчески доступные диоды, излучающие в диапазоне 255–270 нм, и устройства с ними [19]. В настоящее время появляются работы [20], демонстрирующие большие успехи в развитии УФ-С диодов (в частности, заявленные энергетические КПД в диапазоне 268–278 нм доходят до 5% и более). Правда, полупроводниковые УФ-С излучатели прогрессируют медленнее «обычных» светодиодов, что связано с целым рядом нерешённых физических и технологических проблем [15].

Так, лидер в области УФ-С диодов компания *Crystal IS* (США) предлагает, в частности, диод «Optan» типа UVC LED8–250–280, с максимальным потоком излучения в спектральном диапазоне 250–280 нм 10 мВт при потребляемой мощности 3,6 Вт. Соответственно, энергетический КПД диода – около 0,28%. Столь низкая энергоэффективность обусловлена рядом причин, основными из которых являются безизлучательная рекомбинация зарядов на дислокациях, не попавших в активный слой, несовпадение постоянных решёток полупроводника и подложки, дефекты упаковки, повышенное омическое сопротивление *p-n*-перехода.

Основные эксплуатационные характеристики УФ ламп
на основе ртутного разряда

Параметр	Лампы ВД	«Традиционные» лампы НД	Амальгамные лампы НД
Мощность лампы, Вт	2 000–20 000	15–100	100–1000
Энергетический КПД лампы в бактерицидной области, %	≈ 10–12	≈ 35–40	≈ 35–40
Срок службы лампы	4 000–8 000 ч	12 000–16 000 ч	12 000–16 000 ч
Образование побочных продуктов в воде	возможно	отсутствует	

Серьёзная проблема создания УФ излучающих диодов – получение высоколегированных слоёв *AlGaN n-* и *p-* типов с высоким содержанием *AlN* и обеспечение достаточно низкого рабочего напряжения и малой потребляемой мощности. Один из путей решения этой проблемы – в использовании сверхрешёток и создании промежуточного слоя между подложкой и полупроводником для согласования постоянных решёток. Работы в этом направлении активно ведутся [21], а ведущие производители готовятся к стандартизации, в ближайшее время, методов измерений электрических и радиоэлектрических характеристик УФ-С диодов (действуя под эгидой Международной ультрафиолетовой ассоциации (IUVA)) [22].

Срок службы современных УФ-С диодов с длинами волн 255–265 нм, например, тоже достаточно низок – около 1000 ч, при спаде потока излучения до 50%. Тем не менее такие излучатели уже применяются, в частности, в приборах по измерению пропускания воды (тау-метры) и в устройствах экспресс-биотестирования (приборы для измерения кривой бактерицидной чувствительности (ПИКЧ)) [19].

Основными источниками УФ излучения широкого применения являются разрядные УФ лампы. Они позволяют получать энергоэффективно большие удельные потоки излучения, имеют довольно большой срок службы и достаточно просты в эксплуатации. В зависимости от условий разряда и состава наполнения этих ламп они могут иметь непрерывный и (или) линейчатый спектры излучения. Для разных применений сегодня выпускаются ртутные, металлогалогенные, водородные, эксимерные и другие разрядные УФ лампы, колбы которых выполняются из достаточно прозрачных для УФ излучения стёкол, чаще всего кварцевых и увиолевых. По способу подвода энергии лампы разделяются на электродные и безэлектродные, с непрерывным и импульсным режимами работы [1, 23].

Электрический разряд в парах ртути в смеси с благородными газами – основной источник бактерицидного УФ излучения в настоящий момент [1, 23]. Лампы с таким разрядом подразделяют на ртутные лампы НД, амальгамные лампы НД и ртутные лампы ВД (по отечественной классификации,

что соответствует термину «лампы с разрядом среднего давления», распространённому за рубежом). Основные сравнительные эксплуатационные характеристики данных ламп приведены в таблице.

Главным преимуществом источников на основе ртутного разряда НД является высокий энергетический КПД в бактерицидной области спектра, который при оптимальных параметрах разряда современных мощных ламп составляет 35–40% [24].

Лампы ВД имеют характерный «полосатый» спектр излучения, соответствующий значительно меньшему указанному КПД.

Амальгамные же лампы, хоть и являются ртутьсодержащими, но экологически значительно безопасней.

В настоящее время мировые производители амальгамных ламп НД *Philips* (Нидерланды), *LightTech/LSI* (Венгрия/США), *Heraeus Noblelight* (Германия), НПО «ЛИТ» (Россия/Германия) и др. предлагают лампы мощностью от 50 до 1000 Вт с энергетическим КПД в бактерицидной области от 30 до 40% и полезным сроком службы до 16000 ч. В России лидер в области разработки и производства мощных амальгамных ламп – НПО «ЛИТ», которое имеет два ламповых произ-

водства: первое и главное находится в Москве и работает с 1996 г, а второе открылось в Германии в 2010 г. (рис. 8). Компания «ЛИТ» производит широкую гамму УФ ламп для обеззараживания воды и воздуха. Самая мощная из них – 1000-ваттная ДБ1000. В 2014 г. начато производство озонгенирующих ламп с излучением в линии ртути 185 нм для специальных применений.

На базе этих УФ ламп НД выпускаются установки для обеззараживания воды с единичной производительностью от 0,5 до 10000 м³/ч. К крупнейшим производителям их можно отнести *Trojan* (Канада), НПО «ЛИТ» (Россия/Германия), *Wedeco Xylem* (Германия/США), *Halma group (Hanovia, Aquionics, Berson)* (Великобритания/США/Нидерланды), *Calgon Carbon* (США) и *NewLand* (КНР).

Традиционно УФ лампы ВД мощностью 0,1–20 кВт производят *Philips* (Нидерланды), *LightTech/LSI* (Венгрия/США) и *Heraeus Noblelight* (Германия), а лидеры по производству УФ установок на этих лампах – *Trojan* (Канада), *Atlantium* (Израиль) и *Berson* (Нидерланды).

Можно отметить и другие разрядные источники УФ излучения, которые по ряду причин не получили ши-



Рис. 8. Производство амальгамных ламп

рокого распространения: например, ксеноновые импульсные и эксимерные лампы:

- Первые нашли применение только в специальных задачах обеззараживания, но и там применяются весьма ограниченно из-за низкого срока службы (100–1000 ч), относительно низкой бактерицидной эффективности (8–10%) и дороговизны комплекта лампы-ЭПРА [25].

- Эксимерные лампы излучают за счёт распада специальных молекул, представляющих собой возбуждённый комплекс атомов. Это могут быть молекулы из разных атомов (например, XeF^*) или из одинаковых (например, Ar_2^*). Излучение эксилламп узкополосное, а максимумы полос излучения в зависимости от используемой молекулы лежат в диапазоне длин волн 120–360 нм. Энергетический КПД ряда в этих лампах зависит от мощности и при малых мощностях (порядка 10–20 Вт) может достигать 25%. Энергетический КПД в УФ области спектра эксимерных ламп почти вдвое ниже, чем у УФ ртутных ламп НД, и с повышением мощности ощутимо падает. Применение таких источников для обеззараживания в промышленных масштабах сдерживается малой бактерицидной эффективностью, высокой стоимостью и сложностью ПРА. В нашей стране лидером в области разработки и производства эксимерных ламп является Институт сильноточной электроники СО РАН (Томск). А в 2006–2009 гг. коммерчески доступное устройство для обеззараживания воды («Instant Trust») разработала компания Philips Lighting.

Заключение

Высокая эффективность УФ облучения делает его незаменимым элементом современной системы подготовки питьевой воды. Внедрение УФ облучательного оборудования для обеззараживания сточных вод позволяет ликвидировать хлорное хозяйство на действующих очистных сооружениях, которое представляет потенциальную опасность для населения и окружающей среды. Системы для обеззараживания воздуха и поверхностей получают не меньшее распространение, чем системы для УФ обработки воды. Для их развития, возможно, потребуется больше времени и усилий, прежде всего в части создания необ-

ходимой нормативной базы и продвижения самой технологии УФ облучения в медицину, пищевую промышленность, на транспорт.

«Сердце» УФ установок любого типа – источник УФ излучения. Наибольшее распространение и развитие в последнее время получили УФ амальгамные лампы НД, их прогресс за последние 20 лет очевиден. Ведущие мировые компании освоили производство таких ламп мощностью до 800–1000 Вт. Активно развиваются и полупроводниковые источники бактерицидного излучения. Компания «ЛИТ», равно как и другие производители УФ установок, с интересом наблюдает и отмечает прогресс в разработке такого рода источников, однако считает их пока не конкурентными с «традиционными» разрядными УФ лампами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ультрафиолетовые технологии в современном мире: Коллективная монография / Ф.В. Кармазинов, С.В. Костюченко, Н.Н. Кудрявцев, С.В. Храменков. – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2012. – 392 с.
2. Альшин В.М., Безделин С.М., Волков С.В., Гильбух А.Я., Дрожжин В.В., Жуков В.И., Калинин А.В., Костюченко С.В., Кудрявцев Н.И., Куркин Г.А., Смирнов А.Д., Якименко А.В. Применение технологии УФ-облучения воды взамен первичного хлорирования // Водоснабжение и санитарная техника. – 1996. – № 12. – С. 13–16.
3. СанПиН 2.1.5.980–00. 2.1.5. «Водоотведение населённых мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. Санитарные правила и нормы».
4. Новиков Ю.В., Цыплакова Г.В., Тулакин А.В., Амлеева Г.П., Трухина Г.М., Королев А.А., Богданов М.В., Жолдакова З.И., Костюченко С.В., Якименко А.В. Гигиенические аспекты обеззараживания сточных вод ультрафиолетовым излучением // Гигиена и санитария. – 2000. – № 1. – С. 12–14.
5. СанПиН 2.1.4.1074–01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения».
6. Дзиминкас Ч.А., Костюченко С.В. Консолидация современных технологий при подготовке питьевой воды на Слуденской водопроводной станции.г. Нижний Новгород // Водочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. – 2011. – № 3. – С. 52–60.
7. Костюченко С.В., Нефёдов Ю.И., Зайцева С.Г. Опыт водоканала Санкт-Петербурга

при внедрении безопасных технологий обеззараживания питьевой воды // Водочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. – 2008. – № 17. – С. 43–49.

8. Чёрней Г., Кудрявцев Н.Н., Костюченко С.В., Волков С.В., Хан А.С., Левченко Д.А. Многобарьерная схема обеззараживания. Внедрение современных методов дезинфекции при подготовке питьевой воды в системе централизованного водоснабжения г. Будапешта // ВодаMagazine. – 2012. – № 1.

9. Костюченко С.В., Волков С.В., Кузьмин А.В., Лысый Е.О., Ортель В., Давыдов Д.В., Ткачёв А.А., Баранов В.Л. Опыт внедрения современных систем обеззараживания ультрафиолетовым излучением в Пекине (КНР) // Вода magazine. – 2017. – № 5. – С. 16–19.

10. Kowalsky W.J. Ultraviolet Germicidal Irradiation Handbook. – Berlin: Springer, 2009.

11. Вильк М.Ф., Полякова В.А., Лебедева Н.С., Гунн Е.К., Большаков Б.В., Карев А.В., Костюченко С.В., Дубровская Т.А., Ершов А.В., Кудрявцев Н.Н. Применение ультрафиолетового облучения воздуха в Московском метрополитене // Гигиена и санитария. – 2007. – № 2. – С. 17–23.

12. Вассерман А.Л., Шандала М.Г., Юзбашиев В.Г. Ультрафиолетовое излучение в профилактике инфекционных заболеваний. – М.: Медицина, 2003. – 208с.

13. СанПиН 2.1.3.2630–10 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность».

14. Advanced Oxidation Processes for Water and Wastewater Treatment / Ed. by S. Parsons, 2004., IWA Publishing, ISBN: 1 843390175.

15. UV LED market to grow from \$90m to \$520m in 2019 // Semiconductor today. – 2015. – Vol.10, issue 1, Feb. – P. 80–81.

16. Kneissl M., Kolbe T., Würtele M., Hoa E. Development of UV–LED Disinfection: Report within WP2.5: Compact Units for Decentralised Water Supply. – Techneau. – Feb., 2010.

17. Pagan J. UV–C LEDs versus Mercury Vapor – A System Level Comparison / Proc. IUVA Congress, Vancouver, 2016.

18. Beck S.E., Jeanis K.M., Inden K.G., Ryu H., Boczek L., Cashdollar J., Lawal O.R. Optimizing Pathogen Inactivation at Low Energy Cost with a Tailored, Multiple-Wavelength UV LED Unit / Proc. IUVA Congress, Vancouver, 2016.

19. URL: <https://www.aquisense.com/> (дата обращения: 20.06.2017).

20. Moe C. UV–C Light Emitting Diodes // Radtech Report. – 2014. – Issue 1. – P. 45–49.

21. Pagan J., Lawal O. Coming of age – UVC–LED Technology Update // IUVA news. – 2015. – Vol. 17, Issue 1.

22. Pagan J., Lawal O. Proposed Testing Protocol for Measurement of UV–C LED Lamp Output // IUVA news. – 2015. – Vol. 17, Issue 2. – P. 9.

23. Справочная книга по светотехнике / Под ред. Ю.Б. Айзенберга. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Знак, 2006. – 972 с.

24. van der Meer M., van Lierop F., Sokolov D. The analysis of modern low pressure amalgam lamp characteristics. URL: <http://www.dafp.de/wp-content/uploads/2015/10/The-analysis-of-modern-low-pressure-amalgam-characteristics.pdf> (дата обращения: 20.06.2017).

25. Васильяк Л.М., Вассерман А.Л. Обеззараживание воздуха и поверхностей импульсным УФ-излучением // Hi+Med. Высокие технологии в медицине. – 2014. – Т. 5, № 27.

О творческом отчёте Ю.Б. Айзенберга

С огромным интересом прочёл (Светотехника. – 2017. – № 3. – С. 52–63) необычную, но очень интересную, познавательную и актуальную статью о многолетней творческой, научной и разносторонней работе патриарха российской и мировой светотехники Ю.Б. Айзенберга, написанную им (преодолев в данном случае ненужную скромность) просто блестяще со всех точек зрения. Работа (творческий отчёт) выполнена благодаря инициативе нынешнего главного редактора журнала «Светотехника» профессора В.П. Будака.

Вместе с тем в отчёте не упомянут или же недостаточно подчёркнут ряд важных фактов:

- Ю.Б. Айзенберг в содружестве с сотрудниками сохранили «Светотехнику» в тяжёлые, кризисные 90-е гг. Ведь журнал был (да и остаётся) «настольной книгой» и своего рода «маячком» для светотехников.

- В 2006 г. (в год 75-летия журнала «Светотехника») вышел специальный, уникальный выпуск журнала (объёмом в 172 с.) – «Летопись статей (1932–2006)» под общей редакцией доктора техн. наук, профессора Ю.Б. Айзенберга. Этот библиографический справочник содержит около 6000 наименований статей по 14 разделам, давая представление о развитии светотехнической науки и отрасли. В то же время была издана, на английском языке, и библиография журнала «*Light & Engineering*»

за 14 лет (1993–2006). Спонсоры обоих изданий – фирмы «Световые Технологии» (президент Д.О. Налогин) и «Спецэлектромонтаж» (президент М.Ю. Фолин).

- С 1977 г. начали выходить, по инициативе Ю.Б. Айзенберга, выпуски серии «Библиотека светотехника» – небольшие брошюры, предназначенные в основном для инженеров-светотехников и техников, занимающихся проектированием и эксплуатацией осветительных установок разного назначения. Вышло свыше четырёх десятков брошюр. В редакционную коллегию входили Ю.Б. Айзенберг, А.Е. Атаев, С.А. Клюев, А.Б. Матвеев, Р.И. Пашковский, П.В. Пляскин и Г.Р. Шахпаруянц, которых нельзя не упомянуть.

- В 1991 г. в Москве состоялся учредительный съезд Светотехнического общества, и одним из основных его организаторов был Ю.Б. Айзенберг.

В заключение хочу напомнить несколько знаменательных дат 2017 г.:

- 25 лет с основания журнала «*Light & Engineering*»;

- 90 лет с первой Всесоюзной светотехнической конференции и первой Всесоюзной выставки;

- 80 лет с начала участия светотехников СССР, а теперь и России, в работе МКО.

*Е.А. Лесман, инж.-энергетик,
корреспондент журнала
«Светотехника» в Санкт-Петербурге*

Глубокоуважаемый Юлиан Борисович!

С интересом прочёл (и даже, можно сказать, изучил) Ваш творческий отчёт, опубликованный в журнале «Светотехника» № 3 за этот год.

Невероятно, как много Вы смогли сделать! И очень горжусь, что кое в каких из Ваших дел принимал участие. Вспоминаю и обучение английскому, и нашу поездку в США в 1990 г.

Кстати, я продолжаю вместе с моим приятелем Кузьмой Стекловым (на-

сколько помню, я передал Вам первое издание «Оконной истории в лицах») писать о некоторых приключениях, случившихся в моей жизни. Однако не могу даже приблизиться к тому, что успели совершить Вы.

С уважением,

*А.В. Спиридонов,
кандидат техн. наук,
ФГБУ «НИИСФ РААСН», Москва*



Васильев Александр Иванович, кандидат техн. наук. Окончил в 1968 г. МФТИ. Главный научный сотрудник НПО «ЛИТ»



Костюченко Сергей Владимирович, кандидат физ.-мат. наук. Окончил МФТИ. Председатель совета директоров НПО «ЛИТ»



Кудрявцев Николай Николаевич, доктор физ.-мат. наук, профессор. Окончил в 1973 г. МФТИ. Ректор МФТИ. Член-корреспондент РАН



Собур Денис Анатольевич, кандидат физ.-мат. наук. Окончил МФТИ. Заведующий светотехнической лабораторией НПО «ЛИТ»



Соколов Дмитрий Владимирович, кандидат техн. наук. Окончил МЭИ. Руководитель службы разработки НПО «ЛИТ»