

**Янин Е.П. Влияние заводов по производству светотехнического оборудования на окружающую среду // Экологическая экспертиза, 2008, № 6, с. 2–8.**

Российские заводы по производству светотехнического оборудования выпускают различные световые (осветительные и светосигнальные) приборы (светильники, прожекторы, проекторы, сигнальные светильники, сигнальные прожекторы), световые табло, облучатели, пускорегулирующие аппараты, светотехническую (осветительную) арматуру и другие изделия. В свое время в СССР, распад которого привел к тяжелейшим последствиям для отечественной светотехнической промышленности, действовало 35 специализированных заводов по производству световых приборов, 6 заводов пускорегулирующей аппаратуры, около 250 неспециализированных предприятий по выпуску бытовых светильников и электроустановочных устройств [1]. Сейчас в России более 30 предприятий производят различное светотехническое оборудование, среди которых известно несколько крупных заводов (в Алатыре, Ардатове, Гагарине, Кадошкино, Лихославле, Москве, Новосибирске, С.-Петербурге и некоторых других городах). По имеющимся оценкам [10, 11], в последние годы в стране отмечается определенный подъем светотехнической промышленности, хотя доля импорта в структуре современного российского рынка светотехнической продукции все еще велика. Следует особо отметить, что значительное количество российских предприятий по изготовлению светотехнического оборудования функционируют в системе ВОС и ВОГ. Дальнейшее развитие отечественной светотехники предполагает решение не только организационных, технических, технологических и кадровых проблем, но и учет неизбежно возникающих проблем охраны окружающей среды, рационального использования природных и материальных ресурсов, соблюдения санитарно-гигиенических норм, во многом определяющих безопасность и эффективность функционирования данного производства.

Влияние заводов по производству светотехнического оборудования на окружающую среду изучено недостаточно полно. В то же время на этих предприятиях в технологических процессах широко используются прокат черных и цветных металлов, прокат алюминиевый и латунный, сталь электротехническая, минеральные кислоты (серная, плавиковая, соляная, азотная), органические растворители и пластики, лакокрасочные и изоляционные материалы, кабельная продукция, стекло, бумага, картон, а также пускорегулирующая аппаратура, конденсаторы и другие комплектующие изделия. Ежегодное потребление этих материалов на относительно крупном заводе составляет сотни (сталь, металлы, стекло) и десятки (пластики, лаки и краски, растворители) тонн; использование конденсаторов и пускорегулирующей аппаратуры достигает десятки и сотни тысяч единиц в год. Многие предприятия светотехнического оборудования имеют гальваническое, моечное и окрасочное отделения, цех пластмасс, полировальные и механические цеха, а также собственные котельные, работающие на природном газе, мазуте или каменном угле; на некоторых предприятиях функционирует литейное производство. Общие выбросы в атмосферу специализированного завода по производству светотехнического оборудования составляют первые сотни тысяч тонн в год, из которых более 90-95% приходится на долю газообразных и жидких веществ [16]. В составе газообразных и жидких выбросов присутствуют диоксид серы, оксиды азота и углерода, углеводороды, ксилол, стирол, толуол, бутанол, фенол, этанол, бутилацетат, уайт-спирт и др.; в составе твердых выбросов доминируют сажа и неорганическая пыль, присутствуют оксиды железа, ванадия и алюминия, хром, марганец, свинец, натрий и другие хими-

ческие элементы. Все это определяет вероятность загрязнения производственных помещений и прилегающих к предприятию селитебных территорий широким кругом поллютантов.

Так, изучение химического состава пылесметов из производственных помещений завода электровакуумного машиностроения (завод ЭВМ, г. Рузаевка, Мордовия, более 1000 рабочих), выпускающего различную светотехническую аппаратуру и оборудование, люстры и т. д., показало, что в пыли из рабочих помещений концентрируются многие тяжелые металлы, содержания которых заметно превышают фон в почвах и кларк осадочных пород (табл. 1). Каждый цех завода отличается присущей только его пыли ассоциацией химических элементов, что, очевидно, отражает специфику технологических процессов (табл. 2).

Таблица 1. Металлы в пылесметах завода ЭВМ, мг/кг [15]

Металл	Производственный цех				Кларк осадочных пород коры [6]
	Полировальный	Механический	Литейный	Механосборочный	
Cr	860	640	220	1900	72
Mn	810	2500	1600	2700	670
Co	10	150	160	16000	14
Ni	64200	790	130	1200	52
Cu	13800	42000	460	22900	33
Zn	470	1800	450	3800	95
Mo	50	60	30	780	2
Ag	2	1	1	1	0,057
Cd	1	1	1	1	0,03
Pb	70	840	80	40	19

Примечание. Пылесметы – пыль из рабочих помещений, отобранная с различных поверхностей (столов, подоконников, эстакад и т. п.).

Таблица 2. Геохимические ассоциации в пылесметах завода ЭВМ

Цех	Порядок значений $K_C$ элементов относительно фона					
	> 300	300-100	100-30	30-10	10-3	< 3
Полировальный	Ni	Cu	Ag-Mo	Cr	Zn	Cd-Pb-Mn
Механический	Cu		Mo-Pb	Ni-Zn-Ag-Cr-Co	Mn	Cd
Литейный				Mo-Ag-Co	Cu-Zn-Cr-Ni-Mn	Cd-Pb
Механосборочный	Co-Mo-Cu		Ni-Zn-Cr	Ag	Mn	Cd-Pb

Примечание.  $K_C$  – здесь и далее коэффициент концентрации относительно фоновых содержаний.

В то же время, несмотря на высокие содержания многих металлов в пылесметах, интенсивность их концентрирования в почвах промышленной зоны завода и прилегающих селитебных территорий невелика (табл. 3), что, очевидно, связано с относительно небольшой эмиссией промышленной пыли в окружающую среду. Следует отметить, что в отдельных точках в пределах промзоны ЭВМ фиксировались содержания ртути, достигающие ПДК, а также концентрации Mo, Zn, Cu, Cr, Ag, Nb, существенно (более чем в 5 раз) превышающие местный фон в почвах. В снеговой пыли на территории завода обнаружены повышенные уровни Pb, Sn, Ag, Cu, Hg (коэффициент концентрации  $K_C$  относительно фона в почвах достигает 3). Достаточно специфичен комплекс химических элементов, присутствующих в повышенных содержаниях в приземном слое атмосферного воздуха вблизи промзоны завода ЭВМ (табл. 4). Высокие концентрации брома и свинца в атмосферном воздухе, судя по всему, в значительной мере отражают влияние автотранспортных выбросов. Эпизодически встречаемые повышенные уровни ртути в различных компонентах окружающей среды мо-

гут быть, отчасти, обусловлены ее эмиссией из вышедших из строя ртутьсодержащих приборов и устройств, используемых на предприятиях [2-4, 18].

Таблица 3. Геохимические ассоциации в почвах в зоне влияния завода ЭВМ

Район	Порядок значений $K_C$ элементов относительно фона	
	10-3	3-1,5
Промзона ЭВМ	Pb-Nb-Ag-Zn-Cr	Mo-Cu-V-Li-Ba-Sc-Co-Zr
Жилая территория близ ЭВМ	Pb	Zn-V-Li-Ag-Mo-Ba

Таблица 4. Геохимические ассоциации в приземном слое атмосферного воздуха г. Рузаевки [15]

Промзона	Геохимическая ассоциация (в скобках $K_C$ относительно фона)
Химмаш	Cr(15)-Br(10)-Pb(9)-W(8)-Au,Co(7)-Sn,Ni(6)-Sb(5)-V,Mn(4)-Sm(3)-Hg,Zn,As,Ba,Mo,Ce,Th(2)
ЭВМ	Br(13)-Co(11)-Sm,Sn(10)-Th(8)-W,Pb,Sc(7)-Ni,Mo(6)-La(5)-Sb,Ce,Hf,Au,Mn(4)-Hg(3)-Ba,V,As,Cr(2)

В почвах в районе светотехнического завода, расположенного в г. Гагарине (Смоленская обл.), отмечаются высокие концентрации Hg ( $K_C$  от 7 до 31), Pb (до 15), Ag (до 13), Zn (до 10), Sn (до 9), Bi (до 8), W (до 6), Mo и Ni (до 5), Cu (до 4), а также повышенные уровни V и Cr (до 2,5) [9]. Значения суммарного показателя загрязнения ( $Z_C$ ), рассчитанного для почв, изменялись от 16 до 64 и более, причем основной фон составляют участки со значениями указанного показателя в пределах 16-32, что отвечает умеренно опасной категории загрязнения территории [8]. Содержания свинца (в определенной степени отражающего влияние автотранспорта) в почвах окрестностей завода, включая жилые зоны, изменялись в пределах 40-250 мг/кг, т. е. практически повсеместно были выше ПДК. Своеобразно накопление химических элементов в пыли, осаждаемой со снегом, вблизи основных промзон г. Гагарина (табл. 5). В частности, в пределах промзоны светотехнического завода в пыли более контрастно концентрируются элементы, геохимические аномалии которых в почвах проявлены менее ярко, что, очевидно, отражает специфику производственных процессов на момент опробования. Пылевая нагрузка близ светотехнического завода достигала ~ 260 кг/км<sup>2</sup>/сут. Как правило, наиболее интенсивные техногенные аномалии в почвах и снежном покрове, установленные в пределах г. Гагарина, локальны и тяготеют к промзонам. По значениям суммарного показателя загрязнения  $Z_C$  почв около 50% территории города относится к районам с допустимым уровнем загрязнения ( $Z_C < 16$ ), а более 30% ее характеризуется умеренно опасным уровнем загрязнения (16-32); примерно на 10% городской территории развиты комплексные геохимические аномалии, отвечающие опасному уровню загрязнения, а на 5% территории – чрезвычайно опасному уровню загрязнения.

Таблица 5. Геохимические ассоциации в снеговой пыли в зоне влияния заводов [9]

Завод	Порядок значений $K_C$ элементов относительно фона			
	> 30	30-10	10-3	< 3
Светотехнический	-	Ni-W	Cd-Zn-B-Ba-Pb-Ge-Hg	P-Cr-Mo
Машиностроительный	-	W	Mo-Cd	Cr-V-B
«Динамик»	W	Zn	V-Ni-MO	Cu-B-Cr-Be

Интенсивность загрязнения атмосферного воздуха в районе светотехнического завода в г. Гагарине заметно ниже, чем вблизи машиностроительного завода (табл. 6). Тем не менее значительная часть изученных элементов (V, Ag, As, Cd, Sn) превышает фоновые парамет-

ры. В волосах детей, посещающих расположенный вблизи светотехнического завода детский сад, установлены повышенные концентрации Pb, Cd, Zn, Cu.

Таблица 6. Химические элементы в атмосферном воздухе (аэрозольная форма) вблизи заводов, нг/м<sup>3</sup> [9]

Элемент	Завод		Местный фон	Фон, Подмосковье [7]
	Машиностроительный	Светотехнический		
Ванадий	11	10	4	2
Хром	6	8	6	5-12
Марганец	13	49	13	10-16
Никель	12	13	5	3-6
Медь	22	22	20	6-10
Цинк	43	25	23	10-25
Мышьяк	14	6	0,75	0,45-1
Серебро	0,08	0,07	0,02	0,2-0,5
Кадмий	1,2	1	0,5	0,1-1
Олово	9	9	3	2,5-4
Свинец	17	10	8	6-12

В почвах г. Ардатова (Мордовия), где расположен крупный светотехнический завод, концентрируются Pb ( $K_C=20$ ), Sr (8), Hg (5) и Zn, Ag, Sn, Cr, В, Mn, Be (1,5-3), а в пос. Чамзинка (Мордовия) в почвах вблизи завода, выпускающего настольные светильники, люстры, розетки и другое светотехническое оборудование, отмечается довольно схожая ассоциация элементов, включающая Sn ( $K_C=18$ ), Pb (9), Hg (4,5), Sr (4), Zn (3,5), Ag, Y и Zr (1,5-3) [5]. Исследования, выполненные в окрестностях светотехнического завода в г. Кировакане (Армения), показали, что в почвах накапливаются Pb ( $K_C=22$ ), Zn (6), Sn (5), в отдельных точках фиксировались высокие уровни Ag ( $K_C$  до 13) [12]. Концентрации ртути в воздухе достигали здесь 6-8 нг/м<sup>3</sup> (при местном фоне 1-4 нг/м<sup>3</sup>) [13]. При подфакельных наблюдениях содержания ртути в воздухе (в 3-4 раза выше фона) прослеживались на расстояние до 1 км от завода.

Обычно на светотехнических заводах предусматриваются три системы водоснабжения: питьевой воды, технической свежей и оборотной воды, а для отвода сточных вод используют три канализационные сети [14]: 1) производственных стоков, загрязненных взвешенными веществами, краской, нефтепродуктами, 2) производственных стоков, загрязненных кислотами, щелочами, тяжелыми металлами, 2) бытовых стоков. Сточные воды от гальванического и окрасочного отделений, от зарядной и частично от цеха пластмасс самостоятельной сетью отводятся на локальные очистные сооружения и затем сбрасываются в городскую канализацию. Стоки, загрязненные взвешенными веществами, нефтепродуктами, краской и окалиной, поступающие от моечных машин, окрасочных камер и ванн, проходят очистку на местных установках – гряземаслобензоуловителях и краскоуловителях. Стоки от гальванического и окрасочного отделений, цеха пластмасс, загрязненные кислотами, щелочами, металлами, проходят очистку на специальных сооружениях реагентного типа, в состав которых входят усреднитель, реакторы, отстойники, реагентное хозяйство, устройства для сбора и обезвоживания шламов. Образующиеся шламы обычно вывозятся на свалки, что не исключает поступления содержащихся в них вредных веществ в окружающую среду. Сточные воды, сбрасываемые в водотоки, характеризуются повышенными уровнями взвешенных веществ, хрома, других металлов, некоторых органических соединений (табл. 7), что предопределяет вероятность загрязнения водных систем. Так, в донных отложениях р. Инсар ниже г. Рузаевки, где расположен завод ЭВМ и другие предприятия, в повышенных содержаниях

присутствуют Bi ( $K_C$  до 3-5), а также Pb, Zn, Sn, Cu, Cr, W, Hg (1,5-3), т. е. типичные для основных предприятий города загрязнители [17]. Относительно повышенные концентрации висмута, безусловно, отражают влияния приборостроительного завода «Висмут».

Таблица 7. Состав сточных вод заводов светотехнического оборудования, мг/л [14]

Компонент	По производству оборудования		По ремонту оборудования	
	До очистки	После очистки	До очистки	После очистки
Взвешенные вещества	8000	100	8000	50
Эфирорастворимые	200	3	200	3
Кислоты	-	-	50-100	отсутствуют
Щелочи	-	-	20-100	отсутствуют
pH	3,5-5	7	3,5-5	7
Сухой остаток	-	-	1000-2000	1000-2000
Сульфаты	72	4,7	50	50
Железо (общее)	23	0,5	1	1
Cr <sup>3+</sup>	22	0,051	22	0,051
Ионы тяжелых металлов	10,5	0,016	4-60	2,7
ПАВ	3,25	0,5	20	0,5
Окисляемость перманганатная	15	10	15	10
БПК	20	15	20	15

Таким образом, заводы по производству светотехнического оборудования поставляют в производственную и окружающую среду относительно широкий спектр органических и неорганических загрязнителей. В районе деятельности таких заводов в окружающей среде фиксируются повышенные концентрации многих химических элементов (особенно тяжелых металлов), максимальные уровни которых обычно приурочены непосредственно к промышленным зонам и их ближайшим окрестностям, включая жилые районы. Данный факт необходимо учитывать при разработке планов развития предприятий и при обосновании природоохранных мероприятий. Безусловно, в зонах влияния различных по своей специфике светотехнических предприятий необходимо проведение специализированных эколого-геохимических и гигиенических исследований, направленных на изучение особенностей распределения в производственной и окружающей среде широкого круга загрязняющих веществ. Особое внимание следует уделить изучению состава производственных сточных вод и промышленных отходов.

#### Литература

- 1.
2. Бессонов В.В., Янин Е.П. Ртутьсодержащие приборы и устройства: экологические аспекты производства и использования. – М.: ИМГРЭ, 2004. – 52 с.
3. Бессонов В.В., Янин Е.П. Использование ртутных термометров в России как источник поступления ртути в окружающую среду // Геохимия биосферы (к 90-летию А.И. Перельмана): Доклады Междун. науч. конф. Москва, 15-18 ноября 2006 г. – Смоленск: Ойкумена, 2006, с. 70-71.
4. Бессонов В.В., Янин Е.П. Экологические аспекты производства и использования ртутьсодержащих химических источников тока // Научные и технические аспекты охраны окружающей среды, 2006. № 1, с. 24-44.

5. Буренков Э.Г., Янин Е.П., Кижжапкин С.А. и др. Эколого-геохимическая оценка состояния окружающей среды г. Саранска. – М.: ИМГРЭ, 1993. – 115 с.
- 6.
7. Волох А.А. Опыт контроля за загрязнением атмосферного воздуха металлами и летучими органическими соединениями на городских и фоновых территориях // Геохимические исследования городских агломерация. – М.: ИМГРЭ, 1998, с. 40-58.
- 8.
- 9.
- 10.
- 11.
- 12.
13. .
- 14.
15. Эколого-геохимическая оценка загрязнения окружающей среды г. Рузаевка химическими элементами: Кн. 1. – М.: МОМГЭ ИМГРЭ, 1990. – 96 с.
16. Янин Е.П. Электротехническая промышленность и окружающая среда (эколого-геохимические аспекты). – М.: Диалог-МГУ, 1998. – 281 с.
17. Янин Е.П. Техногенные речные илы в зоне влияния промышленного города (формирование, состав, геохимические особенности). – М.: ИМГРЭ, 2002. – 100 с.
18. Янин Е.П., Бессонов В.В. Использованные ртутные лампы как потенциальный источник загрязнения среды обитания // Ресурсосберегающие технологии, 2007, № 18, с. 3-9.