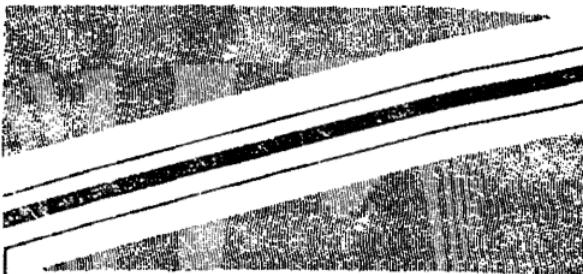


МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ  
И МЕДИЦИНСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ Р.Ф.



МЕТОДИЧЕСКИЕ  
УКАЗАНИЯ  
по применению  
БАКТЕРИЦИДНЫХ  
ЛАМП  
для обеззараживания  
воздуха  
и поверхностей  
в помещениях

Москва 1995 г.

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ И МЕДИЦИНСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ Р.С.

"УТВЕРЖДАЮ"

Начальник Управления по профилак-  
тической медицине Централизованно-

го Р.Ф. Р.И. ХАЛИТОВ *Р.И. Халитов*

в 1995  
28 февраля 1995 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ  
БАКТЕРИЦИДНЫХ ЛАМП ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЗИВАНИЯ  
ВОЗДУХА И ПОВЕРХНОСТЕЙ В ПОМЕЩЕНИЯХ

Москва 1995

Методические указания подготовлены коллективом авторов от ряда организаций: НИИ профилактической токсикологии и дезинфекции (М.Г. Шандала, академик РАМН-руководитель разработки, В.Г. Дебатов, канд.мед.наук-руководитель медицинской группы), НИИ "Зенит" (А.Л.Вассерман, канд.техн.наук – руководитель инженерной группы), НИИ гигиены им.Ф.Ф.Эрисмана (В.В.Владавец, докт. мед.наук), НИИ медицинского приборостроения (Елисеев В.И., инженер), Научно-исследовательский светотехнический институт (В.Г. Игнатьев, канд.техн.наук), НИИ строительной физики (В.И.Каракев, канд.техн.наук), НИИ общей и коммунальной гигиены им. А.Н. Сысина (Скобарева, канд.мед.наук), Информационно-аналитический центр Госкомсанэпиднадзора РФ (М.К.Недогибченко, сан.врач, Н.Е. Стрелкова, врач-эпидемиолог).

## СОДЕРЖАНИЕ

ЗВЕДЕНИЕ	стр. 3
1. Бактерицидное действие ультрафиолетового излучения	4
2. Бактерицидные лампы	9
3. Бактерицидные облучатели	16
4. Методы измерения бактерицидного излучения. Измерительная аппаратура	21
5. Области и методы применения бактерицидных ламп. Облучательные установки.	23
6. Требования безопасности и правила эксплуатации облучательных установок с бактерицидными лампами	36
7. Санитарно-гигиенические показатели	36
8. Санитарно-эпидемиологический надзор за приме- нением бактерицидных ламп	40
9. Используемые термины, величины и единицы измере- ния. Список литературы Приложения.	42
1. Схемы включения бактерицидных ламп	43
2. Спектральный метод измерения ультрафиолетового излучения бактерицидных ламп	55
3. Бактериологический контроль за применением бак- терицидных ламп.	58
4. Перечень организаций, оказывающих услуги по приме- нению бактерицидных ламп	60

## ЗАДЕРЖКА

Борьба с инфекционными заболеваниями всегда считалась актуальной задачей. Один из путей успешного решения этой задачи заключается в широком применении бактерицидных ламп. С момента появления в нашей стране первого документа по применению бактерицидных ламп прошло более 40 лет. За прошедший период существенно обновился ассортимент бактерицидных ламп и облучательных приборов, проведены многочисленные микробиологические исследования значений бактерицидных экспозиций (доз) для достижения необходимого уровня бактерицидной эффективности с различными видами микроорганизмов при их облучении излучением с длиной волны 254 а также разработаны промышленные образцы бактерицидных облучателей.

Принимая решение о выпуске новой редакции методических указаний коллектив авторов руководствовался целью использовать накопленный опыт применения бактерицидных ламп и создать документ, отражающий современные требования и позволяющий существенно расширить масштабы их использования.

Из многочисленных областей применения бактерицидных ламп методические указания охватывают только обеззараживание воздуха и поверхностей в помещениях, как один из наиболее действенных методов борьбы с болезнетворными микроорганизмами. Важно отметить, что применение бактерицидных ламп требует строгого выполнения мер безопасности, исключающих вредное воздействие на человека ультрафиолетового излучения, озона и паров ртути.

Методические указания рассчитаны на работников лечебных учреждений и органов санитарно-эпидемиологического надзора, а также лиц, занимющихся проектированием и эксплуатацией облучательных установок.

Методические указания являются базой для составления должностных инструкций по обслуживанию бактерицидных установок средним и младшим медицинским и техническим персоналом.

Они носят рекомендательный характер и позволяет на более высоком уровне выполнить требования существующих нормативных документов, регламентирующих санитарные правила по содержанию различных лечебных, детских, бытовых и производственных помещений, оборудованных облучательными установками с бактерицидными лампами.

Пользователи бактерицидных облучателей должны учитывать, что УФ-излучение не может заменить санитарно- противоэпидемические мероприятия, а только дополнить их в качестве заключительного звена обработки помещений.

### I. БАКТЕРИЦИДНОЕ ДЕЙСТВИЕ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Ультрафиолетовое излучение, как известно, обладает широким диапазоном действия на микроорганизмы, включая бактерии, вирусы, споры и грибы. Однако, в связи с установившейся практикой, это явление называют бактерицидным действием, связанное с необратимым повреждением ДНК микроорганизмов и приводящее к гибели всех видов микроорганизмов. Спектральный состав ультрафиолетового излучения, вызывающий бактерицидное действие, лежит в интервале длин волн 205-315 нм. Зависимость бактерицидной эффективности в относительных единицах  $S(\lambda)$  отн. от длины волны излучения  $\lambda$  приведена в виде кривой на рис. I и таблицы I.

Таблица I

$\lambda$ , нм	$S(\lambda)$ отн.	$\lambda$ , нм	$S(\lambda)$ отн.
205	0,0000	260	0,950
210	0,009	265	1,000
215	0,066	270	0,980
220	0,160	275	0,900
225	0,260	280	0,760
230	0,360	285	0,540
235	0,460	290	0,330
240	0,560	295	0,150
245	0,660	300	0,030
250	0,760	305	0,006
255	0,860	310	0,001
		315	0,0000

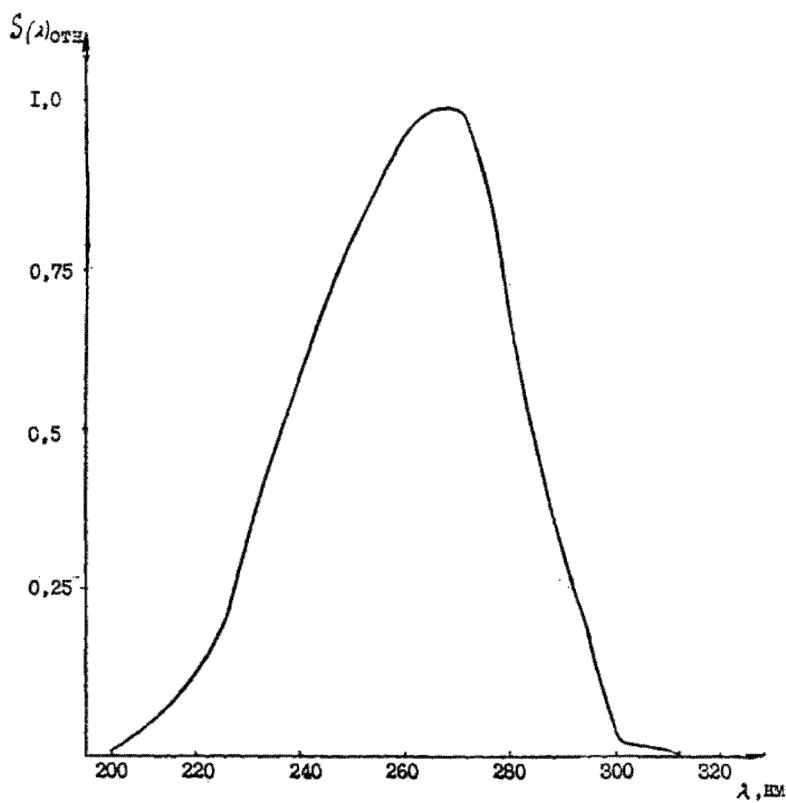


Рис. I. Кривая относительной спектральной бактерицидной эффективности .

## 6.

По этим данным максимум бактерицидного действия приходится на длину волны 265 нм согласно последним публикациям (4,5), а не 254 нм, как считалось ранее (15). В соответствии с этим в принятой системе эффективных единиц, оценивающих параметры ультрафиолетового излучения, за единицу бактерицидного потока принят поток излучения с длиной волны 265 нм, мощностью один ватт, а не длиной волны 254 нм мощностью один бакт. Переходной коэффициент между этими системами единиц для максимумов бактерицидного действия равен 0,86, т.е. 1 бакт.= 0,86 Ватт.

Бактерицидный поток источника ультрафиолетового излучения оценивается соотношением:

395

$$\Phi_{\text{бк}} = \int_{205}^{395} \Phi_e(\lambda) \cdot S(\lambda) d\lambda, \text{ Вт},$$

где  $S(\lambda)$  отн. - спектральная бактерицидная эффективность в относительных единицах;

$\Phi_e(\lambda)$

- спектральная плотность потока излучения, Вт/нм;

$\lambda$

- длина волны излучения, нм.

Тогда другие величины и единицы можно определить с помощью следующих выражений.

Энергия бактерицидного излучения:

$$W_{\text{бк}} = \Phi_{\text{бк}} \cdot t, \text{ Дж}, \text{ где } t - \text{ время действия излучения, с.}$$

Бактерицидная облученность:

$$E_{\text{бк}} = \frac{W_{\text{бк}}}{S}, \text{ Вт/м}^2, \text{ где } S - \text{ площадь облучаемой поверхности, м}^2.$$

Бактерицидная экспозиция (в фотобиологии называется дозой):

$$H_{\text{бк}} = \frac{\Phi_{\text{бк}} \cdot t}{S} = \frac{W_{\text{бк}}}{S} \cdot t, \text{ Дж/м}^2$$

Объемная плотность бактерицидной энергии:

$$E_{4x\text{ бк}} = \frac{W_{\text{бк}}}{V}, \text{Дж/м}^3, \text{где } V - \text{объем облучаемой воздушной среды, м}^3.$$

Микроорганизмы относятся к кумулятивным фотобиологическим приемникам, поэтому бактерицидная эффективность должна быть пропорциональна произведению облученности на время, т.е. определяться дозой. Однако, нелинейная характеристика фотобиологического приемника ограничивает возможность широкой вариации значениями облученности и времени при одинаковой бактерицидной эффективности. В пределах допустимой ошибки можно менять соотношение облученности и времени в интервале 5-10 кратных вариаций.

Количественная оценка бактерицидного действия  $I_{\text{бк}}$  характеризуется отношением числа погибших микроорганизмов  $N_k$  к их начально-му числу  $N_0$  и оценивается в процентах.

$$I_{\text{бк}} = \frac{N_k}{N_0} \cdot 100\%.$$

Зависимость бактерицидной эффективности  $I_{\text{бк}}$  от дозы  $H_{\text{бк}}$  для микроорганизмов можно выразить с помощью уравнения

$I_{\text{бк}} = (a \ln H_{\text{бк}} + b) \cdot \%$ ,  
которое отражает известный закон Вебера-Фехнера, устанавливающий связь между физическим воздействием на биологический объект и его реакцией. Это уравнение можно преобразовать к виду

$$H_{\text{бк}} = \exp \left( \frac{I_{\text{бк}} - b}{a} \right), \text{Дж/м}^2$$

Оно позволяет определить необходимое значение дозы, если задаться требуемым уровнем бактерицидной эффективности.

В приведенной таблице 2 указаны экспериментальные значения доз и бактерицидной эффективности для некоторых видов микроорганизмов при их облучении излучением с длиной волны 254 нм и значения вспомогательных коэффициентов "а" и "в" в вышеприведенных уравнениях.

Таблица 2

Виды микроорганизмов	Дозы, Дж/м <sup>2</sup> .					Значение вспомогательных коэффициентов
	90	99,9	а	в		
I	2	3	4	5		
<b>Бактерии</b>						
<i>Staphylococcus aureus</i> (Золотистый ста- филококк)	49	66	34,4	- 44,3		
<i>Staph. epidermidis</i> (эпидермальный ста- филококк)	33	57	18,2	27		
<i>Streptococcus-haemolyticus</i> (гемолитич. стрепто- кокк)	21	53	10,3	59		
<i>Str. viridans</i> (зеленящий стрептококк)	20	38	15,4	44,0		
<i>Corynebacterium diph-</i> (дифтерийная палочка) <i>tebio</i>	34	65	15,3	36,0		
<i>Mycobacterium tuberculosis</i> (туберкулезная палоч- ка)	54	100	16,0	26,0		
<i>Sarcina flava</i> (желтая сарцина)	197	264	33,8	88,7		
<i>Bacillus subtilis</i> (споры сенной палочки)	120	220	16,3	12		
<i>Escherichia coli</i> (кишечная палочка)	30	66	12,6	47,2		
<i>Salmonella typhi</i> (брешнотифозная палочка)	21	41	14,8	45,0		
<i>Shigella</i> (дизентерийная палочка)	16	42	10,3	62,0		
<i>Salmonella enteritidis</i> (салмонелла энтерити- дис)	40	76	15,4	33,0		
<i>Salmonella typhimurium</i> (салмонелла мышного ти- фа)	80	152	15,4	24,0		
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (синегнойная палочка)	55	105	15,3	28,6		
<i>Enterococcus</i> (энтерококк)	40	120	7,0	56,8		
<b>Вирусы</b>						
Вирус гриппа	36	66	16,3	31,5		
Бактериофаг кишечной палочки	36	66	16,3	31,5		
<b>Грибы</b>						
Дрожжевые грибы	314-640	-	-	-		
Дрожжеподобные грибы (рода <i>Candida</i> )	120	-	-	-		
Плесневые грибы	120-1800	364-3300	-	-		

## 2. БАКТЕРИЦИДНЫЕ ЛАМПЫ

Электрические источники излучения, спектр которых содержит излучение диапазона длин волн 205-315 нм, предназначенные для целей обеззараживания, называют бактерицидными лампами. Наибольшее распространение, благодаря высокоеффективному преобразованию электрической энергии, получили разрядные ртутные лампы низкого давления, у которых в процессе электрического разряда в аргонортутной парогазовой смеси более 60% переходит в излучение линии 253,7 нм. Ртутные лампы высокого давления не рекомендуются для широкого применения из-за малой экономичности, т.к. у них доля излучения, в указанном диапазоне, составляет не более 10%, а срок службы примерно, в 10 раз меньше, чем у ртутных ламп низкого давления.

Наряду с линией 253,7 нм. обладающей бактерицидным действием, в спектре излучения ртутного разряда низкого давления содержится линия 185 нм, которая в результате взаимодействия с молекулами кислорода образует озон в воздушной среде. У существующих бактерицидных ламп колба выполнена из увиолевого стекла, которое снижает, но полностью не исключает выход линии 185 нм, что сопровождается образованием озона. Наличие озона в воздушной среде может привести при высоких концентрациях к опасным последствиям для здоровья человека вплоть до отравления со смертельным исходом.

В последнее время разработаны так называемые бактерицидные "безозонные" лампы. У таких ламп за счет изготовления колбы из специального материала (кварцевое стекло с покрытием) или ее конструкции исключается выход излучения линии 185 нм.

Конструктивно бактерицидные лампы представляют собой протяженную цилиндрическую трубку из кварцевого или увиолевого стекла. По обеим концам трубы впаяны ножки со смонтированными на них электродами, заподлицеванными с двух сторон двухтигровыми цоколями.

Бактерицидные лампы питаются от электрической сети напряжением 220В, с частотой переменного тока 50 Гц. Включение ламп в сеть производится через пускорегулирующие аппараты (ПРА), обеспечивающие необходимые режимы зажигания, разгорания и нормальной работы лампы и подавляющие высокочастотные электромагнитные колебания, создаваемы лампой, которые могли бы оказывать неблагоприятные влияния на чувствительные электронные приборы.

ПРА представляют собой отдельный блок, монтируемый внутри облучателя.

Основные технические и эксплуатационные параметры бактерицидных ламп: спектральное распределение потока излучения в области длин волн 205-315 нм; бактерицидный поток  $\Phi_{бк}$ , Вт; бактерицидная отдача, равная отношению бактерицидного потока к мощности лампы

$$\eta_{\lambda} = \frac{\Phi_{бк}}{P_{л}} ,$$

- мощность лампы  $P_{л}$ , Вт;
- ток лампы  $I_{л}$ , А;
- напряжение на лампе  $U_{л}$ , В;
- номинальное напряжение сети  $U_{с}$ , В и частота переменного тока  $f$ , Гц;
- полезный срок службы (суммарное время горения в часах до ухода основных параметров, определяющих целесообразность использования лампы, за установленные пределы, например, спад потока излучения до уровня ниже нормируемой величины (указываемой в ТУ)).

Особенностью бактерицидных ламп является существенная зависимость их электрических и излучательных параметров от колебаний напряжения сети. На рис.2 приведена эта зависимость.

С ростом напряжения сети срок службы бактерицидных ламп уменьшается. Так при повышении напряжения на 20% срок службы снижается до 50%. При падении напряжения сети более, чем на 20%, лампы начинают неустойчиво гореть и могут даже погаснуть.

## II.

В процессе работы ламп происходит уменьшение потока излучения. Особенно быстрое падение потока излучения отмечается за первые десятки часов горения, которое может достигать 10%. При дальнейшем горении скорость спада потока излучения замедляется. Этот процесс иллюстрируется графиком на рис.3. На срок службы ламп влияет число включений. Каждое включение уменьшает общий срок службы лампы приблизительно на 2 часа.

Температура окружающего воздуха и его движение влияют на значение потока излучения ламп. Такая зависимость приведена на рис.4. Необходимо отметить, что "безозонные" лампы практически не чувствительны к изменению температуры окружающего воздуха. С понижением температуры окружающего воздуха затрудняется зажигание ламп, а также увеличивается распыление электродов, что приводит к сокращению срока службы. При температурах меньших  $10^{\circ}\text{C}$  значительное число ламп могут не зажигаться. Этот эффект усиливается при пониженном напряжении сети.

Электрические параметры бактерицидных ламп практически идентичны параметрам обычных люминесцентных ламп, поэтому они могут включаться в сеть переменного тока с ПРА, предназначенными для люминесцентных ламп аналогичной мощности.

В таблице 3 приведены основные параметры современных бактерицидных ламп низкого давления и ПРА.

По виду токоограничивающего элемента существующие ПРА разделяются на две группы: электромагнитные и электронные. По способу зажигания ПРА делятся на стартерные и бесстартерные, по количеству подключаемых ламп - на одноламповые, двухламповые и многоламповые.

Некоторые схемы включения бактерицидных ртутных ламп низкого давления приведены в приложении I.

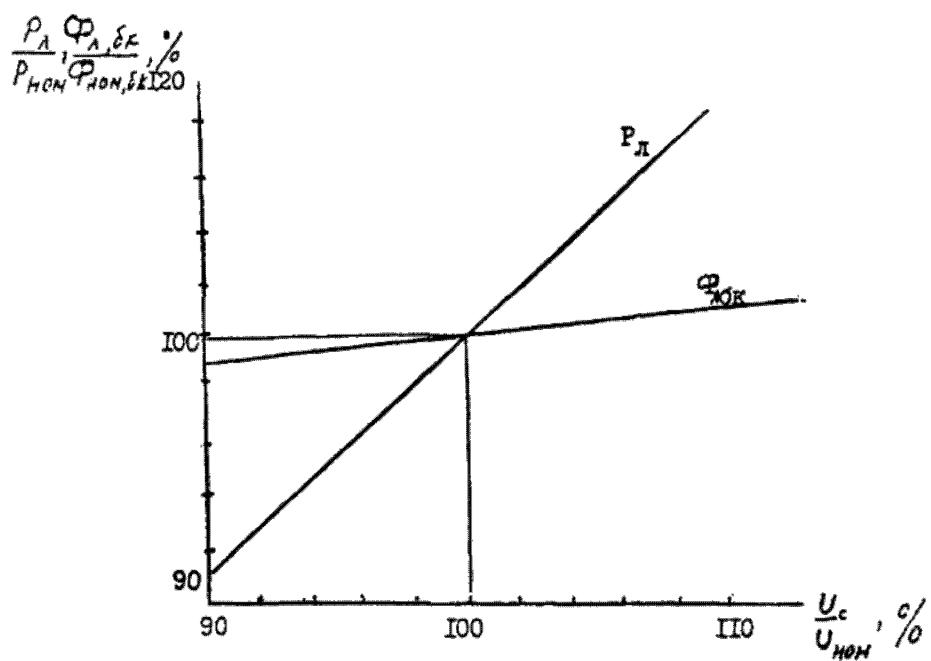


Рис. 2. Зависимость мощности лампы  $P_L$  и потока излучения  $\Phi_L$  от напряжения сети  $U_c$ .

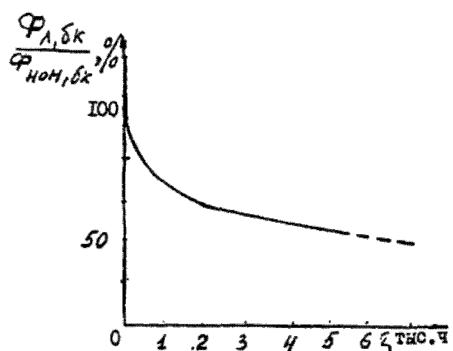


Рис. 3. Спад потока излучения бактерицидной лампы ДРБ 30-І в процессе горения

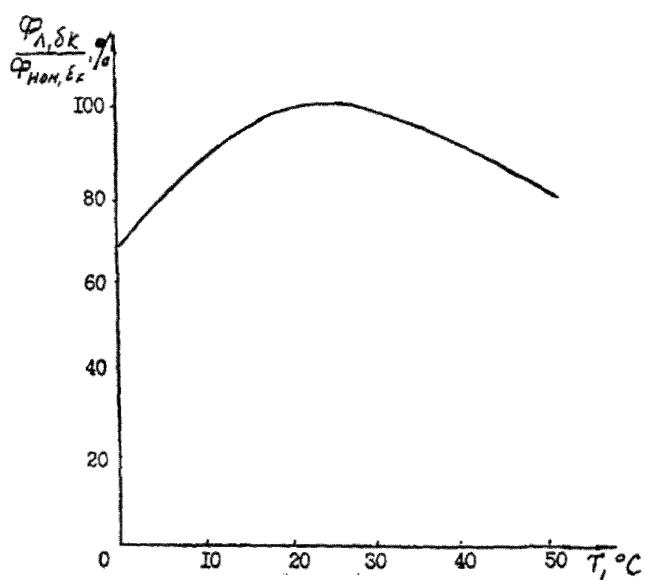


Рис.4. Зависимость потока излучения лампы от температуры окружающей среды (при спокойном воздухе).

Таблица 3

## ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ БАКТЕРИЦИДНЫХ РЛУТНЫХ ЛАМП НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

Тип лампы	Мощность Р <sub>н</sub> , Вт	Значение параметров			Срок службы, час	Габаритные размеры: диаметр, мм	Материал колбы	Примечание
		Напряжение на лампе, В	Сила тока, Гц, А	Бактерицидный поток, Вт, ок, Вт				
ДБ 15	15	54	0,33	2,5	3000	40	451,1	увиолевое Озон-
ДБ 30-1	30	104	0,36	6,0	5000	30	908,8	стекло ные
ДБ 60	60	100	0,70	8,0	3000	30	908,8	" лампы*
ДРБ 8-1	8	55	0,17	1,6	5000	16	302,4	"
ДРБ 8	8	55	0,17	3,0	5000	17	315	кварцевое
ДРБ 40-1	40	70	0,45	10,1	3000	20	540	стекло
ДРБ 60	60	85	0,75	15,8	3000	28	715	"
ДБ 15-3	15	46	0,31	2,5	3000	30	451,1	увиолевое
ДБ 30-3	30	86	0,36	6,0	5000	30	908,8	стекло
ДБ 60-3	60	80	0,7	8,0	3000	30	908,8	"
ДРБ 15	15	60	0,35	4,5	3000	25	542	кварцевое безо-
ДРБ 20	20	60	0,37	5,6	3000	25	414	с покры- зон-
ДРБ 40	40	80	0,45	9,0	3000	25	634	тием ные
ДРБ 60	60	85	0,75	15,8	3000	28	715	" лампы
ДБ 18	18	60	0,38	5	8000	16,5	480	"
ДБ 36-1	36	122	0,35	10,5	8000	16,5	860	"
ДРБ 3-8	3	55	0,17	2,5	2000	16	140	

\* Для "озонных" ламп содержание озона в воздухе в ТУ не нормируется, для "безозонных" ламп - нормируется.

\*\* - 3 - лампы с улучшенными экологическими параметрами;

жел - U - образной формы.

### 3. БАКТЕРИЦИДНЫЕ ОБЛУЧАТЕЛИ

Бактерицидный облучатель (БО) – это устройство, содержащее в качестве источника излучения бактерицидную лампу и предназначенное для обеззараживания воздушной среды или поверхностей в помещениях.

БО состоит из корпуса, на котором установлены бактерицидная лампа, ПРА, отражатель, приспособления для крепления и монтажа. Конструкция БО должна обеспечивать соблюдение условий электрической, пожарной и механической безопасности, а также других требований, исключающие вредное воздействие на окружающую среду или человека. По условиям размещения бактерицидные облучатели подразделяются на облучатели, предназначенные для эксплуатации в стационарных помещениях и устанавливаемые на транспортных средствах, например, в машинах скорой помощи. БО по месту расположения подразделяются на потолочные, подвесные, настенные и передвижные. По конструктивному исполнению они могут быть открытого типа, закрытого типа и комбинированными. БО открытого типа предназначены для облучения воздушной среды и поверхностей в помещениях прямым бактерицидным потоком в отсутствие людей путем перераспределения излучения лампы внутри больших телесных углов вплоть до  $4\pi$ . Бактерицидные облучатели закрытого типа предназначены для облучения воздуха и поверхностей в помещениях прямым и отраженным бактерицидным потоком как в отсутствие, так и в присутствии людей, отражатель которого должен направлять бактерицидный поток лампы в верхнюю полусферу так, чтобы никаких лучей как непосредственно от лампы, так и отраженных от частей облучателя, не направлялось под углом меньше  $5^{\circ}$  вверх от горизонтальной плоскости, проходящей через лампу. Бактерицидные облучатели комбинированного типа совмещают в себе функции БО открытого и закрытого типов. Они имеют разные включаемые раздельно лампы для прямого и отраженного облучения, либо подвижной отражатель, позволяющий использовать бактерицидный поток для прямого (в отсутствии людей), или для отраженного (в присутствии

ладей) облучения помещения.

Одним из типов закрытого БО являются рециркуляторы, предназначенные для обеззараживания воздуха путем его прохождения через замкнутую камеру, внутренний объем которой облучается излучением бактерицидных ламп.

Скорость прохождения воздушного потока обеспечивается либо естественной конвекцией, либо принудительно с помощью вентилятора.

Передвижные БО, как правило, являются облучателями открытого типа.

Бактерицидные облучатели обладают рядом параметров и характеристик, которые позволяют оценить их потребительские свойства и определить наиболее эффективную область применения. К таким относятся:

- тип облучателя, назначение и конструктивное исполнение;
- тип бактерицидной лампы и число ламп;
- напряжение сети  $U_c$  (В) и частота переменного тока  $f$ , (Гц);
- потребляемая вольтамперная мощность  $P_a$  (Вт), разная произведение тока сети  $I_c$  (А) на напряжение сети  $U_c$  (В);
- потребляемая активная мощность  $P_a$  (Вт), равная суммарной мощности ламп и потерь в ПРА;
- бактерицидный поток  $\Phi_{бк}$  (Вт), излучаемый облучателем в пространстве;
- коэффициент полезного действия (КПД)  $\zeta_0$ , равный отношению бактерицидного потока, облучателя к суммарному бактерицидному потоку ламп  $\Phi_{ламп,бк}$

$$\zeta_0 = \frac{\Phi_{бк}}{\Phi_{ламп,бк}}$$

- бактерицидная облученность  $E_{бк}$  (Вт/м<sup>2</sup>) на расстоянии  $I$  м от облучателя;

18.

- производительность  $Q_0$  ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ), равная отношению объема воздушной среды  $V_0$  ( $\text{м}^3$ ) к времени облучения  $t_b$  (ч), необходимого для достижения заданного уровня бактерицидной эффективности  $J_{bk}$  (%) для определенного вида микроорганизмов;

$$Q_0 = \frac{V_0}{t_b}, \text{ м}^3/\text{час}$$

В таблице 4 приведены основные технические параметры и характеристики промышленных бактерицидных облучателей, а в таблице 5 - излучательные и экономические параметры.

Таблица 4

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ И ХАРАКТЕРИСТИКИ  
БАКТЕРИЦИДНЫХ ОБЛУЧАТЕЛЕЙ

Обозна- чение	Основное назначе- ние обез- зарраживания	Тип об- лучате- ли	Конст- рук- тив. испол- нение	Тип ламп	Число ламп закра- нки	Потр. потр. акт.	Приме- чание	Число ламп откр. ниро- вания, мощн., Vт		Ra, Вт	10
								1	2	3	4
ОББ- 2x15	Обеззара- живание воздуха в салонах машин ско- рой помощи в отсутств. людей	откры- ты	пото- лочный	ДРБ- -15	2	-	75	50	-		
ОБПе- -450	Обеззара- живание воздуха в помещении в отсутств. людей	-"-	перед- викной	ДБ - 30-I	6	-	475	200	-		
ОБН- -150	Обеззара- живание воз- духа в по- мещении в присутств. или отсут- ств. людей	комби- ниро- ванный	на- стен- ный	ДБ 30-I	I	I	100	70	-		
ОБН- -36	-"-	-"-	-"-	ДБ 36-I	I	I	120	80	-		
ОБП- -300	-"-	-"-	пото- лочный	ДБ 30-I	2	2	200	140	-		
ОБН- -36	-"-	-"-	-"-	ДБ 36-I	2	I	180	125	-		
ОБН- 2x15-01	Обеззара- живание воздуха в помещении в присутств. людей	рецир- куля- торный	на- стенны	ДРБ- -15	-	2	100	40	работа без вен		
ОБОВ 8-01	-"-	-"-	-"-	ДРБЗ-1	-	I	37	13	-		
ОББР-8	Обеззара- живание малых поверхностей (150x130)мм	откры- ты	ручной	ДРБЗ-8	I	-	50	15	-		

Таблица 5

ОСНОВНЫЕ ИЗЛУЧАТЕЛЬНЫЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ  
ПАРАМЕТРЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ БАКТЕРИЦИДНЫХ  
ОБЛУЧАТЕЛЕЙ

Обозна- чение	Суммар- ный бак- терицид- ный поток ламп, Фл, бк, Вт.	КПД, % от	Облучен- ность на расстоян- ии от об- лучателя, Ео, бк, Вт/м <sup>2</sup>	Произво- дитель- ность, * м <sup>3</sup> /ч при бактериц- дической эффектив- ности, $J_{6k}$ , %	Экспери- менталь- ный коэф- фициент $\chi$	Приме- нение
ОББ 2x15	9	0,7	0,38	225 173 113	62	-
ОБПе-450	36	-	2,5	900 692 450	62	-
ОБН-150	12	0,6	0,75	159 123 79	117	-
ОБН-36	21	0,65	1,25	239 215 140	117	-
ОБП-300	24	0,6	1,5	600 460 300	62	-
ОБН-36	31,5	0,65	1,88	788 605 394	62	-
				76 58 38	185	с вентил.
ОБН 2x15	9	-	-	100 77 50	140	с вентил.
ОБОВ 8-01	1,6	-	15 <sup>зак</sup>	14 10 7	185	-
ОББР-8	3,0	0,7	15 <sup>зак</sup>	- - -	-	-

\* Определить производительность  $Q_0$  при любом другом значении бактерицидной эффективности  $J_{6k}$  можно из соотношения:

$$Q_0 = (-) \frac{\Phi_{0,6k} \cdot 3600}{2 \cdot \ln(1 - 10^{-2} \cdot J_{6k})}, \text{ м}^3/\text{ч}$$

$\Phi_{0,6k}$  - коэффициент, зависящий от конструктивного выполнения облучателя.

$J_{6k}$  - на расстоянии 0,15 м от облучателя.

## 4. МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ БАКТЕРИЦИДНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ.

## ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ АППАРАТУРА

Высокая биологическая активность бактерицидного излучения требует строгого контроля параметров бактерицидных ламп, бактерицидных облучательных приборов и облучательных установок как на стадии их разработки и выпуска, так и в процессе эксплуатации. Существует два метода измерения параметров, характеризующих бактерицидное излучение: спектральный метод и интегральный метод.

При введении облучательных установок в действие и при контроле за ними в процессе эксплуатации используется интегральный метод измерения бактерицидной облученности и дозы.

В соответствии с интегральным методом измерения производятся с использованием радиометра, состоящего из радиометрической головки и блока регистрации. Радиометрическая головка включает в себя приемник излучения, относительная спектральная чувствительность которого  $S(\lambda)$  максимально приближена к относительной спектральной взвешивающей функции  $S(\lambda)$  отн. ; в радиометрах, предназначенных для контроля облучательных установок, радиометрическая головка должна быть оснащена косинусной насадкой, которая обеспечивает зависимость чувствительности от направления падающего излучения близкую к функции  $\cos\theta$ .

Градуировка радиометра должна производиться по источнику с известной силой бактерицидного излучения  $I_{6K}$ . Для этой цели могут использоваться ртутные лампы низкого давления, аттестованные в соответствии с ГОСТ 8.195-89 по спектральной плотности силы излучения  $I(\lambda)$ , или, если чувствительность радиометра достаточно велика - квадровые галогенные лампы накаливания (например, КИМ 110-1000). Необходимое для градуировки радиометра значение  $I_{6K}$  ламп рассчитывается по формуле:

$$I_{6K} = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} I(\lambda) S(\lambda)_{\text{отн.}} d\lambda$$

Радиометр должен быть метрологически аттестован в соответствии с требованиями ГОСТ 8.326-78, при этом исследуемые метрологические характеристики радиометра должны выбираться, исходя из публикации МКО № 53.

В качестве примера реализации интегрального метода измерения параметров, характеризующих бактерицидное излучение, можно указать на радиометр РОИ-82 с радиометрической головкой № I, учитывая одно-ко, что для его использования требуется дополнительная метрологическая аттестация по ГОСТ 8.326-78, поскольку радиометр предназначается для измерения облученности в энергетических единицах и только одного типа ламп.

Спектральный метод требует сложной и дорогостоящей оптико-электронной аппаратуры, высокой квалификации обслуживающего персонала, а также образцовых средств измерения. Поэтому он используется в хорошо оснащенных лабораториях предприятий-разработчиков бактерицидных ламп и бактерицидных облучательных приборов. Содержание Спектрального метода дано в приложении 3.

Контроль содержания озона в воздушной среде при работе с бактерицидными лампами является обязательным. Для этой цели может быть использован газоанализатор озона мод. 302П, основные технические характеристики которого следующие:

погрешность измерения	15%
быстродействие	1 секунда
выходной сигнал	цифровой, аналоговый
потребляемая мощность	15 Вт
питание	220В, 50 Гц
габаритные размеры	100x240x290 мм
масса	4,5 кг
диапазон измеряемых концентраций озона	0,005-0,5 мг/м <sup>3</sup>

## 5. ОБЛАСТИ И МЕТОДЫ ПРИМЕНЕНИЯ БАКТЕРИЦИДНЫХ ЛАМП

### ОБЛУЧАТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ

Широкое применение бактерицидные лампы находят для обеззараживания воздуха в помещениях, поверхностей ограждений (потолков, стен и пола) и оборудования в помещениях с повышенным риском распространения воздушно-капельных и кишечных инфекций. Эффективно их использование в операционных блоках больниц, в родовых залах и других помещениях роддомов, в бактериологических и вирусологических лабораториях, на станциях переливания крови, в перевязочных больниц и поликлиник, в тамбурах боксов инфекционных больниц, в приемных поликлиник, диспансеров, медпунктов.

В детских учреждениях: в родильных домах, яслях, детских садах, школах. В период эпидемии гриппа целесообразно применять бактерицидные лампы в групповых комнатах детских учреждений, спортзалах, кинотеатрах, столовых, в залах ожидания на вокзалах и портах и в других помещениях с большим и длительным скоплением людей в том числе на промышленных предприятиях, предприятиях бытового обслуживания населения, в складских помещениях пищевых продуктов, в метро, на автомобильном, железнодорожном и водном транспортах.

Обеззараживание воздушной среды и поверхностей в помещениях производят либо направленным потоком излучения от бактерицидных ламп, либо отраженным от потолка и стен, либо одновременно направленным и отраженным потоком.

Направленное облучение достигается за счет применения передвижных, потолочных, подвесных и настенных облучателей, у которых поток излучения от открытых бактерицидных ламп направляется широким лучом на весь объем помещения. Для достижения облучения отраженным потоком излучение от облучателей направляется в верхнюю зону помещения на потолок. Доля отраженного потока от потолка зависит от оптических свойств отражающих и конструкционных материалов. В таблице 6 приведены значения коэффициентов отражения различных материалов для излучения двух длии волн 254 и 265 нм.

24.

Комбинированные облучатели позволяют одновременно обеспечить облучение направленным потоком от открытых ламп и отраженным от экранированных, поток излучения которых направлен в верхнюю зону помещения.

КОЭФФИЦИЕНТ ОТРАЖЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ  
ИЗЛУЧЕНИЙ ДВУХ ДЛИН ВОЛН 254 И 265 НМ

Таблица 6

Вид материала	Коэффициент отражения, %, для длины волн, нм	
	254	265
<b>ОТДЕЛОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ:</b>		
штукатурка разная некрашенная	-	14
известковая и меловая побелка	20	13
белая цинковая масляная краска	3	3
свинцовые белки	5	7
белая глазированная плитка	-	1
<b>КОНСТРУКЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ:</b>		
алюминий оксидированный	65	75
алюминий шероховатый	-	57
алюминиевые сплавы:		
магниций	-	43
сплав хохейма	-	30

Режим облучения может быть непрерывным, повторно кратковременным и однократным. Непрерывный режим облучения используется в помещениях, как правило, в течение всего рабочего дня, при этом заданный уровень бактерицидной эффективности должен устанавливаться за время не более 3х часов с момента включения, с тем, чтобы поддерживать постоянно этот уровень в соответствии с кратностью естественного или принудительного воздухообмена. При повторно-кратковременном режиме время одного облучения не должно превышать 25 минут, при условии, что за этот промежуток времени достигается заданный уровень бактерицидной эффективности, а интервал между очередными облучениями не должен превышать 2 ч.

Однократный режим облучения применяется, когда надо за короткий промежуток времени обеспечить обеззараживание рабочей поверхности стола или воздушного объема и рабочей поверхности боксов и шкафов, при этом время облучения не должно превышать 15 минут.

По назначению и характеру проводимых работ помещения разделяются на два типа.

Первый тип - это помещения, в которых обеззараживание осуществляется в присутствии людей.

Второй тип - в отсутствии людей.

Обеззараживание в помещениях осуществляется с помощью бактерицидных установок, включающих в себя группу облучателей, расположенных в определенных местах согласно проекту в соответствии с заданным уровнем бактерицидной эффективности, характером проводимых работ в помещении и режимом облучения.

При постоянном пребывании людей в помещении должны применяться облучательные установки с облучателями, у которых полностью отсутствует выход прямого излучения во внешнее пространство, работающие в непрерывном режиме. Это условие удовлетворяется при применении рециркуляторов или системы приточно-вытяжной вентиляции, в канале которой установлены бактерицидные лампы.

Если по характеру работ в помещении возможно кратковременное удаление людей, то допускается обеззараживание помещения направленным потоком излучения только во время отсутствия людей, с помощью применения передвижных, потолочных, подвесных, настенных или комбинированных облучателей, работающих в повторно-кратковременном режиме.

Облучательные установки для обеззараживания отраженным потоком излучения должны применяться только в случаях кратковременного пребывания людей, например, в проходах, курительных комнатах, туалетах или складских помещениях, при этом необходимо соблюдение соответствующих предельно допустимых норм на значения облученности, длительности разового облучения, интервала между облучениями и суммарного времени облучения (см.раздел 7).

Кроме того, облучатели должны быть размещены таким образом, чтобы полностью исключить облучение людей направленным потоком излучения.

Возможно использование облучательной установки смешанного типа, которая позволяет обеззараживать воздух среду с помощью рентгеновских или приточно-вытяжной вентиляции в непрерывном режиме с пребыванием людей и обеззараживание помещения налагаемым потоком излучения от облучателей в повторно-кратковременном режиме при удалении людей во время облучения. В этом случае время очередного облучения может быть сокращено до 5 минут, а интервал между очередными облучениями увеличен до 3-х часов.

Если в помещении по его назначению не предусмотрено пребывание людей, то для его обеззараживания могут применяться облучательные установки с любым типом облучателей, работающих в непрерывном режиме.

Для обеззараживания предметов обихода (посуды, столовых приборов, парикмахерского и лабораторного инструмента, игрушек и т.п.) используются боксы, шкафы или небольшие контейнеры с решетчатыми полками, на которых располагаются предметы облучаемые бактерицидными лампами, расположенным таким образом, чтобы облучать эти предметы, по крайней мере, с верхней и нижней сторон.

Необходимо отметить, что обеззараживание с использованием бактерицидных ламп является достаточно энергоемким процессом, поэтому выбор той или иной облучательной установки, при прочих равных условиях, должен быть экономически оправданным. Это может быть выявлено при проведении нескольких вариантов расчета.

Целью расчета является удовлетворение заданным требованиям : части обеспечения уровня бактерицидной эффективности  $J_{бк}$ , % за определенное время облучения  $t_b$  в воздушной среде и на поверхности пола помещений, а также воздушного потока в каналах приточно-вытяжной вентиляции с помощью промышленных бактерицидных ламп и облучателей.

Порядок расчета состоит из трех этапов:

1-й этап - Постановка задачи. Этот этап включает формулирование требований к обеззараживанию воздушной среды помещения с объемом  $V_n$  и высотой  $h_0$  или поверхности площадью  $S_n$ , зараженной определенным видом микроорганизма или видами микроорганизмов, а также выбор режима облучения в зависимости от характера проводимых работ в помещении.

2-й этап - Определение исходных данных для расчета. На этом этапе в соответствии с поставленной задачей выбирается тип облучателя, а также определяются необходимые параметры из таблиц 2, 4, 5 и значение дозы, соответствующей заданному уровню бактерицидной эффективности и виду микроорганизма согласно таблице 2 для проведения расчета.

3-й этап - Проведение расчета в зависимости от поставленной задачи с использованием формул и nomogramm, которые приводятся ниже.

Важно заметить, что расчет является оценочным, поэтому после монтажа бактерицидной облучательной установки при ее аттестации необходимо проведение измерений фактической облученности и определение бактерицидной эффективности; в случае расхождения следует скорректировать время облучения до получения соответствия заданным требованиям.

### I. Обеззараживание воздушной среды помещений

$$K_{bk} = \frac{N_{bk}}{N_{bk}(t)} \quad (1)$$

где  $K_{bk}$  - вспомогательный коэффициент;

$N_{bk}$  - доза,  $\text{Дж}/\text{м}^2$ , значение которой берется из таблицы 2 согласно заданному виду микроорганизма и уровню бактерицидной эффективности  $\gamma_{bk}, \%$ ;

$N_{bk}(t)$  - доза, соответствующая бактерицидной эффективности  $\gamma_{bk}, \%$  для санитарно-показательного микроорганизма *Escherichia coli* (золотистый стафилококк). той же

$$N_0 = \frac{V_n \cdot K_{bk}}{Q_0 \cdot t_{bf}} \quad (2)$$

где  $N_0$  - число необходимых облучателей для установки в помещении;

$t_{bf}$  - время облучения, необходимое для обеспечения заданного уровня бактерицидной эффективности,  $\gamma_{bk}, \%$  в воздушной среде, ч;

$Q_0$  - производительность,  $\text{м}^3/\text{ч}$ , значение которой берется из табл.5, согласно выбранному типу облучателя;

$V_n$  - объем помещения,  $\text{м}^3$ ;

$$\mathcal{L}_{\text{уд}} = \frac{Q_0}{P_a}, \text{ м}^3/\text{Вт}\cdot\text{ч}, \quad (3)$$

где  $\mathcal{L}_{\text{уд}}$  - удельная производительность, характеризующая эффективность облучателя,  $\text{м}^3/\text{Вт}\cdot\text{ч}$ ;

$P_a$  - активная мощность облучателя, Вт (из табл.4).

## 2. Обеззараживание поверхности пола

$$K_0 = 1,8 h_n^{-45} \quad (4)$$

где  $K_0$  - коэффициент использования бактерицидного потока, падающего на поверхность пола от потолочных и подвесных облучателей; (для настенных облучателей  $K_0$  уменьшается вдвое);

$h_n$  - высота установки облучателей над поверхностью пола, м (выбирается с учетом неравенства  $2,5 \leq h_n \leq h_0$ ).

$h_0$  - высота помещения, м

$$E_{\pi} = \frac{\Phi_{\pi, \text{бк}} \cdot h_0 \cdot K_0}{S_{\pi}}, \text{ Вт/м}^2, \quad (5)$$

где  $E_{\pi}$  - средняя облученность на поверхности пола,  $\text{Вт/м}^2$ ;

$\Phi_{\pi, \text{бк}}$  - суммарный бактерицидный поток открытых ламп и КПД облучателя (из табл.5);

$S_{\pi}$  - поверхность пола,  $\text{м}^2$ .

$$E_{\pi} = \frac{E_{\pi, \text{бк}} \cdot 0,5}{h_c^2}, \text{ Вт/м}^2, \quad (6)$$

где  $E_{\pi, \text{бк}}$  - средняя облученность на рабочей поверхности стола или бокса,  $\text{Вт/м}^2$ ;

$h_c$  - высота подвеса облучателя над рабочей поверхностью, выбирается с учетом неравенства  $2 \geq h_c \geq 4,5$ ;

$E_{\pi, \text{бк}}$  - облученность,  $\text{Вт/м}^2$  на расстоянии  $1$  м от облучателя (из табл.5).

$$h_c = \frac{E_{\pi, \text{бк}}}{E_{\pi} \cdot 3600}, \text{ м} \quad (?)$$

где  $E_a$  - средняя облученность на рабочей поверхности,  $\text{Вт}/\text{м}^2$ ,  
 $t_{\text{р}}$  - расчетное время облучения рабочей поверхности, ч.

В случае, если не соблюдается неравенство  $\frac{t_{\text{р}}}{t_{\text{б}}}\leq 1$ , то за время облучения принимается значение  $t_{\text{р}}$ .

3. Обеззараживание воздуха в каналах приточно-вытяжной вентиляции.

$$Q_b = \frac{V_n}{t_{\text{р}}}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (8)$$

где  $Q_b$  - производительность приточно-вытяжной вентиляции,  $\text{м}^3/\text{ч}$ .

$$d_k = \frac{2 \cdot (L \cdot \ell)}{L + \ell}, \text{ м} \quad (9)$$

где  $d_k$  - гидравлический диаметр воздуховода, м;  
 $L \cdot \ell$  - площадь сечения воздуховода,  $\text{м}^2$ .

$$N_l = \frac{\zeta \cdot 12 \cdot N_{\text{бк}}}{\Phi_{\text{л}, \text{бк}} \cdot N_{\text{бк}}(\zeta)} \quad (10)$$

где  $N_l$  - число ламп, обеспечивающих обеззараживание воздуха в канале воздуховода;

Фл,бк -бактерицидный поток, Вт, используемой лампы (берется из таблицы 3);

$\zeta$  -вспомогательный коэффициент, значение которого определяется по nomogramme на рис.5 в зависимости от значений  $Q_b$  и  $d_k$ .

#### ТИПОВЫЕ ПРИМЕРЫ РАСЧЕТОВ БАКТЕРИЦИДНЫХ ОБЛУЧАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Пример I.

Постановка задачи. Требуется обеспечить обеззараживание воздушной среды помещения с объемом  $V_n=300 \text{ м}^3$  от золотистого стафилококка с бактерицидной эффективностью  $J_{\text{бк}}=90\%$  с помощью передвижного облучателя ОБПе-450 в отсутствие людей. Режим облучения повторно-кратковременный в течение рабочего дня.

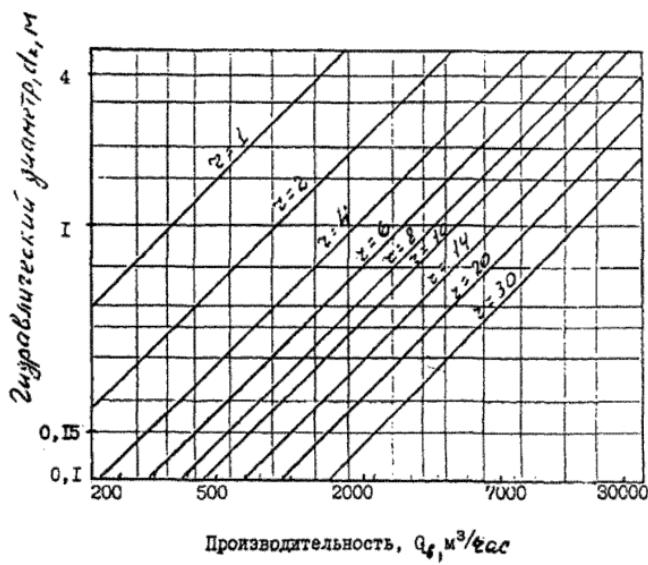


Рис. 5 Номограмма для определения  $z$ .

Исходные данные:

$$V_p = 300 \text{ м}^3;$$

$$Q_o = 900 \text{ м}^3/\text{ч} - \text{из табл.5};$$

$$N_{бк} = N_{бк} (ст) = 49,5 \text{ дж/м}^2 - \text{из таблицы 2};$$

$$N_o = 1;$$

$$Pa = 200 \text{ Вт} - \text{из таблицы 4};$$

$$\mathcal{J}_{бк} = 90\%.$$

Расчет. Формулы 1,2,3

$$1. \quad K_{бк} = \frac{N_{бк}}{N_{бк} (ст)} = \frac{49,5}{49,5} = 1$$

2. При применении передвижных облучателей определяется номинальное время облучения

$$t_B = \frac{V_p \cdot K_{бк}}{Q_o \cdot N_o} = \frac{300 \cdot 1}{900 \cdot 1} = 0,33 \text{ ч.}$$

$$\mathcal{J}_{уд} = \frac{Q_o \cdot 10^3}{Pa} = \frac{900 \cdot 10^3}{200} = 4500 \text{ м}^3/\text{кВт.ч}$$

Пример 2.

Постановка задачи. Требуется обеспечить обеззараживание воздушной среды и поверхности пола помещения объемом 300 м<sup>3</sup> и высотой 3 м от золотистого стафилококка с бактерицидной эффективностью 90% в отсутствии людей за время 0,25 ч с помощью потолочных облучателей ОБП-36. Режим облучения повторно-кратковременный, при работе 2-х открытых ламп ДБ-36-1.

Исходные данные

$$\mathcal{J}_{бк} = 90\%;$$

$$N_{бк} = N_{бк} (ст) = 49,5 \text{ дж/м}^2 \text{ из таблицы 2};$$

$$Q_o = 788 \text{ м}^3/\text{ч} - \text{из таблицы 5};$$

$$t_B = 0,25 \text{ ч.}$$

$$\Phi_{л,бк} = 10,5 \times 2 = 21 \text{ Вт, из табл.3;}$$

$$h_o = 0,65, \text{ из табл.5;}$$

$$V_p = 300 \text{ м}^3;$$

$$h_o = h_n = 3 \text{ м;}$$

$$S_n = 100 \text{ м}^3; \\ P_a = 125 \text{ Вт, из табл. 4.}$$

Расчет.

А. Обеззараживание воздушной среды. Формулы 1,2,3.

$$1. \text{Кбк} = \frac{Нбк}{Нбк(ст)} = \frac{49,5}{49,5} = 1$$

$$2. N_o = \frac{V_n \cdot Нбк}{Q_a \cdot t_6} = \frac{300 \cdot 1}{750 \cdot 0,25} = 2 \text{ облуч.}$$

$$3. \eta_{уд.} = \frac{Q_a \cdot 10^3}{P_a} = \frac{750 \cdot 10^3}{125} = 6304 \text{ м}^3/\text{кВт.ч}$$

Б. Обеззараживание поверхности пола. Формулы 4,5,7

$$1. K_o = I_3 h_n^{-1,5} = 1,66^{-1,5} = 0,35$$

$$2. E_n = \frac{\Phi_{л, бк} \cdot I_0 \cdot K_o}{S_n} = \frac{21 \cdot 0,65 \cdot 2 \cdot 0,35}{100} = 0,696 \text{ Вт/м}^2$$

$$3. t_n = \frac{Нбк}{E_n \cdot 3600} = \frac{49,5}{0,096 \cdot 3600} = 0,14 \text{ ч}$$

$$4. \text{Проверка неравенства } \frac{t_n}{t_6} = \frac{0,14}{0,25} \neq 1.$$

Пример 3.

Постановка задачи. Требуется обеспечить обеззараживание воздушной среды помещения с объемом 300 м<sup>3</sup> от стафилококка с бактерицидной эффективностью 90% с помощью рециркуляторов типа ОББ 2х15 при их непрерывной работе в течение 1,5 ч без вентилятора в присутствии людей.

Исходные данные.

$$J_{бк} = 90\%;$$

$$Нбк = Нбк (ст) = 49,5 \text{ дж/м}^2, \text{ из таблицы 2};$$

$$Q_a = 75 \text{ м}^3/\text{ч, из таблицы 5};$$

$$V_n = 300 \text{ м}^3;$$

$$t_6 = 1,5 \text{ ч};$$

$$P_a = 50 \text{ Вт, из таблицы 4.}$$

Расчет. Формулы 1,2,3

$$1. \frac{H_{бк}}{H_{бк}(36)} = \frac{49,5}{49,5} = 1$$

$$2. N_o = \frac{V_n \cdot H_{бк}}{Q_o \cdot t_8} = \frac{300 \cdot 1}{76 \cdot 1,5} = 3 \text{ облуч.}$$

$$3. \bar{Q}_{уд} = \frac{Q_o \cdot 10^3}{P_a} = \frac{76 \cdot 10^3}{50} = 1520 \text{ м}^3/\text{кВт.час}$$

Пример 4.

Постановка задачи. Требуется обеспечить обеззараживание воздушной среды бокса (высота 0,75 м, ширина 0,75 м, длина 1 м) и рабочей поверхности от туберкулоли с бактерицидной эффективностью 99,9% с помощью облучателя ОББ 2х15. Режим облучения однократный.

Исходные данные.

$$V_n = 0,75 \times 0,75 \times 1 = 0,56 \text{ м}^3;$$

$$S_n = 0,75 \times 1 = 0,75 \text{ м}^2;$$

$$P_a = 50 \text{ Вт, из табл.4;}$$

$$Q_o = 113 \text{ м}^3/\text{ч, из табл.5;}$$

$$H_{бк} = 100 \text{ Дж/м}^2 \text{ из табл.2;}$$

$$H_{бк} (36) = 66 \text{ Дж/м}^2 \text{ из табл.2;}$$

$$E_o = 0,36 \text{ Вт/м}^2 \text{ из табл.5;}$$

$$h_c = 0,75 \text{ м;}$$

$$N_o = 1.$$

Расчет.

А. Обеззараживание воздушной среды. Формулы 1,2

$$1. \frac{H_{бк}}{H_{бк}(36)} = \frac{100}{66} = 1,5$$

$$2. t_8 = \frac{V_n \cdot H_{бк}}{Q_o \cdot N_o} = \frac{0,56 \cdot 15}{113 \cdot 1} = 27 \text{ с}$$

$$3. \bar{Q}_{уд} = \frac{Q_o \cdot 10^3}{P_a} = \frac{113 \cdot 10^3}{50} = 2260 \text{ м}^3/\text{кВт.ч.}$$

б. Обеззараживание рабочей поверхности. Формулы 6,7

$$1. E_{sp} = \frac{E_0 \cdot 0,5}{h_c^2} = \frac{0,33 \cdot 0,5}{0,75^2} = 0,34 \text{ Эт/м}^2$$

$$2. t_n = \frac{N_{bk}}{E_{sp} \cdot 3600} = \frac{100}{0,34 \cdot 3600} = 320 \frac{1}{\text{с}} = 300 \text{ с}$$

3. Проверка неравенства.

$$\frac{t_n}{t_s} = \frac{300}{27} > 1,$$

следовательно, надо выбрать время однократного облучения 300 с.

Пример 5.

Постановка задачи. Требуется обеспечить обеззараживание воздушного потока в канале, сечением 0,75x0,75 м, в проточно-вытяжной вентиляции помещения объемом 300 м<sup>3</sup> от золотистого стафилококка с бактерицидной эффективностью 90% за время полного воздухообмена 0,25 ч, с помощью бактерицидных ламп ДРБ 40.

Исходные данные.

$$J_{bk} = 90\%;$$

$$N_{bk} = N_{bk} (St) = 49,5 \text{ Дж/м}^2, \text{ из табл.2};$$

$$\Phi_{л, bk} = 9 \text{ Вт, из табл.2};$$

$$t_s = 0,25 \text{ ч};$$

$$V_R = 300 \text{ м}^3;$$

$$L = 0,75 \text{ м};$$

$$\ell = 0,75 \text{ м.}$$

Расчет. формулы 8,9,10

$$1. Q_B = \frac{V_R}{t_s} = \frac{300}{0,25} = 1200 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$2. d_K = \frac{2(L \cdot \ell)}{L + \ell} = \frac{2(0,75 \cdot 0,75)}{0,75 + 0,75} = 0,75 \text{ м}$$

3. Из nomogramma на рис.5 по известным  $Q_B$  и  $d_K$  получим  $Z = 3$

$$4. N_{л} = \frac{Z \cdot 12 \cdot N_{bk}}{\Phi_{л, bk} \cdot N_{bk} (St)} = \frac{3 \cdot 12 \cdot 49,5}{9 \cdot 49,5} = 4 \text{ лампы}$$

## 6. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ПРАВИЛА ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЛУЧАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК С БАКТЕРИЦИДНЫМИ ЛАМПАМИ

Бактерицидное излучение при его попадании на открытые части тела человека (особенно на глаза) может вызвать сильные ожоги, поэтому рекомендуется использовать бактерицидные лампы для обеззараживания помещений только в отсутствии людей. В отдельных случаях возможно обеззараживание помещений в присутствии только взрослых людей, но при этом лампы должны быть экранированы непрозрачным отражателем, направляющим бактерицидный поток в верхнюю зону помещения так, чтобы никаких лучей, как непосредственно от лампы, так и отраженных от деталей арматуры облучателя не попадало в зону пребывания людей.

Применение неэкранированных ламп, которые могут оказаться в поле зрения, категорически запрещается!

При использовании комбинированных облучателей, имеющих верхнюю экранированную лампу и нижнюю открытую, должно быть предусмотрено раздельное управление каждой лампой. Экранированная лампа должна управляться выключателем, установленным в помещении, где размещен облучатель, а нижняя, открытая лампа, предназначенная для обеззараживания воздуха и поверхностей в помещении в отсутствии людей - выключателем, расположенным вне помещения, у входа в него. При этом выключатель, управляющий открытой лампой, должен быть блокирован с сигнальным устройством, установленным над входом в помещение; НЕ ВХОДИТЬ! ВКЛЮЧЕНЫ БАКТЕРИЦИДНЫЕ ЛАМПЫ.

Облучатели, предназначенные для эксплуатации, должны иметь сопровождающую документацию, в которой указаны технические характеристики, тип лампы, бактерицидный поток, срок годности и дата изготовления.

Во всех облучательных установках бактерицидные лампы и детали облучателей должны содержаться в чистоте, так как даже тонкий слой пыли существенно задерживает поток излучения.

Чистка должна производиться только после отключения облучателей от сети.

Передвижные бактерицидные облучатели после работы должны находиться в специально отведенном для них помещении и закрываться чехлами.

Лампы, прогоревшие положенное число часов (в соответствии со сроком их службы), должны заменяться на новые. Основанием для замены ламп может служить спад потока лампы ниже установленного предела, подтвержденный метрологической поверкой. При нарушении целостности лампы должно быть обеспечено исключение попадания ртути и ее паров в помещение. Запрещается выброс как целых, так и разбитых ламп в мусоросборники. Такие лампы необходимо направлять в региональные центры по демеркуризации ртутьсодержащих ламп. При попадании ртути в помещение необходимо проведение демеркуризации помещения в соответствии с "Методическими рекомендациями по контролю за организацией тушения и заключительной демеркуризации и оценке ее эффективности" № 545-87 от 31.12.87 г.

Как уже указывалось, при работе бактерицидных ламп в воздушной среде помещения возможно образование озона. Озон представляет более серьезный риск для здоровья человека, чем считалось ранее. К воздействию озона наиболее чувствительны дети, а также люди, страдающие легочными заболеваниями. Это обстоятельство требует проведения систематического контроля концентрации озона в воздушной среде помещения, в котором установлены бактерицидные облучатели, на соответствие существующим нормам.

С целью снижения уровня концентрации озона предпочтительнее использование "безозонных" бактерицидных ламп. "Озонные" лампы могут применяться в помещениях в отсутствии людей, при этом необходимо обеспечение тщательного проветривания после проведения сеанса облучения.

## 7. САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Санитарно-гигиенические показатели включают в себя характеристику помещения, нормы и перечень требований, направленных, с одной стороны, на достижение заданного уровня эпидемиологической защиты, а с другой стороны - на обеспечение условий, исключающих вредное воздействие излучения и озона на людей.

В зависимости от категории помещения и степени риска передачи инфекции рекомендуются уровни бактерицидной эффективности, приведенные в таблице 7.

Разделение помещений мед.назначения по категориям в зависимости от необходимого уровня бактерицидной эффективности для золотистого стафилококка при обеззараживании воздуха (до начала работы).

Таблица 7.

Категории	Назначение помещения	Нормы микробной обсемененности (м.к.в.1м <sup>3</sup> )		Уровень бактерицидной эффективн. %
		общая микрофлора	<i>Staphylococcus aureus</i> (золот.страф.)	
I	2	3	4	5
I.	Операционные, предоперационные родильные комнаты; стерильная зона ЦСО, детские палаты роддомов, палаты для недоношенных и травмированных детей.	не выше 500	Не должно быть	99,9
II.	Перевязочные, комнаты стерилизации и пастеризации грудного молока. Палаты в отделении иммunoослабленных больных, палаты реанимационных отделений	Не выше 1000	Не более 4	95

## Продолжение табл.7

1	2	3	4	5
Помещение нестерильных зон ИСО	зк			95
Б. Палаты, кабинеты и др. помещения ИПУ		не нормируется		90

зк - Нормы по обсемененности операционных - приказ № 720 ,78г.

зк - " - ИСО - приказ № 254

зк - " - акушерских стационаров - приказ № 691 ,89г.

Уровень бактерицидной облученности в рабочей зоне на условной поверхности на высоте 2 м от пола в помещениях, в которых осуществляется обеззараживание при наличии людей, не должен превышать  $0,001 \text{ Вт}/\text{м}^2$  при этом суммарное время облучения в течение смены не должно превышать 60 минут.

Концентрация озона в воздушной среде помещений не должна превышать допустимую -  $0,03 \text{ мг}/\text{м}^3$  (ПДК атмосферного воздуха).

## 6. САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЙ НАДЗОР ЗА ПРИМЕНЕНИЕМ БАКТЕРИЦИДНЫХ ЛАМП

Устройство и эксплуатация бактерицидных облучательных установок без проведения санитарно-эпидемиологического надзора не допускается.

На стадии проектирования и оборудования помещений бактерицидными облучательными установками проводится предупредительное санитарное обследование медучреждения, в ходе которого определяется перечень помещений, подлежащих бактерицидному облучению, номенклатура применяемых облучателей, необходимая мощность ламп, места и высота подвеса стационарных облучателей. Контролируется обеспечиваемая доза облучения и защита людей от возможного неблагоприятного действия излучения, а также устройство вентиляции в облучаемых помещениях.

При вводе в эксплуатацию и периодически в процессе эксплуатации бактерицидных облучательных установок проводится текущий санитарно-эпидемиологический надзор, в ходе которого определяется соответствие облучательной установки проекту, типы облучателей и ламп, их исправность, режим использования, качество ухода, своевременность замены ламп, прогоревших установленное число часов, а также порядок хранения и утилизации, вышедших из строя бактерицидных ламп.

В ходе текущего санитарно-эпидемиологического надзора проводится метрологический контроль облученности и дозы облучения в зоне пребывания людей, концентрации озона в воздухе помещения и бактериологический контроль бактерицидной эффективности облучательной установки (см.Приложение 3). Выявленные параметры соотносятся с действующими нормативами и заносятся в журнал регистрации, в котором указываются наименование и назначение помещения, тип и количество бактерицидных облучателей и ламп, время работы облучательной установки, в присутствии или в отсутствии людей прово-

дилось облучение, результаты замеров облученности, бактерицидная эффективность облучения, концентрация озона в воздухе до и после проветривания, фамилия ответственного лица, отвечающего за работу облучательной установки, заключение о разрешении или не разрешении эксплуатации облучательной установки.

Контроль бактерицидных облучательных установок должен осуществляться не реже 1 раза в год.

## 9. ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ТЕРМИНЫ, ВЕЛИЧИНЫ И ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ

№ пп	Термин или величина	Определение или понятие	Математи- ческое выражение	Ед. измере- ния
1	2	3	4	5
1.	Бактерицидное излучение	Электромагнитное излучение ультрафиолетового диапазона длин волн 205-315 нм.	-	-
2.	Бактерицидное действие излучения	Гибель микроорганизмов под воздействием бактерицидного излучения	-	-
3.	Санитарно-показательный микроорганизм	Микроорганизм, выбранный для контроля бактерицидного действия на поверхности или в различных средах (воздух, вода)	-	-
4.	Относительная спектральная бактерицидная эффективность, $S(\lambda)$ отн.	Бактерицидное действие излучения в относительных единицах в диапазоне длин волн 205-315 нм, максимальное значение которого равно единице при длине волны 265 нм.	-	-
5.	Бактерицидная эффективность	Количественная оценка действия бактерицидного излучения, выраженная в процентах, как отношение числа погибших микроорганизмов $N_k$ к исходальному уровню $N_n$ до облучения.	$\frac{N_k}{N_n} \cdot 100$ Проценты	
6.	Бактерицидные эффективные величины	Единицы измерения бактерицидного излучения, значения которых определяются с учетом относительной бактерицидной эффективности $S(\lambda)$ отн. в диапазоне длин волн 205-315 нм.		
7.	Бактерицидный поток	Мощность переноса бактерицидной энергии излучения в единицу времени $\frac{P_{bc}}{t} = \frac{W}{s}$ ватт		
8.	Время бактерицидного облучения	Время, в течение которого происходит бактерицидное облучение.	$t$ секунда, час	

## Продолжение таблицы

	2	3	4	5
9. Бактерицидная энергия		Произведение бактерицидного потока на время облучения $W_{\text{бк}} = \Phi_{\text{бк}} \cdot t$		Джоуль
10. Бактерицидная облученность		Отношение бактерицидного потока к площади облучающей поверхности $E_{\text{бк}} = \frac{\Phi_{\text{бк}}}{S}$	Ватт на кв.м.	
11. Бактерицидная доза (бактерицидная экспозиция)		Поверхностная плотность бактерицидной энергии $H_{\text{бк}} = \frac{W_{\text{бк}}}{S}$	Джоуль на кв.м	
12. Объемная плотность бактерицидной энергии		Отношение бактерицидной энергии к объему воздушной среды $E_{\text{вз}} = \frac{W_{\text{бк}}}{V}$	Джоуль на куб.м	
13. Телесный угол		Телесный угол включает в себя часть пространства, в котором распространяется излучение от источника, расположенного в центре сферы и измеряется отношением площади облучаемой поверхности сферы $S$ к квадрату радиуса сферы $\ell$	$\omega = \frac{S}{\ell^2}$	Стерадиан
14. Сила бактерицидного излучения		Отношение бактерицидного потока от источника излучения, распространяющегося внутри телесного угла, к этому телесному углу.	$I_{\text{бк}} = \frac{\Phi_{\text{бк}}}{\omega}$	Ватт на стерадиан
15. Бактерицидная лампа		Искусственный источник излучения, в спектре которого имеется бактерицидное излучение	-	-
16. Бактерицидная отдача лампы		Отношение бактерицидного потока лампы к её электрической мощности	$\zeta = \frac{\Phi_{\text{бк}}}{P_A}$	отн.
17. Пускорегулирующий аппарат		Электротехническое устройство, предназначенное для включения бактерицидных ламп в электрическую сеть.		

## Продолжение таблицы

1	2	3	4	5
18. Бактерицидный облучатель	Облучатель, содержащий в качестве источника излучения бактерицидную лампу	-	-	-
19. Бактерицидная облучательная установка	Совокупность бактерицидных облучателей, установленных в одном помещении.	-	-	-
20. Коэффициент потока бактерицидного действия	Отношение бактерицидного потока облучателя к бактерицидному облученному потоку ламп.	$I_o = \frac{\Phi_{бак.од}}{\Phi_{бак.л}}$	отн.	
21. Производительность облучателя	Отношение объема воздушной среды к времени облучения, необходимого для достижения заданного уровня бактерицидной эффективности.	$Q_o = \frac{V}{t}$	метр.куб на час	
22. Удельная производительность бактерицидного облучателя	Отношение производительности облучателя к потребляемой электрической мощности.	$I_{up} = \frac{Q_o}{P_a}$	метр.куб на киловатт час.	
23. Направленное бактерицидное облучение	Облучение среды или поверхности помещения, осуществляемое прямым потоком от открытых облучателей или бактерицидных ламп.	-	-	-
24. Отраженное бактерицидное облучение	Облучение среды или поверхности помещения отраженным потоком от потолка или стен помещения от экранированных бактерицидных ламп	-	-	-
25. Смешанное бактерицидное облучение	Одновременное или поочередное облучение помещения прямым или отраженным потоком бактерицидных ламп	-	-	-
26. Режим бактерицидного облучения	Длительность и последовательность сеансов бактерицидного облучения, обеспечивающих заданный уровень бактерицидной эффективности	-	-	-

1	2	3	4	5
27. Непрерывный режим облучения		Облучение помещения в течение всего рабочего дня	-	-
28. Однократный режим облучения		Разовое облучение, не требующее повторных сеансов.	-	-
29. Повторно-кратковременный режим облучения		Чередование сеансов облучения, длительность которых существенно меньше длительности пауз.	-	-

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Publ. CIE N53 *Methods of characterising the performance of radiometers and photometers*, 1982.
2. Publ. CIE N63. *The spectroradiometric measurement of lightsources*, 1980.
3. Д.Н.Лазарев. Ультрафиолетовая радиация и ее применение. ГЭИ, Л.-М., 1950.
4. *The measurement of actinic radiation*. CIE, Technical Report, 2nd draft, May 1985.
5. DIN 5031 Teil 10 (Vornorm) *Strahlungsphysik im optischen Bereich und Lichttechnik Größen, Formel und Kurzzeichen für photobiologisch wirksame Strahlung*.
6. ГОСТ 8.195-89. Государственная поверочная схема для средств измерений спектральной плотности энергетической яркости, спектральной плотности силы излучения и спектральной плотности энергетической освещенности в диапазоне длин волн 0,25-25,0 мкм с силы излучения и энергетической освещенности в диапазоне длин волн 0,2-25,0 мкм.
7. ГОСТ 23198-78. Лампы газоразрядные. Методы измерения спектральных и цветовых характеристик.
8. ГОСТ 8.326-78. Метрологическое обеспечение разработки, изготовления и эксплуатации нестандартизованных средств измерений.
9. ГОСТ 8.326-89. Метрологическая аттестация средств измерений.
10. Н.Г.Потапченко, О.С.Саулук. Исследование ультрафиолетового излучения в практике обеззараживания воды. "Химия и технология воды", 1991, т.13, № 12.
- II. Г.С.Сарычев. Облучательные светотехнические установки. ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ, 1992.
12. В.В.Мешков. Основы светотехники. ч.1,2-е изд.М.:Энергия 1979.
13. Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях. МЗ СССР, Москва, 1988.
14. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. МЗ СССР. Гигиентарно-эпидемиологическое управление. Москва, 1984г.

15. Обеззараживание воздуха с помощью ультрафиолета в медицине и в промышленности. Перевод проспекта фирмы "Негели" "Sterisol... , , Original Hanau".
16. "Временные указания по применению бактерицидных ламп". Зап-зр АН СССР, 1956.
17. А.Б.Чатвеев, С.И.Лебедкова, В.И.Петров. Электрические облучательные установки фотовиологического действия. 1989.,Москва, Московский Энергетический Институт.

## СХЕМЫ ВКЛЮЧЕНИЯ БАКТЕРИЦИДНЫХ ЛАМП В СЕТЬ

На рис.п.1. приведена наиболее распространенная одноламповая стартерная схема включения бактерицидной лампы  $L$  с токоограничивающим электромагнитным элементом в виде дросселя  $\Delta$ . В этой схеме стартер Ст, подключенный параллельно лампе, обеспечивает ее зажигание. Стартер представляет собой малогабаритную неоновую лампу тлеющего разряда с двумя электродами, один из которых выполнен из биметаллической ленты. Выпускаются стартеры, у которых оба электрода выполнены из биметаллической пластины.

На рис.п.2. Приведена одноламповая бесстартерная схема включения. В этой схеме для предварительного нагрева электродов лампы применен маломощный трансформатор с двумя вторичными накаловыми обмотками Тн. Напряжение сети, приложенное к электродам (при холодных электродах) является недостаточным для пробоя и зажигания лампы. Трансформатор Тн обеспечивает предварительный нагрев электродов и после того, когда их температура достигнет необходимого значения происходит зажигание лампы. При работающей лампе напряжение на первичной обмотке уменьшается и соответственно уменьшается нагрев электродов, что исключает их перегрев.

Встречаются ПРА, предназначенные для последовательного включения двух ламп (см. п.3 и п.4) с напряжением на каждой из них 50-60 В. Непременным условием использования двухламповых ПРА с последовательным включением ламп является соблюдение неравенства  $\frac{2u_1}{u_2} \leq 0,55$ , а также соответствие рабочего тока лампы номинальному току ПРА.

В качестве токоограничивающих элементов могут применяться управляемые полупроводниковые приборы-транзисторы и тиристоры, на базе которых созданы различные модификации электронных ПРА. Относительная сложность схем таких ПРА во многих случаях применения оправдывается их достоинствами: малая масса ПРА из-за су-

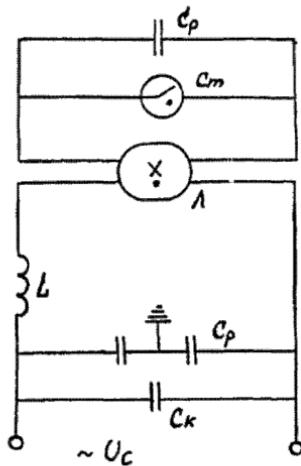


Рис. II.1. Одноламповая стартерная схема включения.

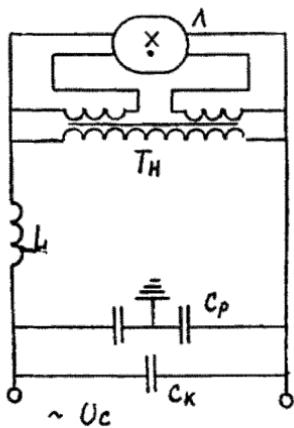


Рис. II.2. Одноламповая бесстартерная схема включения.

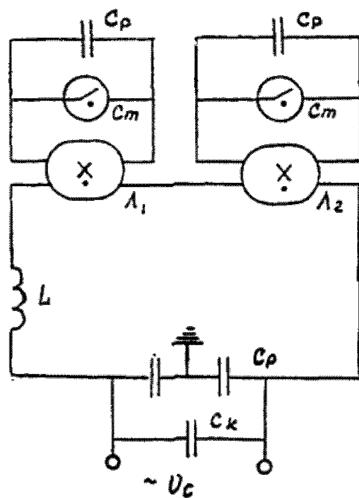


Рис. II.3. Двухламповая схема последовательного включения с двумя стартерами

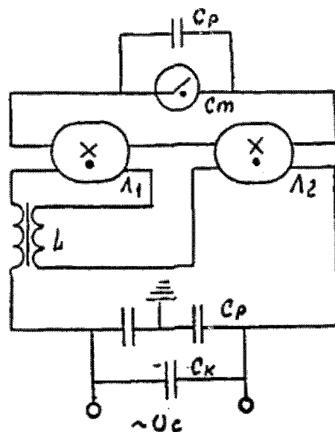


Рис. II.4. Двухламповая схема последовательного включения с одним стартером и дополнительной накаливной обмоткой

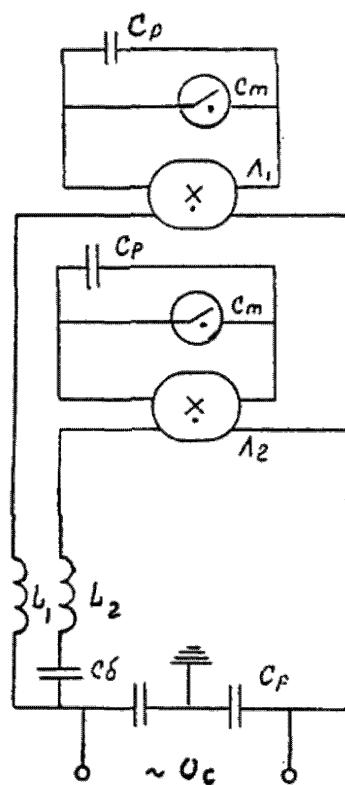


Рис.П.5. Двухламповая стартерная схема включения с высоким значением  $\cos \varphi_0$

шественного сокращения затрат обмоточной меди и электротехнической стали, небольшие потери мощности, повышение КПД, излучение и снижение акустического шума.

Использование дросселя в виде токоограничивающего элемента приводит к снижению коэффициента мощности сети ( $\cos \varphi_0$ ), численно разному

$$\cos \varphi_0 = \frac{U_L}{U_c}$$

где  $U_L$  - напряжение на лампе,

$U_c$  - напряжение сети.

Применение ПРА с низким значением  $\cos \varphi_0$  вызывает почти двухкратное увеличение потребляемого тока из сети и, следовательно, рост потерь мощности в питающих линиях.

Увеличение значения  $\cos \varphi$ , достигается двумя путями: либо подключением компенсирующего конденсатора  $C_k$  параллельно сети для одноламповых схем, либо использованием двухламповой схемы, в которой в цепи одной лампы включен дроссель, а в другой последовательно с дросселем включен балластный конденсатор  $C_b$ , как это изображено на рис.ПБ.

При одноламповых схемах включения компенсация коэффициента мощности может быть осуществлена для группы ламп. В этом случае емкость компенсирующего конденсатора  $C_k$ , необходимая для достижения  $\cos \varphi_k = 0,9$ , определяется из соотношения:

$$C_k = \frac{N \cdot I_L}{314 U_c} \cdot \frac{\sin(\varphi_0 - \varphi_k)}{\cos \varphi_k} \cdot 10^6, \text{ мкФ}$$

где  $N$  - число ламп;

$I_L$  - ток лампы, А;

$U_c$  - напряжение сети, В

$\varphi_k = \arccos 0,9 = 26^\circ$ ;

$\varphi_0 = \arccos \frac{U_L}{U_c}$ , град

Для подавления электромагнитных колебаний, создавших помехи радиоприему, применяются специальные конденсаторы Ср, включаемые параллельно лампе и сети (см.рис.П1,П2,П3). Емкость таких конденсаторов примерно равна С,05 мкФ. Обычно они входят в комплект ПРА.

При работающей лампе ПРА является источником акустического шума. Основной причиной возникновения шума является вибрация металлических деталей (пластик магнитопровода, корпуса ПРА и деталей облучателя). Шумы излучаются в широком диапазоне частот от десятков Гц до десятков кГц, охватывающий область частот, воспринимаемых ухом человека. При некоторых обстоятельствах наличие постороннего шума в помещении может создать существенную помеху. Поэтому выпускаемые ПРА в зависимости от вида помещения разделяются на три класса: Н-3 с нормальным уровнем шума - для промышленных зданий; Н-2 - с пониженным уровнем шума - для административно-служебных помещений; Н-1 - с особо низким уровнем шума - для бытовых, учебных и лечебных помещений.

Основные технические параметры ПРА приведены в таблице.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРА ДЛЯ  
РУЧНЫХ ЛАПК НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

Таблица

ТИП ПРА	Кол. и мощ. ламп, Вт	Напря- жение сети, В	Сете- вой ток, А	Поте- ри мощн. (справ. знач.), Вт	Коэф. Габаритные размеры, мм	Приме- чание
ЛУБИ-3/220-БПН-300	1x3	220	0,145	7,2	0,55	150x39,5x36,5
2УБИ-8/220-БПН-900	2x8	220	0,29	8,0	0,5	135x32,5x36,5
3УБИ-8/220-АБПН-310	3x8	220	0,43	14,4	0,5	200x39,5x36,5
2УБИ(Е)-15/220-БПН- -500	2x15	220	0,66	8,7	0,5	150x39,5x36,5
ЛУБИ-30/220-БПН-090	1x30	220	0,360	7,8	0,5	150x45x45
ЛУБИ(Е)-40/220-БПН- -0,75	1x40	220	0,430	9,6	0,5	125x46x43
2УБИ-20/220-БПН-500	2x20	220	0,74	10	0,55	135x40x37
2УБИ-40/220-БПН-900	1x40	220	0,43	10,4	0,55	150x39,5x36,5
ЛУБИ-65/220-БС0-910	1x65	220	0,67	13	0,55	150x50x42
УБЗ-20/220	1x20	220	0,1	3	0,99	366x50,5x35
ЛУБЗ-40/220	1x20	220	0,18	4	0,99	366x50,5x35
2УБЗ-20/220	2x20	220	0,13	4	0,99	366x50,5x35
2УБЗ-40/220	2x40	220	0,36	8	0,99	366x50,5x35

Электромагнитные  
Электронные

**СПЕКТРАЛЬНЫЙ МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО  
ИЗЛУЧЕНИЯ БАКТЕРИЦИДНЫХ ЛАМП**

В соответствии со спектральным методом производится измерение спектральной плотности мощности излучения лампы  $\Phi_{\lambda}(\lambda)$  или другой радиометрической величины, представляющей интерес (например, спектральной плотности облученности  $E_{\lambda}(\lambda)$ , спектральной плотности силы излучения  $I_{\lambda}(\lambda)$  и т.п.) и затем значение бактерицидного потока или другой эффективной величины (например, бактерицидной облученности, бактерицидной силы излучения и т.п.) рассчитывается по формуле:

$$\Phi_{\text{бк}} = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \Phi_{\lambda}(\lambda) \cdot S(\lambda) d\lambda,$$

где  $S(\lambda)$  отн. — относительная спектральная взвешивающая функция, учитывающая различную эффективность воздействия излучения различных длин волн на бактерии. При определении других эффективных величин (например, бактерицидной облученности  $E_{\text{бк}}$ , бактерицидной силы излучения  $I_{\text{бк}}$  и т.п.) в формуле подставляются другие измерения радиометрические величины (соответственно  $E_{\lambda}(\lambda)$ ,  $I_{\lambda}(\lambda)$  и т.п.).

Пределы интегрирования  $\lambda_1 = 205$  нм,  $\lambda_2 = 315$  нм — это длины волн излучения, ограничивающие спектральный участок, за пределами которого излучение практически не оказывает бактерицидного действия, т.е. для которого значение  $S(\lambda)$  отн.= 0.

Значение функции  $S(\lambda)$  отн. приведены в табл. I.

Измерения  $\Phi_{\lambda}(\lambda)$  должны производиться в соответствии с требованиями публикации ИКИ № 63 и ГОСТ 23198-78. Измерительная установка должна включать в себя спектральный прибор, схему освещения входной щели, приемник излучения, прибор для регистрации сигнал с приемника излучения и лампу сравнения, аттестованную в органах Госстандарта по значениям спектральной плотности облученности на

участке 206...315 нм в соответствии с требованиями ГОСТ 6.195-69. Кроме того, в состав измерительной установки должны входить экспозиционные средства измерения и оборудование, обеспечивающие работу и контроль режимов измеряемой лампы, лампы сравнения и приемника излучения. Измерительная установка в целом должна быть метрологически аттестована в соответствии с требованиями ГОСТ 6.326-73.

Примерный состав спектральной установки:

спектральный прибор – спаренные монохроматоры с дифракционной решеткой МДР 23;

схема освещения – диффузно отражающая пластинка или полый шар, выполненные из материала политетрафторэтилен (холон), кварцевая линза;

приемник излучения – фотоэлектронный умножитель ФЭУ-100;

приборы регистрации сигнала приемника – Ц-300, 4-30;

лампа сравнения – кварцевая галогенная лампа накаливания КГМ 110-1000;

блок питания фотоумножителя – ВС-22;

блок питания лампы сравнения – БП-120-10;

приборы контроля режима питания лампы сравнения – образцовая катушка сопротивления Р 310, Ф30.

Спектральный метод рекомендуется для использования в хорошо оснащенных лабораториях предприятий – разработчиков бактерицидных ламп и бактерицидных облучательных приборов.

В качестве примера в таблице приведены результаты измерения спектрального распределения облученности на расстоянии 0,5 м, создаваемой бактерицидной лампой ДБ,8. На участке 220-320 нм облученности даны для интервалов шириной 2 нм, в спектральной области 320-300 нм – для интервалов 10 нм; – середина интервалов.

Таблица

$\lambda, \text{ нм}$	$E(\lambda), 10^{-4} \text{ Вт/м}^2$	$\lambda, \text{ нм}$	$E(\lambda), 10^{-4} \text{ Вт/м}^2$	$\lambda, E(\lambda), 10^{-4} \text{ Вт/м}^2$	$\lambda, E(\lambda), 10^{-4} \text{ Вт/м}^2$		
1	2	3	4	5	6	7	8
220		270	0,454	325	0,426	375	39,9
2 0		2	0,1365	35	6,49	35	0,553
4 0,0150		4	1,637	45	0,430	95	0,1211
6 0,2476		6	0,273	55	0,468	605	0,1465
8 0,0255		8	0,239	65	110,0	15	0,1658
230 0,0790		280	2,25	375	0,684	625	0,1071
2 0,0360		2	1,943	35	0,651	35	0,0935
4 0,1441		4	0,201	95	0,934	45	0,0993
6 0,1268		6	0,241	405	114,3	55	0,0953
8 0,630		8	4,32	15	0,790	65	0,1092
240 0,424		290	1,134	425	0,571	675	0,1765
2 0,1564		2	0,733	35	369,0	85	0,1313
4 0,324		4	0,460	45	0,442	95	1,673
6 1,890		6	23,2	55	0,349	705	0,323
8 5,56		8	7,30	65	0,317	15	0,218
250 41,92		300	0,473	475	0,297	725	0,250
2 1158		2	13,27	35	0,276	35	1,272
4 5870		4	0,293	95	0,940	45	0,0841
6 76,2		6	0,1109	505	0,258	55	1,290
8 2,37		8	0,1135	15	0,242	65	0,473
260 1,021		310	1,408	525	0,228	775	2,42
2 0,475		2	112,4	35	0,227	35	0,065
4 8,33		4	3,29	45	194,2	95	1,967
6 2,61		6	0,638	55	0,232		
8 0,233		8	0,1086	65	0,1806		

Расчеты, выполненные по результатам измерений, дают следующие значения параметров лампы ДВ 8: облученность в интервале 220-320 нм<sup>2</sup> составляет  $E=0,737 \text{ Вт/м}^2$ , бактерицидная облученность  $E_{бк}=0,600 \text{ Вт/м}^2$  (или в прежней системе единиц  $E_{бк}=0,712 \text{ бакт/м}^2$ ), облученность в интервале 220-300 нм составляет  $E=0,820 \text{ Вт/м}^2$ .

**БАКТЕРИОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ЗА ПРИМЕНЕНИЕМ  
БАКТЕРИЦИДНЫХ ЛАМП**

**I. Исследование микробной обсемененности воздуха**

Бактериологические исследования воздуха предусматривают определение общего содержания микроорганизмов в 1 м<sup>3</sup> воздуха и определение содержания золотистого стафилококка в 1 м<sup>3</sup> воздуха.

Чтобы воздуха отбирают аспирационным методом с помощью прибора Кротова (прибор для бактериологического анализа воздуха, модель 818).

Для определения общего содержания микроорганизмов протягивают 100 литров воздуха со скоростью 25 л в минуту (4 минуты). Для определения золотистого стафилококка - 250 л воздуха (10 минут) с той же скоростью.

**П р и м е ч а н и е.** При отсутствии в лаборатории прибора Кротова, возможно использовать для этих целей другие аспирационные приборы пробоотборники ПАБ-2, импактор Андерсена и др.).

Для определения общего содержания микроорганизмов в 1 м<sup>3</sup> воздуха, отбор проб производится на 2% питательном агаре. После инкубации при 37°C в течение 24 часов производят подсчет выросших колоний и делают пересчет на 1 куб.м. воздуха.

Для определения золотистого стафилококка в 1 куб.м. воздуха, отбор проб производят на желточно-солевом агаре (ЕСА). После инкубации посевов при 37°C в течение 24 часов при комнатной температуре отбирают подозрительные колонии, которые подвергают дальнейшему исследованию в соответствии с приказом МЗ СССР № 691 от 23.12.1939 г.

Примеры оценки микробной обсемененности воздуха приведены в табл.

(Приказ МЗ СССР № 720 от 31.07.78г.)

Таблица

Место отбора проб	Условия работы	Допустимое общее кол. кол. золотис. кок. воздуха	Допустимое кол. золотис. стафил. воздуха
Операционные	До начала работы	не выше 500	не должно быть
Детские палаты в род-домах	Подготовленные к приему детей	не выше 500	не должно быть
и КОЕ - колониеобразующие единицы			

Для контроля обсемененности воздуха бактериализированных и других помещений, требующих асептических условий для работы, может быть использован септический метод. В соответствии с этим методом на рабочий стол ставят 2 чашки Петри с 2% питательным агаром и ставят их на 30 минут. Посевы инкубируют при температуре 37°C в течение 48 часов. Допускается рост не более 3 колоний на чашке.

## 2. Исследование микробной обсемененности поверхностей

Бактериологическое исследование микробной обсемененности поверхностей ограждений помещений и оборудования предусматривает обнаружение микроорганизмов семейства *Enterobacteriaceae*, *Staph. aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*.

Отбор проб с поверхностей осуществляется методом смызов. Взятие смызов производят стерильным ватным тампоном на палочках, вмоченными в пробки с 5 мл стерильной 1% пептонной водой. Тамpons увлажняют питательной средой, делают смыз и помещают в ту же пробирку и погружают в пептонную воду. Смыз проводят с площади не менее 100 кв. см, тщательно протирая поверхность.

Из каждой отобранный пробы производят посев непосредственно влажным тампоном на чашку Петри с воложно-солевым агаром и 0,5 мл смызной жидкости, засевают в 0,5 мл бульона с 6,5% хлорида натрия для выделения золотистого стафилококка. Для выявления Энтеробактерий и Псевдомонас аеругиноза посев производят из пробирок с 1% пептонной водой после инкубации при 37°C в течение 1д-20 часов на среду Эндо.

Дальнейшее исследование проводят в соответствии с Приказом МЗ СССР от 23.12.59г. № 691 "О профилактике внутрибольничной инфекции в акушерских стационарах", "Методическим указаниям по микробиологической диагностике заболеваний, вызываемых энтеробактериями" МЗ СССР № 04-723/3 от 17.12.84г. и "Методическими рекомендациями по определению грамотрицательных потенциально-патогенных бактерий - возбудителей внутрибольничных инфекций" МЗ СССР от 03.06.86г.

При оценке эффективности воздействия бактерицидного облучения на плесневые грибы бактериологические исследования проводятся с применением среды Сабуро.

## Приложение 4

**П Е Р Е Ч Е Н Ь**  
**организаций, оказывающих услуги по применению**  
**бактерицидных ламп**

Наименование организации	Виды услуг	Адрес
НИИ профилактической токсикологии и дезинфекции	Разработка методик по обеззараживанию воздуха лечебных производственных и бытовых помещений. Микробиологический контроль бактерицидных установок. Исследование бактерицидной эффективности облучателей и их паспортизации	117246, Москва Научный пр.13 332-01-60 332-01-26 332-01-62
НИИ строительной физики	Составление проектных заданий и разработка проектов по оборудованию помещений бактерицидными установками.	127238, Москва Локомотивный пр.21 т.488-78-79
Научно-исследовательский светодетехнический институт	Метрологический контроль бактерицидных установок. Разработка бактерицидных ламп и их поставка.	129626, Москва пр.Мира,100 ВНИИ т.286-06-50
Производственное объединение "ЛИСМА"	Разработка и поставка бактерицидных ламп.	430034, Саранск ш.Светотехников, 5, т.4-39-03, т.4-61-46
НИИ медицинского приборостроения	Разработка и поставка бактерицидных облучателей	126422,ул.Тимирязевская 1, ВНИИМП-Виса т.211-09-65, т.211-03-16
АООТ"НИИ ЗЕНИТ"	Разработка и поставка бактерицидных облучателей и ламп. Монтаж и сдача в эксплуатацию бактерицидных установок.	103489, Москва т.535-25-29 т.535-25-49
АО"ДЕСТЕР ЛТД"	Комплексное обслуживание по составлению проектов оборудования бактерицидными облучательными установками, монтаж и подключение, подготовка персонала, разработка режимов применения и составление инструкций по пользованию бактерицидными установками, поставка бактерицидных облучателей и бактерицидных ламп.	117246, Москва Научный пр.18 т.128-89-01 т.332-01-01
НПО "КРЕДО"	Поставка бактерицидных облучателей и ламп.	466206, г.Златоуст, Челябинской обл., ул.Аносова, 117 тел. (35136) 2-27-65 телеп. 624538 КРЕДО
Научно-производственное предприятие "МЕД-СТЕЛЛА"	Поставка бактерицидных облучателей	103489, Москва НИИ"МЕД-СТЕЛЛА" т.534-92-68
Лаборатория экологических проблем А.О.ЛЭК	Разработка и поставка озонометров	193144, С.-Петербург, Матвеевская, 19. т.271-11-01, 274-28-18