

**Е.П. ЯНИН**

**РТУТНЫЕ ЛАМПЫ  
КАК ИСТОЧНИК ЗАГРЯЗНЕНИЯ  
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

**МОСКВА – 2005**

УДК 550.4:612.327

Янин Е.П. Ртутные лампы как источник загрязнения окружающей среды. – М.: ИМГРЭ, 2005. – 28 с.

В работе приводятся сведения о масштабах производства и использования газоразрядных ламп в России и о содержании ртути в их основных типах. Рассматривается значение ртутных ламп как источников загрязнения среды обитания ртутью и другими поллютантами. Анализируются проблемы утилизации отработанных люминесцентных и других ртутных ламп в Южном федеральном округе Российской Федерации.

Табл. 11; список лит. – 44 назв.

Рецензенты:

А.И. Ильяшенко  
(ЗАО «НПП «Кубаньцветмет»)

В.Г. Максимович  
(ООО «Агентство «Ртутная безопасность»)

---

С замечаниями и уточнениями обращаться по адресам:



агентство  
**РТУТНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

ООО «Агентство «Ртутная безопасность»,  
Краснодарский край, Абинский район,  
поселок Холмский, улица Рудничная, 5;

тел./факс: (8-86150) 2-32-23, 2-32-10, 2-32-59, 2-32-30;  
E-mail: hgsaf@rambler.ru.



Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН  
(www.geokhi.ru), Лаборатория экологической геохимии,  
119991, ГСП-1, г. Москва, ул. Косыгина, д. 19.

© Янин Е.П., 2005

## Предисловие

Среди многочисленной группы токсичных веществ особое место занимает ртуть, обладающая (с эколого-гигиенической точки зрения) уникальными свойствами, обусловленными ее повышенной возможностью распределения в окружающей среде, разнообразием форм нахождения и спецификой их трансформации в природных условиях, а также разносторонним спектром негативных воздействий на живые организмы даже при относительно малых дозах экспозиции. Одним из возможных источников ее поступления в среду обитания являются ртутные газоразрядные лампы.

Газоразрядные лампы представляет собой искусственные источники оптического излучения, в которых свечение создается от электрического разряда в парах ртути или в смеси газа и пара. По рабочему давлению в колбе газоразрядные лампы разделяются на три разновидности: а) лампы низкого давления (в которых парциальное давление паров ртути при установившемся режиме не превышает  $10^2$  Па); б) лампы высокого давления (от  $10^5$  до  $10^6$  Па); в) лампы сверхвысокого давления ( $10^6$  Па и более). По форме стеклянной колбы ртутные лампы подразделяются на: 1) трубчатые или линейные лампы в цилиндрических колбах (расстояние между электродами в 2 раза и более превышает внутренний диаметр трубки); 2) капиллярные лампы (в трубках с внутренним диаметром меньше 4 мм); 3) шаровые лампы (их колбы обычно имеют форму шара или близкую к ней). Колбы ртутных ламп могут быть покрыты слоем люминофора. Наиболее распространены трубчатые люминесцентные лампы, мировой выпуск которых приближается к 1,5 млрд. шт. в год.

Ртутные лампы используются для освещения улиц, жилых, общественных и промышленных помещений, местного освещения, в медицинских и оздоровительных целях, в прожекторных установках, светокопировальных аппаратах, на сельскохозяйственных объектах и т. д. Массовое применение ртутных ламп (особенно низкого давления) во многом обусловлено их высокой световой отдачей, большим сроком службы и возможностью получения разнообразных спектров излучения. В развитых странах ртутные лампы обеспечи-

вают от 50 до 80% световой энергии, генерируемой искусственными источниками света.

В общем случае следует различать два основных типа ртутных ламп – лампы, в которые вводится металлическая (жидкая) ртуть, и лампы, в которых жидкая ртуть заменяется амальгамой (благодаря меньшему давлению паров ртути над амальгамой лампа становится более приемлемой в производстве и эксплуатации). На российских электроламповых заводах в процессе вакуумной обработки ламп в подавляющее их количество вводят жидкую (металлическую) ртуть. Это неизбежно сопровождается ее технологическими потерями и загрязнением производственной среды, что обуславливает негативное воздействие на рабочих, эмиссию металла в среду обитания и формирование зон ртутного загрязнения в окрестностях предприятий [2, 3, 31-34]. В свою очередь, вышедшие из строя ртутные лампы являются потенциальным источником поступления токсичной ртути и других вредных веществ в среду обитания, что определяет необходимость их селективного сбора и переработки.

В предлагаемой работе приводятся сведения о масштабах производства и использования газоразрядных ламп в России и о содержании ртути в их основных типах. Рассматривается значение ртутных ламп как источников загрязнения окружающей среды ртутью и другими поллютантами. Анализируются проблемы утилизации отработанных ртутных ламп в Южном федеральном округе России.

## Особенности и опасность ртутного загрязнения

Ртуть отличается чрезвычайно широким спектром и большим разнообразием проявлений токсического действия в зависимости от свойств веществ, в виде которых она поступает в живой организм (например, пары металлической ртути, неорганические или органические соединения), путей поступления и дозы [5-7, 16]. Основные пути воздействия ее на человека связаны с воздухом (при дыхании), с пищевыми продуктами, питьевой водой. Возможны и другие, случайные, но нередкие в обыденной жизни пути воздействия: через кожу, при купании в загрязненном водоеме, при поедании детьми загрязненной почвы, штукатурки и т. п.

Ртуть принадлежит к числу тиоловых ядов, блокирующих сульфгидрильные группы белковых соединений и этим нарушающих белковый обмен и ферментативную деятельность организма. Особенно сильно она поражает нервную и выделительную системы. При воздействии ртути возможны острые (проявляются быстро и резко, обычно при больших дозах ртутной экспозиции) и хронические (влияние малых доз ртути в течение относительно длительного времени) отравления. Известно большое количество ртутьсодержащих органических соединений, в которых атомы металлы связаны с атомами углерода. Многие из таких соединений, особенно метилртуть, очень токсичны для живых организмов.

Распределение ртути в организме человека зависит от ее состояния: элементарная ртуть  $\text{Hg}^0$  (пары ртути), неорганический ион  $\text{Hg}^{2+}$ , ион метилртути  $\text{CH}_3\text{-Hg}^+$ . Все они имеют высокое сродство по отношению к клеткам почек, воздействуя на них. Поступающая ингаляционно (при дыхании)  $\text{Hg}^0$  и принимаемый перорально (например, с пищей или водой)  $\text{CH}_3\text{-Hg}^+$  накапливаются в центральной нервной системе, сильнее, чем  $\text{Hg}^{2+}$ . Пары и неорганические соединения ртути способны вызывать контактный дерматит. При вдыхании ртутные пары поглощаются и активно накапливаются в мозге и почках. В организме человека задерживаются примерно 80% вдыхаемых паров ртути. В живом организме элементарная ртуть превращается в ион, который соединяется с молекулами белков. Есть

сведения, что пары ртути способны проникать в организм человека через кожу. У беременных женщин пары ртути могут проходить через плацентарный барьер, воздействуя таким образом на развивающийся плод. Анализ последствий известных ртутных отравлений в Японии и Ираке, приведших к массовой гибели людей, показал, что у матерей, перенесших лишь легкое отравление метилртутью, рождались дети с тяжелым церебральным параличом, т. е. внутриутробный период представляет стадию жизненного цикла, очень чувствительную к воздействию ртути.

К настоящему времени установлено, что наряду с общетоксическим действием (отравлениями) ртуть и ее соединения вызывают гонадотоксический (воздействие на половые железы), эмбриотоксический (воздействие на зародыши), тератогенный (пороки развития и уродства) и мутагенный (возникновение наследственных изменений) эффекты.

Обычно в нативных городских условиях наиболее важное, часто основное, воздействие на человека связано с влиянием паров ртути, нередко проявляющееся в так называемом хроническом меркуриализме (ртутном отравлении), который приводит к нарушению нервной системы и характеризуется наличием астеновегетативного синдрома с отчетливым ртутным тремором (дрожанием рук, языка, век, даже ног и всего тела), неустойчивым пульсом, тахикардией, возбужденным состоянием, психическими нарушениями, гингивитом. Кроме того, могут развиваться апатия, эмоциональная неустойчивость (ртутная неврастения), головные боли, головокружения, бессонница, возникает состояние повышенной психической возбудимости (ртутный эретизм), нарушается память.

Вдыхание значительных доз паров ртути сопровождается симптомами острого бронхита, бронхиолита и пневмонии. Наблюдаются изменения в крови и повышенное выделение ртути с мочой. Чрезвычайно острое отравление ртутью вызывает разрушение легких. Отмеченные синдромы и симптомы обычно наблюдаются при воздействии паров ртути в концентрациях в воздухе более  $0,1 \text{ мг/м}^3$ , но психические расстройства могут возникать и при более низких уровнях. Так, при длительном воздействии относительно низких концентраций паров ртути в воздухе – порядка сотых долей  $\text{мг/м}^3$  и

ниже (нередко на уровне тысячных долей мг/м<sup>3</sup> и ниже) – у людей возможно развитие микромеркуриализма. Как правило, его проявления вначале выражаются в снижении работоспособности, быстрой утомляемости, повышенной возбудимости, потери аппетита. Затем указанные явления усиливаются, нарушается память, появляются неуверенность в себе, раздражительность, головные боли и др.

В России утверждены гигиенические нормативы – ПДК (предельно допустимые концентрации) и МДУ (максимально допустимые уровни) ртути в различных компонентах среды обитания (табл. 1-4). В табл. 5 приведены фоновые уровни ртути в окружающей среде.

Таблица 1. ПДК ртути в атмосферном воздухе и природных водах

Вещество	Воздух, мг/м <sup>3</sup>		Вода водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения, мг/л
	рабочей зоны	населенных пунктов	
Ртуть металлическая	0,01	0,0003	0,0005
Соединения ртути*:	0,2 / 0,05**		-
амидохлорид Hg (II)	0,2 / 0,5	-	-
ацетат Hg (I) и Hg (II)	0,2 / 0,5	-	-
бромид Hg (II)	0,2 / 0,5	-	-
иодид Hg (II)	0,2 / 0,5	-	-
нитрат Hg (I) и Hg (II)	0,2 / 0,5	-	-
оксид Hg (II)	0,2 / 0,5	-	-
сульфат Hg (I) и Hg (II)	0,2 / 0,5	-	-
тиоцианат Hg (II)	0,2 / 0,5	-	-
хлорид Hg (I) и Hg (II)	0,2 / 0,5	-	-

\* ПДК для соединений ртути даны в пересчете на ртуть.

\*\* В знаменателе указано значение среднесменной ПДК.

Таблица 2. Гигиенические нормативы ртути в почве \*

ПДК, мг/кг	Показатели вредности и значения их лимитирующих концентраций, мг/кг			
	Транслокационный	Миграционный		Общесанитарный
		водный	воздушный	
2,1	2,1	33,3	2,5	5

\* В качестве предельно допустимой концентрации ртути в почве принят показатель вредности, который имеет наименьшую пороговую величину, т. е. 2,1 мг/кг (наименьшая пороговая величина установлена для транслокационного показателя вредности, характеризующего возможность перехода ртути из верхнего (пахотного) горизонта почв в сельскохозяйственные растения (с последующим накоплением в них до уровня соответствующей ПДК).

Таблица 3. ПДК ртути в некоторых пищевых продуктах

Продукты	мг/кг (на естественную массу)
Молоко, кисломолочные изделия, фруктовые и овощные соки	0,005
Масло сливочное, мясо и птицы свежие и мороженые	0,03
Внутренние органы и продукты их переработки	0,1
Почки	0,2
Яйца	0,02
Рыба свежая охлажденная:	
Пресноводная хищная	0,6
Пресноводная нехищная	0,3
Морская	0,4
Хлеб, зерно, фрукты	0,01
Овощи	0,02

Таблица 4. МДУ ртути в кормах для животных и птицы, мг/кг

Сви- ньи	Комбикорма				Зерно, зернофу- раж, корма микробного синтеза, мине- ральные добавки	Грубые и сочные корма, корнеклубне- плоды, корма для производства продук- тов детского питания
	Птица		Крупно- и мел- корогатый скот			
	От- корм	Яйце- носные	От- корм	Молоч- ный		
0,1	0,1	0,05	0,01	0,05	0,05	

Таблица 5. Фоновые уровни ртути в компонентах окружающей среды

Компонент, размерность	Содержание
Пары ртути в приземном слое атмосферного воздуха, нг/м <sup>3</sup>	2-10
Аэрозольная ртуть в атмосфере, нг/м <sup>3</sup>	0,02
Пыль, осажденная со снегом, мг/кг	0,01-0,1
Дождевая вода, мкг/л	0,01-0,2
Снег, нг/кг	70
Лед, нг/кг	6
Природные почвы, мг/кг	0,02-0,08
Наземная растительность, мг/кг сухой массы	0,02-0,06
Речные воды, растворенные формы, мкг/л	0,02-0,07
Речные воды, взвешенные формы, мкг/л	0,002-0,06
Речная взвесь, мг/кг	0,08-0,09
Грунтовые воды, растворенные формы, мкг/л	0,05
Океанические воды, растворенные формы, мкг/л	0,03
Донные отложения рек, мг/кг	0,02-0,08
Пресноводная растительность, мг/кг сухой массы	0,035-0,05



Высокая опасность загрязнения помещений ртутью во многом обуславливается ее своеобразными физико-химическими свойствами. Как известно, ртуть представляет собой блестящий, серебристо-белый тяжелый жидкий металл, который даже в обычных условиях обладает повышенным давлением насыщенных паров и испаряется с довольно высокой скоростью, которая с ростом температуры увеличивается. Это приводит к формированию опасной для живых организмов ртутной атмосферы. Например, при 24°C атмосферный воздух, насыщенный парами ртути, может содержать их в количестве около 18 мг/м<sup>3</sup>, что почти в 1800 раз превышает ПДК этого металла в воздухе рабочей зоны и в 60000 раз ПДК в атмосферном воздухе населенных пунктов.

Ртуть способна растворять многие металлы, образуя при этом амальгамы, которые не отличаются от обычных сплавов, хотя при избытке ртути представляют собой полужидкие смеси. Амальгамированию подвержены металлы, смачиваемые ртутью. (Не амальгамируется сталь, легированная углеродом, кремнием, хромом, никелем, молибденом и ниобием.) Это свойство (вкуче с другими) во многом определяет повышенную агрессивность ртути по отношению ко многим конструкционным материалам, что приводит к их коррозии и разрушению.

Ртуть может испаряться через слои воды и других жидкостей. Она также растворяется в органических растворителях и, в определенной степени, в воде. Ртуть относительно легко проникает сквозь многие строительные материалы (различные бетоны и растворы, строительные плитки, рубероид, толь, ПВХ-пластикат, линолеум, мастики, лакокрасочные покрытия и др.). Благодаря высокой подвижности и большому поверхностному натяжению металлическая ртуть при разливе разбивается на мелкие капельки и рассеивается по различным поверхностям, легко проникает в трещины, подпольное пространство и т. д., увеличивая тем самым площадь загрязнения. Капли ртути, особенно покрытые пылью, могут длительное время сохраняться в различных щелях, неровностях и т. п. В свою очередь, ртутные пары активно сорбируются различными материалами, обладая при этом повышенной способностью к последующей десорбции и, соответственно, к вторичному загрязнению воздуха. Значение

имеет и тот факт, что ртуть, обладая высоким потенциалом ионизации и высоким положительным окислительным потенциалом, является относительно стойким в химическом отношении элементом, что обуславливает ее способность восстанавливаться до металла из различных соединений.

Роль так называемого «депо» ртути (в том числе, сорбированной) как одного из источников вторичного ртутного загрязнения помещений известна давно. В данном случае, вторичными источниками загрязнения являются различные материалы, загрязненные сорбированной из воздуха ртутью (штукатурка стен и потолка, деревянные конструкции, мебель, оборудование и пр.), так называемая «заляжная ртуть» (мелкодисперсная ртуть) и т. д. Остаточное ртутное загрязнение типично для многих старых строений, которые в свое время использовались в производственных целях, в качестве мастерских, больниц, госпиталей, а сейчас переоборудованы под офисы, банки, торговые учреждения, школы, детские учреждения. Оно также характерно для действующих больниц, поликлиник, амбулаторий, медицинских пунктов, научных центров, организаций по ремонту бытовой техники и т. п. Нередко вторичными источниками загрязнения помещений ртутью являются отработанные ртутные лампы, не отправленные на обезвреживание. Практически всегда в таких ситуациях формируются условия, определяющие вероятность хронического воздействия ртути на людей.

Сказанное, в сущности, и определяет необходимость экологически безопасной утилизации (переработки, обезвреживания) использованных ртутных ламп и других ртутьсодержащих отходов потребления и производства, а также выполнения в городах исследований по выявлению загрязненных ртутью помещений с целью проведения затем комплекса демеркуризационных мероприятий по ликвидации источников загрязнения.

## **Общая характеристика ртутных ламп**

Российскими электроламповыми заводами производятся следующие основные группы ртутных ламп (табл. 6).

Таблица 6. Характеристика отечественных ртутных ламп [1, 13, 27]

Группа ламп	Типы ламп мощность, (маркировка)	Количество типов ламп	Продолжительность горения, часы <sup>1</sup>
Разрядные лампы низкого давления			
Люминесцентные	Трубчатые, 4-80 Вт (ЛБ, ЛБЕ, ЛД, ЛДЦ, ЛЕЦ и др.)	45	6000-12000
	Фигурные, 22-60 Вт (ЛБК, ЛДК, ЛЕЦК и др.)	13	2000-15000
	Цветные, 15-40 Вт (ЛГ, ЛК, ЛЗ, ЛЖ, ЛР, ЛС)	15	7500-15000
Люминесцентные компактные	7-36 Вт (КЛ)	12	8000-10000
	Универсальные, 7-11 Вт (КЛУ)	12	8000-10000
	Цветные, 5-11 Вт (КЛ, КЛУ)	30	5000
	С электронным ПРА и цоколем E27, 11-20 Вт (КЛЭ)	19	8000
Люминесцентные УФ излучения	4-80 Вт (ЛУФ, ЛУФТ, ЛУФК, КЛ)	10	300-5000
Эритемные	15-40 Вт (ЛЭ, ЛЭР)	5	3000-5000
Бактерицидные	4-60 Вт (ДБ, ДРБ, ДБК)	7	3000-8000
Неоновые трубки	Для световой рекламы	-	6000-8000
Разрядные лампы высокого и сверхвысокого давления			
Ртутные высокого и сверхвысокого давления	50-Вт (ДРЛ, ДРТ, ДРТБ, ДРШ)	38	500-24000
Металлогалогенные	250-4000 Вт (ДРИ, ДРИЗ, ДРИФ, ДРИШ)	24	200-10000
Натриевые высокого давления	С прозрачной колбой, 50-1000 Вт (ДНаТ)	9	10000-15000
	Со светорассеивающей колбой, 50-1000 Вт (ДНаМт)	9	10000-15000
	Зеркальные «Рефлекс», 50-600 Вт (ДНаЗ)	9	10000-15000
Ртутно-ксеноновые	500-1500 Вт (ДРКс)	3	1200
Спектральные	50-600 Вт (дугового разряда, ДРС), 12 (ртутно-гелиевая, ДРГ)	4	50-500

В наибольшем объеме выпускаются трубчатые (линейные) люминесцентные лампы, т. е. разрядные лампы низкого давления, в которых ультрафиолетовое излучение электрического разряда в парах ртути превращается при помощи слоя люминофора, нанесенного на внутреннюю поверхность стеклянной колбы, в видимое оптическое

ское излучение различной цветности. Отечественной электроламповой промышленностью производятся также фигурные (с U-образной и кольцевой формой трубчатой колбы) и цветные люминесцентные лампы.

Составной частью люминесцентных ламп является стеклянная колба, по обоим концам которой впаяны ножки с катодами. Катод обычно представляет собой биспираль из вольфрамовой проволоки, покрытую тонким слоем оксидов щелочноземельных металлов. Цоколь лампы изготавливается, как правило, из алюминия; в лампах присутствуют также медь (выводы, латунные штырьки), никель (выводы), цинк (латунные штырьки), олово (припой), свинец (припой и ножка) и другие химические элементы. В колбу люминесцентной лампы (после удаления воздуха и тщательного обезгаживания) вводится инертный газ (аргон, ксенон, неон или их смесь), который облегчает зажигание лампы и уменьшает распыление катодов в процессе работы. В ртутных лампах высокого давления обычно используется смесь «аргон+ртуть», а в металлогалогенных лампах –  $\text{Ar}+\text{Hg}+\text{NaI}+\text{TaI}+\text{InI}_3$  и другие галоидные смеси.

В настоящее время в России в небольших количествах производятся компактные люминесцентные лампы, которые, как следует из их названия, отличаются малыми размерами, а также характеризуются незначительным содержанием ртути (примерно 5 мг в одной лампе) и имеют более долгий (в 5-10 раз) срок службы, нежели обычные лампы накаливания.

В группе ламп высокого и сверхвысокого давления в наиболее массовом порядке изготавливаются ртутные лампы типа ДРЛ и натриевые лампы типа ДНаТ. Обычно они имеют стеклянную колбу примерно эллиптической формы, внутри которой находится трубчатая кварцевая горелка (так называемая ртутная горелка). На внутреннюю поверхность колбы нанесен тонкий слой люминофора, который поглощает ультрафиолетовое излучение ртутной горелки и преобразует его в видимое излучение исправленной цветности. Колбы ламп высокого и сверхвысокого давления могут иметь зеркальное или матовое покрытие.

Особое значение имеют металлогалогенные лампы высокого давления (дуговые ртутные лампы с излучающими добавками), ис-

пользуемые для целей общего и специального освещения, в различных приборах и установках и т. д.

В существенно меньших объемах производятся такие лампы, как эритемные, бактерицидные, ртутно-ксеноновые, спектральные, ультрафиолетового излучения и др., которые, тем не менее, имеют важное практическое значение и находят применение в самых различных отраслях промышленности, в сельском хозяйстве, медицине, технике и т. д.

В последние годы в России (преимущественно в крупных городах) относительно широкое развитие получило производство ртутьсодержащих неоновых трубок для световой рекламы (в англоязычных странах такое производство обычно именуется «*bending*», по названию основной операции – сгибанию стеклянных трубок). Как правило, в большинстве случаев – это небольшие предприятия-мастерские, весь комплект оборудования которых размещается на площади порядка 20 м<sup>2</sup>, а численность работников составляет обычно 4-6 человек.

## **Производство и использование ртутных ламп в России**

В 2000-2004 гг. в России объемы производства трубчатых люминесцентных ламп низкого давления достигали 69-71 млн. шт./год, ламп высокого и сверхвысокого давления – 6,5-7 млн. шт./год.

Основными производителями люминесцентных ламп (примерно по 35 млн. шт./год) являлись ОАО «Лисма» (г. Саранск, Республика Мордовия) и ОАО «Свет» (г. Смоленск). Компактные люминесцентные лампы в небольшом количестве (до 500-600 тыс. шт./год) изготавливались в ОАО «Лисма-ВНИИИС» и на Московском электроламповом заводе (ОАО «МЭЛЗ»). Кроме того, на Саранском электроламповом заводе (ОАО «Лисма-СЭЛЗ»), на Саранском заводе специальных источников света и электровакуумного стекла (ОАО «Лисма-СИС-ЭВС») и в ОАО «Лисма-ВНИИИС» осуществлялся выпуск ртутных ламп высокого и сверхвысокого давления (в общей сложности порядка 5,8 млн. шт. в год).

Другие отечественные производители (5-6 предприятий [1]) ртутных ламп (в основном высокого давления и специального назначения) обладают незначительными производственными мощностями (как правило, до 150-200 тыс. ламп в год). По имеющимся сведениям, на некоторых из них производство ртутных ламп высокого давления осуществляется с использованием готовых разрядных трубок (ртутных горелок), поставляемых из-за рубежа. В целом деятельность этих предприятий оказывает незначительное влияние на российский рынок ртутных ламп и соответственно на потребление металлической ртути отечественной электроламповой промышленностью (табл. 7).

На внутренний рынок России поступают также ртутные лампы зарубежного производства, в том числе таких фирм, как *Osram*, *Philips*, *General Electric*, *Tungosram*, *Sylvania*, *Narva*, *OMS*, *BLV Licht*, *Vakuumtechnik*, *Aura*, Полтавский завод газоразрядных ламп (Украина) и др.

С учетом масштабов производства искусственных источников света непосредственно в России и внутренних потребностей страны в таких изделиях, общее количество всех видов ртутных ламп, которые в последнее время ежегодно ввозятся в страну, может быть оценено в 25-35 млн. шт./год (с ними в Россию ежегодно «поставляется» до 0,5-0,6 т ртути).

Таблица 7. Потребление ртути электроламповой промышленностью России <sup>1</sup>

Потребители ртути	Масса ртути, кг	Доля, %
ОАО «Лисма», г. Саранск	4400	58,7
ОАО «Свет», г. Смоленск	2600	34,7
Прочие производители	350	4,6
Производство неоновых трубок	150	2
Итого	7500	100

<sup>1</sup> Приводимые данные достаточно адекватно отражают ситуацию, характерную для отечественной электроламповой промышленности в 2000-2004 гг. В целом на долю электроламповой промышленности приходится около 4% ртути, ежегодно потребляемой в России в различных отраслях промышленности и сферах деятельности [34].

Масштабы использования и экономическая значимость ртутных (особенно люминесцентных) ламп очень велики. В частности, в

России такие лампы обеспечивают до 65-70% световой энергии, генерируемой искусственными источниками света. В настоящее время в стране одновременно эксплуатируются не менее 140 млн. светильников с ртутными лампами низкого давления (преимущественно с трубчатыми люминесцентными) и около 13 млн. светильников с ртутными лампами высокого давления, причем их количество, по целому ряду причин, ежегодно возрастает.

По оценке [17], в современной России характеристики парка средств искусственного освещения выглядят следующим образом: в сфере услуг доля светового потока от люминесцентных ламп составляет 96,2%, от ламп накаливания – 3,3%; в промышленности – от люминесцентных ламп – 36,5%, от ламп ДРЛ – 56,3%; в жилом секторе – от ламп накаливания – 97%, от люминесцентных – 2,8%, от компактных люминесцентных ламп – 0,03%. В последние годы на российском рынке наблюдается стабильный рост (по разным оценкам, на 10-15% ежегодно) продаж газоразрядных ламп для наружного освещения, причем, как считают эксперты, эта тенденция будет сохраняться и в ближайшие годы.

## **Использованные лампы как потенциальный источник загрязнения среды обитания**

В отечественных учебниках, справочниках по светотехнике и каталогах светотехнических изделий обычно приводятся сведения, что количество ртути в люминесцентной лампе низкого давления (наиболее массовой продукции данного вида изделий), изготовленной на российских заводах, составляет от 20 до 50 мг (см., например, [13, 22, 25, 29]. Однако известно, что используемая на российских электроламповых предприятиях технология изготовления указанных ламп изначально базировалась на введении в каждое изделие от 80 до 120 мг металлической ртути. Именно такое количество металла помещается в автомат-дозатор, причем в каждую лампу в конечном

счете попадает порядка 50-80 мг ртути (остальная ртуть теряется в ходе технологических процессов).

В последние годы в ОАО «Свет» (г. Смоленск) были проведены технические мероприятия по усовершенствованию автоматов-дозаторов, позволившие уменьшить среднюю дозу вводимой в каждую лампу металлической ртути (без учета ее технологических потерь) в 1998-2000 гг. до 72,8-74,3 мг, в 2001 г. – до 67,7 мг, в 2002 г. – до 63,4 мг, в 2003 г. – до 52,6 мг [2]. На Саранском электроламповом заводе (ОАО «Лисма-СЭЛЗ») в ампульную часть автоматов-дозаторов до недавних пор помещалось не менее 100 мг жидкого металла, из которых 60-70% поступали в лампу (т. е. в среднем примерно 66 мг). Попытки внедрить в производство на указанных заводах массовое использование геттеро-ртутных дозаторов, позволяющих вводить в лампу не жидкую ртуть, а амальгаму (меркурид титана), не увенчались успехом.

В табл. 8 приведены сведения, характеризующие уровни содержания ртути в основных типах ламп, выпускаемых российскими электроламповыми заводами. В табл. 9 систематизированы данные о содержании ртути в лампах крупнейших светотехнических компаний, – *Philips, Osram (Siemens)* и *General Electric Lighting*, производящих свыше 65% всех выпускаемых в мире ртутных ламп. Как видим, удельное содержание ртути в наиболее массовых типах зарубежных ламп ниже, нежели в аналогичных отечественных изделиях.

Таблица 8. Содержание ртути в разных типах отечественных ламп [2, 3]

Группа ламп	Количество ртути в лампе, мг
Люминесцентные (трубчатые)	40-65 (среднее 52)
Люминесцентные компактные	5
Высокого давления (типа ДРЛ)	75-350
Высокого давления (типа ДРТ)	50-600
Металлогалогенные	40-60
Натриевые высокого давления	30-50
Неоновые трубки	не менее 10

Ртуть, входящая в состав ламп, является опасным поллютантом и занимает одно из первых мест в списках загрязняющих окружающую среду веществ, подлежащих обязательному экологическо-



му и гигиеническому контролю [5-7, 16, 35, 44]. Например, уже в известном Перечне Директивы Совета ЕС «О токсичных и опасных отходах» (78/319/ЕЭС от 10 марта 1978 г.) ртути и ее соединениям была отведена вторая позиция. В сущности, именно поэтому во многих странах мира особое внимание уделяется созданию специальной системы утилизации ртутьсодержащих отходов и, в частности, отработанных ртутных ламп, при которой последние изымаются из общего потока отходов и затем обезвреживаются. Например, в США отработанные люминесцентные лампы специальным решением Агентства по охране окружающей среды включены в список опасных отходов. Сейчас в большинстве европейских стран вышедшие из строя ртутные лампы подлежат обязательной переработке [44].

Таблица 9. Содержание ртути в лампах зарубежного производства [44]

Группа ламп	Количество ртути в лампе, мг
Люминесцентные (трубчатые)	10
Компактные люминесцентные	5
Высокого давления	30
Металлогалогенные	25
Натриевые высокого давления	30
Неоновые трубки	10

Если предположить, что содержащиеся в отработанной и выброшенной лампе 50 мг ртути в конечном счете поступят (испарятся) в атмосферу, то этого количества достаточно для того, чтобы загрязнить воздух токсичной ртутью до уровня её ПДК (предельно допустимой концентрации) в помещении объемом в 160 тыс. м<sup>3</sup>.

Важнейшим компонентом люминесцентных и некоторых других ртутных ламп являются люминофоры – синтетические вещества, преобразующие поглощаемую ими энергию в световое излучение. Обычно ламповые люминофоры производят на основе галофосфата кальция, ортофосфатов, силикатов и вольфрамов элементов II группы периодической системы, фторидов, оксихлоридов и окисульфидов металлов. В состав люминофоров может входить широкий круг химических элементов (Pb, Ga, Ag, Cu, Mn, Sb, Cd, Sn, Sr, Ce, Sm, Ba, Y, Yb, La и др.) [8, 27, 29]. В свое время в СССР наиболее широкое применение получил люминофор ГФК (галофосфат

кальция), представляющий собой сложное по химическому составу вещество, содержащее фосфат кальция, фтор, хлор и активаторы (сурьму, марганец). В лампах типа ДРЛ в качестве люминофоров применяют главным образом фосфат-ванадат иттрия, активированный европием.

Во многих типах ртутных ламп присутствуют также цоколевочная мастика, гетинакс и изоляционные материалы, которые изготавливаются с использованием органических веществ, способных в условиях окружающей среды трансформироваться в опасные поллютанты. В некоторых ртутных лампах высокого давления в определенном количестве присутствует токсичный таллий. Стекло, алюминиевые цоколи и другие цветные металлы, содержащиеся в лампах, являются ценным вторичным сырьем, которое, безусловно, должно возвращаться в хозяйственный оборот.

Следует отметить, что селективная утилизация использованных ламп и других видов ртутьсодержащих отходов потребления (термометров, гальванических элементов и т. д.) не только способствует снижению уровня загрязнения среды обитания ртутью и другими поллютантами, но и увеличивает экологическую безопасность и экономическую эффективность известных способов утилизации основной массы отходов, образующихся в городах.

В России отработанные и бракованные ртутные лампы и люминесцентные ртутьсодержащие трубки включены в «Федеральный классификационный каталог отходов» как отходы, обладающие первым классом опасности для окружающей среды, и подлежат обязательному обезвреживанию (переработке) с использованием соответствующих технологий с целью извлечения из них токсичной ртути [9, 24, 28]. Отработанные люминесцентные лампы включены также в Перечень опасных отходов, ввоз (транзит) которых на территорию (по территории) страны запрещен, а вывоз подлежит государственному регулированию (Постановление Правительства РФ № 442 от 17 июля 2003 г.). Примерно в 30 регионах России действуют региональные и местные нормативные акты и постановления, также определяющие обязательность селективного сбора и последующей переработки (обезвреживания) вышедших из строя ртутных ламп и других видов ртутьсодержащих отходов потребления и производства.

Расчеты показывают, что в России в последнее время ежегодно выходит из строя порядка 72 млн. ртутных ламп, 95% из которых составляют «стандартные» трубчатые люминесцентные лампы [21]. В этих лампах (в основном отечественного производства) содержится более 4 т ртути, около 1100 т люминофора, более 300 т металлических (алюминиевых) цоколей и около 17 тыс. т стекла, присутствуют также другие тяжелые металлы и некоторые органические поллютанты. Из указанного количества изделий ежегодно перерабатывается не более 40%, что, в первую очередь, обусловлено отсутствием во многих регионах и городах России селективной системы сбора вышедших из строя ртутных ламп и необходимых для их обезвреживания технологий.

## **Проблемы утилизации ртутных ламп в Южном федеральном округе России**

Для определения количества ртутных ламп, ежегодно выходящих из строя в различных регионах Южного федерального округа, воспользуемся удельным показателем, рассчитанным автором этих строк для территории России и составляющим примерно 0,7 лампы/год на одного городского жителя [21].

Расчеты, выполненные на основе указанного удельного показателя, свидетельствуют о том, что в Южном федеральном округе России ежегодно выходит из строя (используется, отработывается) порядка 9 млн. ртутных ламп, из которых до 95% составляют трубчатые (главным образом линейные) люминесцентные лампы (табл. 10). С указанными лампами в окружающую среду ежегодно может поступать около 2,3 тыс. т различных веществ и материалов, в том числе, более 0,66 т токсичной ртути (табл. 11).

Надежные статистические сведения (в том числе, официальные) о степени утилизации (переработки на специальных установках) использованных люминесцентных и других видов ртутных ламп в Южном федеральном округе России в доступных информационных источниках отсутствуют. Косвенная информация свидетельствует о том, что уровень их ежегодной переработки (обезвре-

живания) в данном регионе Российской Федерации в целом крайне низок и вряд ли превышает 15%. Так, Глава Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия населения Г.Г. Онищенко в одном из своих выступлений особо подчеркнул, что вопрос утилизации пришедших в негодность ртутьсодержащих приборов и люминесцентных ламп очень слабо решается в целом ряде южных регионов России, в том числе, в Республиках Северная Осетия-Алания и Адыгея [20, 26].

Таблица 10. Оценка количества ртутных ламп, ежегодно выходящих из строя в Южном федеральном округе России

Субъект Федерации	Городское население, чел.	Кол-во ламп, шт. *
Республика Адыгея	234 900	160 000
Республика Дагестан	1 102 577	770 000
Республика Ингушетия	198 496	130 000
Кабардино-Балкарская Республика	510 346	350 000
Республика Калмыкия	129 539	90 000
Карачаево-Черкесская Республика	193 531	135 000
Республика Северная Осетия - Алания	464 875	325 000
Чеченская Республика **	373 177	145 000
Краснодарский край	2 740 544	1 900 000
Ставропольский край	1 530 591	1 000 000
Астраханская область	680 441	475 000
Волгоградская область	2 029 785	1 420 000
Ростовская область	2 977 525	2 100 000
Округ в целом	13 166 327	9 000 000

\* Из расчета ~ 0,7 лампы на одного городского жителя в год.

\*\* Оценка с очень большой степенью условности.

В пресс-релизе Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия особо подчеркивается, что «потенциальную опасность для человека представляет систематический вывоз на полигоны, а в ряде случаев и на несанкционированные свалки ртутьсодержащих ламп и приборов с ртутным заполнением, что приводит к загрязнению почвы ртутью» [26]. Г.Г. Онищенко в специальном письме, направленном Главным врачам центров Госсанэпиднадзора в субъектах Федерации, потребовал повысить действенность государственного санитарного надзора, включая меры административного принуждения, в том числе, передачу в

следственные органы дела за нарушение санитарного законодательства.

Таблица 11. Вещества и материалы, содержащиеся в ежегодно используемых в Южном федеральном округе ртутных лампах

Субъект Федерации	Люминофор, т	Цоколи, т	Стекло, т	Ртуть, кг
Республика Адыгея	2,4	0,67	37	12
Республика Дагестан	11,55	3,23	178	57
Республика Ингушетия	1,95	0,55	30	9
Кабардино-Балкарская Республика	5,25	1,47	81	26
Республика Калмыкия	1,35	0,38	20	
Карачаево-Черкесская Республика	2,03	0,57	31	6,5
Республика Северная Осетия - Алания	4,9	1,37	75	24
Чеченская Республика	2,2	0,61	33	10,5
Краснодарский край	28,5	7,98	438	142
Ставропольский край	15	4,2	231	75
Астраханская область	7,1	1,99	109	35
Волгоградская область	21,3	5,96	328	106
Ростовская область	31,5	8,82	485	157
Округ в целом	135	38	2076	660

\* Расчет сделан исходя из следующих удельных показателей (на одну лампу): люминофор – ~ 15 г, цоколи – ~ 4.2 г, стекло – ~ 231 г, ртуть – ~ 70-75 мг.

В Республике Адыгея ежегодно образуется более 30 тыс. т токсичных отходов всех классов опасности, среди которых присутствуют отработанные ртутные лампы. Недавно сообщалось, что в Республике Адыгея «решена проблема утилизации ртутных ламп» [19], хотя детали этого «решения» не раскрывались.

В последние годы в Республике Дагестан увеличивается количество образующихся высокотоксичных отходов, причем, как особо подчеркивается [12], «безусловное лидерство в этом списке принадлежит отработанным ртутным лампам, количество которых ежегодно составляет 700 тыс. штук» (что, между прочим, очень близко расчетному количеству – см. табл. 10). В Дагестане, по данным на 2000 г., на складах находилось более 27000 отработанных ртутных ламп [10], на начало 2004 г. – уже 31950 ртутных ламп [11]. Судьба остальных ртутных ламп, ежегодно выходящих из строя, неизвестна.

В Кабардино-Балкарской Республике, как отмечается в [11], в последние годы продолжает возрастать количество образовавшихся

отходов первого класса опасности, представленных ртутными лампами, что объясняется отсутствием в Республике предприятий по их обезвреживанию.

В Карачаево-Черкесской Республике имеется 3 полигона ТБО, которые не соответствуют санитарным требованиям, причем за год здесь образуется около 130 тыс. т бытовых отходов, а на санкционированные свалки централизованно вывозится лишь около 35,4 тыс. т [11]. Очевидно, что большая часть отработанных ламп также, в лучшем случае, попадает на свалки.

В Республике Северная Осетия – Алания на заводе «Победит», где функционирует демеркуризационная установка УРЛ-2, в последние годы ежегодно перерабатывалось более 4,5 т ртутных ламп (что составляет всего около 15-20 тыс. ламп).

По сведениям [40], в 1998 г. в Краснодарском крае было использовано около 1 млн. люминесцентных ламп, из которых переработано не более 300 тыс. шт. По другой оценке [39] (явно завышенной), только в г. Краснодаре в мусорные контейнеры ежегодно выбрасывается около 3 млн. люминесцентных ламп. Следует отметить, что еще 25 декабря 1990 г. было принято решение Краснодарского крайисполкома № 581-П «Об организации пунктов сбора и переработки ртутных люминесцентных ламп и ртутьсодержащих приборов в Краснодарском крае». Этим решением был запрещен вывоз на свалки твердых бытовых отходов отработанных люминесцентных ламп и других ртутьсодержащих приборов, устройств и изделий; планировалось организовать пункты централизованного приема отработанных ртутных ламп и других приборов и обеспечить их своевременную доставку на Краснодарский ртутный рудник для утилизации. В то время в г. Краснодаре функционировало предприятие «ДИОНИС», имевшее демеркуризационную установку УРЛ-2м.

В последующие годы в Краснодарском крае был принят ряд других нормативных актов, определяющих обязательность утилизации вышедших из строя ртутных ламп и других ртутьсодержащих приборов и изделий. Среди них – постановление главы городского самоуправления – мэра г. Краснодара от 28.12.98 г. № 2608 «О неотложных мерах по снижению опасности ртутного загрязнения в г. Краснодаре» и решение комиссии по чрезвычайным ситуациям

г. Краснодара от 30.03.2000 г. № 68 «О неотложных мерах по снижению опасности ртутного загрязнения на муниципальных объектах здравоохранения и образования». «Положение об управлении силами городского звена РСЧС и ГО администрации муниципального образования город Краснодар» предусматривает взаимодействие с органами военного управления и правоохранительными органами при решении задач гражданской обороны, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, пожарной безопасности, а также с ООО «Профессиональное аварийно-спасательное формирование «Ртутьсервис» по выполнению задач демеркуризации объектов [23]. Предприятие «Ртутьсервис» способно переработать 300 тыс. ламп в год [39]. В 2002 г. ГУПР и ООС по Краснодарскому краю утверждена разработка краевой целевой программы «Отходы», согласно которой предполагается создание системы раздельного сбора и последующей утилизации отработанных ртутных ламп [15]. Тем не менее в «Государственном докладе о состоянии окружающей среды Российской Федерации в 1999 году» отмечалось, что отсутствие в Краснодарском крае развитой системы сбора, переработки и утилизации отходов, в том числе ртутных ламп, ведет к их накоплению на предприятиях, полигонах и свалках. Остро стоит также проблема сбора и утилизации ламп из школ, больниц, детских садов.

В последние годы сбором и утилизацией ртутных ламп стало активно заниматься Агентство «Ртутная безопасность» (пос. Холмский Абинского района), которым в 2004 г. было собрано и обезврежено (в ЗАО «НПП «Кубаньцветмет») более 300 тыс. люминесцентных ламп и около 60 тыс. ртутных ламп высокого давления.

В Ставропольском крае в г. Невинномысске на предприятии ООО «Эколог» с 1996 г. функционирует демеркуризационная установка УРЛ-2м, на которой к концу 2003 г. было обезврежено около 190 тыс. ртутных ламп [11].

В Астраханской области имеется постановление главы администрации области от 25 сентября 2000 г. № 325 «О проблемах обращения с отходами на территории Астраханской Области» [36], согласно которому Облкомприроде совместно с главным управлением по делам ГО и ЧС по Астраханской области и ЗАО «Вторцвет-

мет» предписывалось разработать (еще в 2000 г.) специальную программу обращения с ртутьсодержащими отходами.

В г. Волгограде утилизация отработанных ртутных ламп осуществляется на предприятии «Каустик», хотя в городе формально есть еще два предприятия, имеющих лицензии на осуществлении подобных работ [4]. Недавно сообщалось [43], что установка по утилизации люминесцентных ламп, основанная на использовании термохимического способа, будет работать в Кировском районе г. Волгограда, что позволит за год утилизировать около 100 тыс. ламп.

В Ростовской области осуществляется областная программа «Утилизация и захоронение отходов потребления в Ростовской области», в ходе реализации которой были введены в строй (или проектируются) станции по переработке и сортировке бытовых отходов. В области функционируют два предприятия, которые перерабатывают ртутные лампы: НПП «Промэкология» (г. Ростов-на-Дону, демеркуризационная установка УДМ-300) и АО «Донецкая мануфактура – М») [30]. Порядок утилизации вышедших из строя (отработавших эксплуатационный срок) люминесцентных ламп установлен в «Гигиенических требованиях к содержанию помещений и территории органа управления и подразделений ГПС МЧС России Ростовской области» [14]. Порядок определяется руководителем подразделения ГПС, допускается заключение договоров о передаче отработанных ламп соответствующим предприятиям и организациям для дальнейшей утилизации. Имеется также Постановление Главного государственного санитарного врача по Ростовской области (№ 19 от 19 ноября 2003 г.) «О совершенствовании государственного санитарно-эпидемиологического надзора за обращением ртутьсодержащих отходов» [38].

В г. Таганроге действует постановление Администрации города № 2441 от 20.06.2001г. «Об утилизации отработанных люминесцентных ламп и приборов с ртутным наполнением» [42], согласно которому руководителям предприятий, организаций и учреждений Таганрога необходимо обеспечить сбор и передачу (на договорной основе) использованных ртутных ламп, приборов с ртутным наполнением, отработанной ртути на участок временного складирования ООО «Южно-промышленный Союз».



По имеющимся сведениям, к 4 октября 2003 г. в школах и больницах Ростовской области хранилось почти 200 тыс. отработанных ламп [18, 41]. В бюджете области на 2004 г. была утверждена сумма в 1 млн. руб. на организацию мероприятий по сбору и утилизации люминесцентных ламп в муниципальных учреждениях образования и здравоохранения. (Указанной суммы, по существующим расценкам, должно хватить на переработку 150-200 тыс. ламп.) В бюджете Ростовской области в 2005 г. также предусмотрены целевые субсидии (1 млн. руб.) на утилизацию люминесцентных ламп, хранящихся на территории лечебных учреждений, учреждений школьного и дошкольного образования [37].

Таким образом, степень переработки ртутных ламп в целом для всего Южного федерального округа невелика. В большинстве регионов практически отсутствует система сбора и переработки данного вида отходов потребления. Судя по всему, подавляющая часть ежегодно выходящих из строя ртутных ламп, являющихся отходами первого класса опасности, хранятся на территории предприятий и организаций и, очевидно, в существенных объемах вывозятся на свалки твердых бытовых отходов, что запрещено законом.

Сказанное, в сущности, и определяет необходимость создания в регионах Южного федерального округа селективной системы сбора, хранения, транспортировки и переработки использованных ртутных ламп. Особое внимание при формировании данной системы необходимо уделить процессу утилизации промежуточных и конечных продуктов переработки ламп (ртутьсодержащего люминофора, ртутной ступпы и др.), сделав его обязательным для всех демеркуризационных организаций, тем более что в округе имеется предприятие – ЗАО «НПП «Кубаньцветмет», способное обезвреживать самые различные ртутьсодержащие отходы. Не исключено, что ЗАО «НПП «Кубаньцветмет» должно стать базовым предприятием в региональной системе переработки ртутьсодержащих отходов, образующихся в Южном федеральном округе. Опыт некоторых регионов России, в первую очередь г. Москвы, свидетельствует о том, что подобная селективная система оказывается чрезвычайно эффективной и позволяет перерабатывать практически все ежегодно используемые ртутные лампы.

## Литература

1. База данных «Участники светотехнического рынка». Вып. 1. – М.: Московский «Дом Света», 2001. – 152 с.
2. *Бессонов В.В., Янин Е.П.* Эмиссия ртути в окружающую среду при производстве газоразрядных ламп в России. – М.: ИМГРЭ, 2004. – 59 с.
3. *Бессонов В.В., Янин Е.П.* Оценка эмиссии ртути российскими заводами по производству ртутьсодержащих искусственных источников оптического излучения // Экологическая экспертиза, 2005, № 1, с. 9-30.
4. Волгоградские новости // <http://www.volgogradcity.ru/vdnews/index.shtml?date=11072001>.
5. Вредные химические вещества. Неорганические соединения элементов I-IV групп. Справочное издание. – Л.: Химия, 1988. – 512 с.
6. Гигиенические критерии состояния окружающей среды. Вып. 101. Метилртуть: Пер. с англ. – М.: Медицина, 1993. – 125 с.
7. Гигиенические критерии состояния окружающей среды. Вып. 118. Неорганическая ртуть: Пер. с англ. – Москва: Медицина, 1994. – 144 с.
8. *Голубев И.Ф.* Люминофоры // Химическая энциклопедия. Том 2. – М.: Советская энциклопедия, 1990, с. 617-618.
9. ГОСТ Р 52105-2003. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация и методы переработки ртутьсодержащих отходов. Основные положения.
10. Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды Российской Федерации в 2000 году».
11. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2003 году».
12. Дагестан захламляется отработанными ртутными лампами и ядохимикатами // <http://ecology.iem.ac.ru/usc/b621.txt>.
13. Источники света. Каталог светотехнических изделий. – М.: Московский «Дом Света», 2003. – 124 с.
14. Кабинет охраны труда // <http://www.01.rostov.ru/ot03.htm>.
15. Краснодарская краевая целевая программа «Отходы» // [http://tiss-eco.narod.ru/doc1/p1\\_2.html](http://tiss-eco.narod.ru/doc1/p1_2.html).
16. Критерии санитарно-гигиенического состояния окружающей среды. Вып. 1: Ртуть: Пер. с англ. – М.: Медицина, 1979. – 149 с.
17. *Лесман Е.* Перспективы ожидаемого энергосбережения в светотехнике // СтройПРОФИль, 2001, № 9.
18. Новости светотехники // <http://www.osveti.ru/news.php?dt =20031004223103>.
19. Окружающая среда России // <http://eco.priroda.ru/index.php?region =2&punkt=4&lng=ru>
20. *Онищенко Г. Г.* Влияние состояния окружающей среды на здоровье населения: нерешенные проблемы и задачи // [http://ntb.bstu.ru/biblio/epub/gigiena\\_0103.txt](http://ntb.bstu.ru/biblio/epub/gigiena_0103.txt).

21. Оценка поступлений ртути в окружающую среду с территории Российской Федерации, 2005 // <http://www.mst.dk/udgiv/Publications/2005/87-7614-541-7/pdf/87-7614-542-5.PDF>.
22. *Петров В.И.* Азбука освещения. – М.: ВИГМА, 1999. – 84 с.
23. Положение об управлении... // <http://www.krd.ru/www/home.nsf/webdoss/783B26141BB83C40C3256FBA004F?6FF.html>.
24. Постановление Главного Государственного санитарного врача Российской Федерации № 18 от 18.04.2001 г. «О нарушении санитарного законодательства при обращении с отходами производства и потребления».
25. *Рохлин Г.Г.* Разрядные источники света. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 720 с.
26. РИА «Новости» // [http://volga.rian.ru/news.html?nws\\_id=24468&date=2004-03-29](http://volga.rian.ru/news.html?nws_id=24468&date=2004-03-29).
27. Справочная книга по светотехнике. – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 528 с.
28. Федеральный классификационный каталог отходов // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти, 2003, № 4.
29. *Федоров В.В.* Люминесцентные лампы. – М.: Энергоатомиздат, 1992. – 128 с.
30. ЦГСЭН Ростовской области. Атмосферный воздух. Почва. Вода // <http://www.cgsnro.aaanet.ru/monitoring/monitoring1...>
31. *Янин Е.П.* Ртуть в окружающей среде промышленного города. – М.: ИМГРЭ, 1992. – 169 с.
32. *Янин Е.П.* Экологические аспекты производства и использования ртутных ламп. – М.: Диалог-МГУ, 1997. – 41 с.
33. *Янин Е.П.* Электротехническая промышленность и окружающая среда (эколого-геохимические аспекты). – М.: МГУ-Диалог, 1998. – 281 с.
34. *Янин Е.П.* Ртуть в России: производство и потребление. – М.: ИМГРЭ, 2004. – 38 с.
35. *Aucott M., McLinden M., Winka M.* Release of mercury from broken fluorescent buibs // J. Air and Waste Manag. Assoc., 2003, 53, № 2, p. 143-151.
36. <http://www1.adm.astranet.ru/Laws/Doc.asp?Dn=436>.
37. <http://www.arnews.ru/news/206607.html>.
38. [http://www.donses.ru/colleges/resolution\\_03\\_19.html](http://www.donses.ru/colleges/resolution_03_19.html).
39. <http://ecology.iem.ac.ru/ucs/b655.txt>.
40. [http://www.krasnodar.intergrand.ru/resursi\\_ekologia.html](http://www.krasnodar.intergrand.ru/resursi_ekologia.html).
41. [http://openbudget.karelia.ru/budnord/russian/north-caucasian/rostov-region/text\\_04.htm](http://openbudget.karelia.ru/budnord/russian/north-caucasian/rostov-region/text_04.htm).
42. <http://www.taganrog.ru/power/doc/0106202441.shtml>.
43. <http://www.vedo.ru/news/?y=2002&m=10&d=18>.
44. Risk to Health and the Environment Related to the Use of Mercury Products. Final Report, prepared for The European Commission, DG Enterprise by Risk & Policy Analysts Limited, London, 2002. – 119 p.

## Содержание

Предисловие.....	3
Особенности и опасность ртутного загрязнения.....	5
Общая характеристика ртутных ламп.....	10
Производство и использование ртутных ламп в России.....	13
Использованные лампы как потенциальный источник загрязнения среды обитания.....	15
Проблемы утилизации ртутных ламп в Южном федеральном округе России.....	19
Литература.....	26

---

Янин Евгений Петрович

Ртутные лампы как источник загрязнения окружающей среды

Рекомендовано к печати НТС ООО «Агентство «Ртутная Безопасность»

Подписано к печати 28.06.2005.  
Формат 60 x 90 1/16. Уч. изд. л. 1,8.  
Тираж 250. Заказ  
Полиграфическая база ИМГРЭ.