

**Янин Е.П. Оценка влияния предприятий по производству электротехнических материалов на окружающую среду // Экологическая экспертиза, 2008, № 6, с. 8–17.**

В группу предприятий по выпуску электротехнических материалов входят заводы электротехнической керамики, электротехнического фарфора и других электроизоляционных материалов, технического стекла, электроустановочных устройств, электроугольных изделий, магнитных материалов и т. д. Специфика воздействия указанных предприятий на окружающую среду изучена слабо, что, в частности, затрудняет проведение экологической экспертизы и экологического аудита данного производства, организацию рациональных систем экологического контроля (государственного, производственного, общественного), расчеты допустимых нагрузок на среду обитания и т. д. Отличительной особенностью указанных производств является использование в технологических процессах минералов и горных пород (слюд, каолина, талька, асбеста, кварца, полевого шпата, глины), пластмасс и армированных пластиков, некоторых химических элементов и органических соединений [1, 9, 21, 23, 29, 31, 32].

Слюды (флогопит, мусковит, биотит, лепидолит, циннвальдит, вермикулит, глауконит и др.) представляют собой группу (семейство) минералов подкласса слоистых силикатов, способных расщепляться на очень тонкие листочки с ровной и гладкой поверхностью [6, 24]. Непосредственное значение в электротехнической промышленности имеют крупные пластинки мусковита и флогопита; используются также искусственные слюды. Так, пластины мусковита и флогопита являются в электротехнике незаменимым изоляционным материалом (слюдобумага и т. п.). В качестве электроизоляционных материалов применяются также миканиты, склеенные из мелких листочков щипаной слюды, микафолии – из подобных листочков, наклеенных на бумагу, и микаленты – слои щипаной слюды, оклеенные с обеих сторон специальной бумагой. Слюда используют в качестве наполнителя при производстве электроизоляционных кремний-органических лаков, широко применяемых в кабельной промышленности. Молотый мусковит используется в покрытиях электродов для дуговой сварки, для изготовления влагозащитных электроизоляционных покровных и заливочных компаундов. Считается, что токсическое действие слюд во многом схоже с воздействием других силикатов [2]. В литературе описаны слюдяной пневмокониоз у рабочих, подвергавшихся действию пыли слюды без примеси или с незначительной примесью кварца [18], а также хронический бронхит и профессиональные дерматозы, обусловленные загрязнением рабочей среды слюдяной пылью [2]. В России для флогопита и мусковита ПДК в воздухе рабочей зоны установлена на уровне  $4 \text{ мг/м}^3$ , для слюды-сырца при содержании 10-70% своб.  $\text{SiO}_2$  – на уровне  $2 \text{ мг/м}^3$  (класс опасности 4) [2]. Очевидно, что повышенные уровни пыли слюды могут наблюдаться не только в воздухе рабочих помещений, но и в атмосферном воздухе ближайших к предприятиям зонах воздействия, но, судя по всему, серьезной угрозы для людей и окружающей среды данное загрязнение не представляет.

Широкое применение в электротехнической промышленности находят различные керамические и керамико-металлические (керметы) материалы и изделия из них [11]. Так, алюмосиликатная керамика используется при изготовлении корпуса галогенных ламп; из керметов, содержащих вольфрам и титан, изготавливают цилиндры и диски в магнитотронах, клистронах и электронных лампах бегущей волны; керамика на основе  $\text{SiO}_2$  и других оксидов, используется в производстве изоляторов; карбидную керамику и керамику на основе  $\text{MgO}$  применяют в электротехнике.

тронагревателях, электрических печах; силицидную керамику – в электронагревателях, работающих в окислительных средах. Электроизоляторы из керамики представляют собой спечённые тонкозернистые изделия, изготавливаемые обычно из фарфоровых, цирконовых или тальковых масс. Повышенные и резко дифференцированные требования, предъявляемые к керамике электротехникой, обусловили развитие производства технической керамики на основе чистых оксидов, карбидов и других соединений [13]. В производстве электротехнической керамики (изоляторов и пр.) используют также обогащенную разновидность каолина – тонкодисперсной глинистой породы, состоящей в основном из каолинита (минерала подкласса слоистых силикатов). Установлено, что длительное вдыхание каолиновой пыли в профессиональных условиях способно вызвать у работников соответствующих предприятий пневмокониоз нерезкой степени с разрастанием фиброзной соединительной ткани вокруг альвеол, бронхов, в лимфатических узлах, с утолщением плевры и деформацией легочных сосудов [2]. Однако подобные патологии наблюдаются лишь у рабочих с большим (17-20 и более лет) стажем работы и, судя по всему, только в производстве огнеупоров, где потребление каолинов особенно велико.

Обжиг керамики является самым важным технологическим процессом, обеспечивающим заданную степень спекания. Изделия из электрофарфора перед обжигом покрываются глазурью, которая при высоких температурах (1000-1400<sup>0</sup>С) плавится, образуя стекловидный водо- и газонепроницаемый слой. Следует отметить, что при изготовлении некоторых видов технической керамики в тонкомолотую смесь исходного сырья добавляют термопластические и поверхностно-активные вещества (парафин, воск, олеиновую кислоту и др.). Например, сегнетоэлектрические материалы изготавливают с использованием пластифицирующих добавок типа клеев и термопластификаторов (парафина, озокерита и др.). Эти добавки затем удаляются низкотемпературным обжигом изделий, что определяет эмиссию поллютантов во внешнюю среду. Во многих керамических материалах в относительно повышенных количествах присутствуют Zr, Ba, Li, Ca, Sr, Ti, Ni, Co, Mn, Zn, W, Nb, Mo, что не исключает вероятности обогащения ими образующейся в ходе технологических процессов пыли. Например, в пыли цехов по производству электронагревателей с использованием указанных материалов присутствовали Sb (уровни которой в 100 раз превышали фоновую концентрацию в почвах) и Sn, Ni, Cu, Zn, Mo, концентрации которых были в несколько раз выше фона в почвах [16]. Сточные воды заводов по производству электротехнического фарфора отличаются повышенными содержаниями щелочей, взвешенных веществ, сульфатов, хлоридов, аммонийного азота (табл. 1).

Таблица 1. Состав сточных вод заводов по производству электротехнического фарфора и изоляционных материалов, мг/л [25]

Компонент	До очистки	После очистки
Взвешенные вещества	100-200	6-11
Эфирорастворимые	250-300	1,7-2,1
pH	7-7,4	7-7,4
Щелочность общая, мг-экв/л	7-7,8	6,5-7
Сульфаты	446	400
Хлориды	70-130	70-130
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	20	20
БПК <sub>5</sub>	7	-

Для изготовления нагревательных элементов (силитов), термостойких пар и электродов применяют карбид кремния, пыль которого в условиях производства при длительном вдыхании

способна вызывать у рабочих хронический бронхит, относительно доброкачественный пневмокониоз, а также их сочетание, наиболее неблагоприятное в отношении функциональной патологии системы дыхания [2]. В основном указанные патологии наблюдались у рабочих-шлифовщиков, а также у работников, занятых в производстве карборунда (материала для силовых нагревателей) и других искусственных абразивов.

Как уже отмечалось, в производстве электрокерамики (изоляторов) используется молотый тальк (часто в смеси со слюдяными частицами) – минерал подкласса слоистых силикатов [2, 11, 34]. Керамический материал, являющийся продуктом спекания талька с каолином и углекислым барием, в технике называют стеатитом, который в 1,5-3 раза прочнее фарфора, обладает большей термостойкостью и более высокими электрическими свойствами. Сопротивление технического стеатита увеличивается при добавке циркона. В России предельно допустимая концентрация для талька и талькопородной пыли (разновидностей природной смеси талька с тремолитом, актинолитом, антофиллитом, серпентинитом, хлоритом, магнезитом и др.), содержащей до 10% свободной  $\text{SiO}_2$ , в воздухе рабочей зоны установлена на уровне  $4 \text{ мг/м}^3$  (класс опасности 4) [12]. Тальк, содержащий асбестовые волокна, отнесен к канцерогенным веществам [12]. Следует отметить, что присутствие волокон асбеста в коммерческом тальке достаточно частое явление. Так, анализ различных проб талька, ввозимого в свое время в Чехословакию, показал, что в большинстве случаев в нем содержались актинолит-асбест и тремолит-асбест [30], обладающие не только фиброгенным действием, но и повышенной канцерогенностью. Асбестовое волокно и асбестсодержащие материалы в той или иной степени по-прежнему используются в производстве электро- и термоизоляторов, изоляционных лент и т. п. [33]. Асбест добавляют в состав волокнитов и аминопластов, из которых изготавливаются корпуса выключателей и штепсельных розеток, а также используют в качестве наполнителя при производстве электроизоляционных кремнийорганических лаков. Если в прошлые годы эмиссия во внешнюю среду пыли талька и асбеста, используемых в электротехнической промышленности, была относительно значимой, то в настоящее время вероятное негативное воздействие этих поллютантов, судя по всему, ограничено в основном производственной зоной. Следует отметить, что в свое время в СССР и сейчас в России в наибольших масштабах использовался хризотил-асбест, нежели более гигиенически опасные асбесты амфиболовой группы [35].

В производстве изоляторов широко применяются армированные пластики, представляющие собой композиционные материалы на основе полимерного связующего и упрочняющего наполнителя [29]. В качестве связующего материала используют синтетические смолы (фенолформальдегидные, полистирольные и др.), кремнийорганические полимеры, полиамиды, полиимиды, изоляционные лаки, фторопласты и др. В качестве электроизоляционного материала применяют также битумы твердого топлива. При использовании и обработке указанных материалов воздушная среда рабочих помещений интенсивно загрязняется летучими органическими веществами и пылью пластиков, что сопровождается негативными воздействиями на рабочих [22]. Не исключена вероятность поступления указанных веществ и во внешнюю (окружающую) среду. В производстве корпусов выключателей, штепсельных розеток, патронов и т. п. используют пластмассы на основе аминоальдегидных смол (аминопласты), в состав которых входят целлюлоза, тальк, асбест, древесная мука, стеклянное волокно, модифицирующие добавки (органические) и смазочные вещества (стеарин, стеараты Zn, Mo, Al), пигменты, обогащенные Ba, Ni, Co, Pb. Для изготовления высоковольтных деталей, штепсельных разъемов, корпусов катушек реле, держателей угольных щеток применяется полибутилентерефталат, способный выде-

лять в воздух фталаты и другие органические соединения. Все выше названные вещества способны поступать в окружающую среду как в ходе производственных процессов, так и при использовании и утилизации электроустановочных и электроизоляционных изделий, электротехнических приборов и т. п. Например, при использовании эпоксидных смол воздух рабочих помещений загрязняется исходными продуктами и другими ингредиентами, входящими в состав смол, которые обладают раздражающими, общетоксическими, сенсibiliзирующими свойствами; способны вызывать аллергию. В состав полимерных компаундов, применяемых для заливки и пропитки отдельных элементов и блоков электроаппаратуры с целью электрической изоляции, защиты от внешней среды и механических воздействий, входят полимерные смолы, жидкий кремнийорганический каучук, пластификатор, отвердитель, наполнитель, краситель. Использование битумов может сопровождаться эмиссией бенз-а-пирена (вещество с доказанной для человека канцерогенностью), а различных смол и пластмасс – формальдегида (вещество вероятно канцерогенное для человека). В кремнийорганических лаках, применяемые для получения электроизоляционных покрытий (эмали, шпатлевки, грунтовки и пр.), присутствуют пигменты (Al, Fe, Cd, Co, Cr) и наполнители (асбест, слюда, тальк, барит), а в некоторых эмалях, грунтовках и шпатлевках пигментами служат  $TiO_2$ , цинковые белила. Многие из названных веществ обладают выраженной токсичностью для человека. Среди поллютантов, способных выделяться из используемых в производстве электротехнических материалов полимеров, особое место принадлежит сложным эфирам фталевой кислоты (фталатам) и эфирам фосфорной кислоты, обладающих токсичными свойствами. Сточные воды заводов по производству изоляционных материалов отличаются повышенными содержаниями щелочей, взвешенных веществ, сульфатов, хлоридов, некоторых металлов, эфирорастворимых соединений, органических растворителей, фенолов и др. (см. табл. 1).

Основным сырьем для производства технического стекла (электротехнического, светотехнического, электроизоляционного, электровакуумного) является кремнезем, который обычно вводится в виде кварцевого песка или небольшого количества горного хрусталя, жильного кварца и др. Для придания стеклам особых свойств и улучшения характеристик в их составы дополнительно вводятся различные красители, осветлители, окислители, восстановители, ускорители варки и т. п. в виде соединений фтора, диоксида церия, оксида мышьяка (до 0,5%), соединений марганца, алюминия, кобальта, бария, хрома, никеля, меди, железа и других элементов. При производстве хрустального стекла в шихту добавляется оксид свинца ( $PbO$ ) в виде свинцового глета, свинцового сурика или силикаты свинца. Традиционная технология промышленного способа получения неорганического стекла состоит в подготовке сырьевых материалов, приготовлении шихты, варке, формовании изделий, отжиге, обработке. Варку стекла проводят в печах непрерывного действия при высоких температурах (до 1200-1600°C). Выбросы, возникающие в производстве стекла при обращении с исходным сырьем и особенно при эксплуатации стекловаренных печей, являются основными источниками загрязняющих веществ, типичных для данного вида производства. В отсутствие подавления удельные выбросы аэрозолей составляют: листовое стекло – 0,36-1,4 кг/т стекла, тарное – 0,4-0,86, прессованное и выдуваемое – 0,454-11,3 кг/т стекла [7]. При наличии систем очистки указанные показатели снижаются более чем на порядок (табл. 2). Средний геометрический размер частиц колеблется в пределах 0,1-0,13 мкм, что обуславливает высокую мутность шлейфа отходящих газов. Для западноевропейских стран коэффициенты выброса пыли при производстве свинцового хру-

стального стекла установлены в пределах 0,15-0,37 кг/т [36], для предприятий Белоруссии – 3,7-8,6 кг/т стекла [28].

Таблица 2. Выбросы аэрозолей от стекловаренных печей после улавливающих устройств [7]

Тип продукта или стекла	Улавливающее устройство	Выброс, кг/т
Тарное (силикатное)	Электрофильтры	0,05
Тарное	Скруббер Вентури	0,19
Прессованное и выдуваемое:		
боросиликатное	Электрофильтры	0,454
флюоритоопаловое	Электрофильтры	0,15
силикатное	Тканевые фильтры	0,09
свинцовое	Электрофильтры	0,1
Листовое	Электрофильтры	0,13

Выбросы стекольного производства обогащены многими химическими элементами и в особых условиях нередко являются мощными источниками загрязнения окружающей среды некоторыми тяжелыми металлами. Например, эмиссия свинца на Саранском заводе электровакуумного стекла в свое время достигала 50-60 т/год. В выбросах стекольных производств присутствуют также Cu, Zn, Cd, Ni, Hg [8] и Se [5]. В общем случае содержание тяжелых металлов в пылевых выбросах стекловаренных печей зависит от состава шихты, вида топлива, объема использования стеклобоя, технологии варки, типа печи и ряда других факторов [28] (табл. 3, 4).

Таблица 3. Химические элементы в пыли стекольного производства, мг/кг [37]

Производство, проба	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn	Hg
Стеклозавод «Неман»								
массовая из газохода	-	73,33	-	7218,3	1766	410000	7667	-
из рукавного фильтра	-	1,98	-	11,6	4,16	633213	5928	0,06
Борисовский хрустальный завод								
хрусталя (регенератор)	10900	2,6	9,89	2,65	1,03	705000	1980	-
массовая из газохода	956	212	174	832	374	33100	392	-
Гродненский стеклозавод								
из регенератора	70,3	12,3	5870	83,9	3,38	155	184	-
массовая из газохода	376	4,49	3220	46,5	3,22	140	199	-
Полоцкий завод стекловолокна								
массовая из газохода	71,9	-	57,1	7,66	9,39	30,6	159	-

Таблица 4. Распределение химических элементов в различных фракциях пыли стекольного производства [37]

Завод	Фракция, мкм	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
«Неман» (производство хрусталя)	< 1,0	34200	-	135	2,96	-	726000	27200
	1,0 - 10	16900	1,12	87	4,94	0,85	705000	54100
	10 - 30	17600	0,925	83,5	5,56	0,58	722000	44100
	30 - 50	15000	1,65	67,3	3,72	0,95	628000	50100
	> 50	14200	1,4	65,5	3,71	0,86	543000	36800
Борисовский (то же)	< 0,3	19300	6,14	16,9	9,84	7,06	706000	27200
	0,3 - 2,5	19100	5,22	17,8	9,95	1,24	710000	29900
	2,5 - 10	14300	3,87	16,4	5,2	0,74	767000	27200
	10 - 50	10400	1,78	9,11	2,85	0,88	745000	24700
	> 50	10200	22,05	7,14	1,44	1,01	801000	23200

При использовании в стекольном производстве соединений свинца доля последнего в общем химическом составе пыли может достигать 64,9-95,2%; очень велики также содержания цинка (до 0,38%) и железа (до 0,15%) [37]. Исследование, выполненные на 16 стекольных заво-

дах Японии, показало, что состав выбрасываемых частиц главным образом зависит от рецептуры стекла, типа добавок и способа производства [38]. В повышенных содержаниях в пыли присутствовали As, Se, Cd, Sb, Pb и другие элементы. Выбросы заводов по производству стекла для инфракрасных ламп были обогащены Se и Cd. Замена печей, работающих на тяжелом нефтяном топливе, на электрические печи (например, на заводе по производству изделий из опалового стекла) позволило заметно снизить выброс загрязнителей в атмосферу. В процессах плавки при производстве стекла во внешнюю среду поступают также SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> и твердые частицы [39]. Соединения серы выделяются в атмосферу при использовании в качестве топлива нефти (мазута); оксиды азота образуются за счет окисления при высоких температурах содержащегося в воздухе N<sub>2</sub>, а твердые частицы и аэрозоль – при взаимодействии NaOH (исходного компонента шихты) с SO<sub>2</sub>. Если печь работает на природном газе, то твердые частицы образуются за счет взаимодействия с CO<sub>2</sub> или Cl<sub>2</sub> (который присутствует в следовых количествах). Есть сведения [26], что при производстве стекла образуются также отходы, содержащие частицы гипса, асбеста, цемента, глины. Использование в стекольном производстве нефелина предотвращает продуцирование нефелиновой пыли, способной вызывать у рабочих нефелиноз. В сточных водах стекольного производства в повышенных количествах присутствуют взвешенные вещества, сульфаты, хлориды, фосфаты, Ca, Mg, некоторые тяжелые металлы, органические смолы [25].

Специфическое загрязнение среды обитания наблюдается в окрестностях заводов по производству электродного графита, электродов, катодов и т. п. Так, в 80 км к югу от г. Новосибирска, в пос. Линево, расположен Новосибирский электродный завод, выпускающий графитированные и угольные электроды, электродный графит, катоды, графитовые изделия и др. Считается, что завод, функционирующий с 1974 г., вносит основной вклад в загрязнение окружающей среды Новосибирской области полициклическими ароматическими углеводородами, прежде всего, бенз(а)пиреном [19]. Выброс смолистых веществ формируется в основном от источников в цехе обжига и производится через две трубы высотой 180 м. По данным [14], загрязнение снежного покрова канцерогенным бенз(а)пиреном прослеживается на расстоянии до 20 км от завода, причем содержания этого загрязнителя в снеговой воде достигали 100 мкг/л вблизи предприятия, 10 – на удалении в 5 км и лишь на удалении в 20 км были менее 0,1 мкг/л. Наиболее высокие концентрации бенз(а)пирена в почвах фиксируются в ближней зоне (до 2 км от завода), относительно плавно снижаясь при удалении. Уровни бенз(а)пирена в пробах почв, отобранных на крутых склонах долин, оказались сравнительно невысокими, что связано с его более активной миграцией в составе поверхностного стока. Концентрации загрязнителя в почвах ближней к заводу зоны достигали 10000-20000 мкг/кг и более, снижаясь до 20 мкг/кг при удалении в 8 км от него. Расчеты, выполненные авторами цитируемой работы, свидетельствуют о том, что в почвах в радиусе 2 км от завода запасы бенз(а)пирена составляют 6,7 т. Ежегодная эмиссия этого соединения заводом в середине 1990-х гг. оценивалась в 400 кг [20]. Интенсивность загрязнения окружающей среды бенз(а)пиреном в районе Новосибирского электродного завода существенно выше, нежели в районе воздействия других объектов (табл. 5).

Сточные воды от производств электроугольных изделий содержат графит, нефтепродукты, окалину и масла, некоторые металлы [25]. Необходимо отметить, что с графитом, используемым (часто в виде смеси с Al, Mg, Pb) для производства электродов и нагревательных элементов электропечей, электрошетонок и электроуглей, скользящих контактов и колец для электромашин, в электрических приборах и аппаратах, в гальванических элементах, могут быть связаны негативные воздействия на рабочих соответствующих производств [2, 22]. В частно-

сти, при длительном контакте с техническим графитом возможно развитие хронического бронхита, эмфиземы легких, графитового пневмокониоза. Известно также неблагоприятное влияние графитовой пыли на состояние ЛОР-органов (атрофические фарингиты, риниты).

Таблица 5. Бенз(а)пирен в компонентах окружающей среды в зонах влияния различных объектов

Объект	Снеговая вода, мкг/л	Почва, мкг/кг
Новосибирский электродный завод [14]: вблизи завода 5 км от завода 20 км от завода	100 10 < 0,1	10000-20000 20 (удаление 8 км) -
Город Таллин [4] городская антропогенно-трансформированная почва фоновая почва	- -	23,4 0,27-7,76
Город Жуковский [3] в пределах города окрестности города	- -	5-387 6-50
Город Уфа, снеговые свалки [17]: Советский район Октябрьский район «фоновый» участок	0,020-0,120 0,015-0,061 0,002-0,004	19 27 1
Пермская область, различные источники [27]	2,4-3,6	-
Город Тольятти, фоновые почвы [4]	-	0,5-1,9
Чернозем, заповедная степь [4]	-	0,8-17,6
Верхний слой фоновых почв России [15]	-	< 10

Таким образом, заводы по производству электротехнических материалов потенциально способны поставлять в производственную и окружающую среду достаточно широкий спектр органических и неорганических поллютантов. В районе деятельности таких заводов в окружающей среде могут наблюдаться повышенные концентрации некоторых химических элементов (особенно тяжелых металлов), органических соединений, в том числе канцерогенных (бенз(а)пирен, формальдегид.). В воздух рабочих помещений поступает минеральная пыль (тальковая, асбестовая, силикатная и др.), что для некоторых производств может создавать определенные гигиенические проблемы. Особую опасность представляет пыль, образующаяся при использовании керамических материалов и обогащенная токсичными элементами. Все эти факты необходимо учитывать при разработке планов развития предприятий, обосновании природоохранных мероприятий, создании систем экологического. Безусловно, в зонах влияния различных по своей специфике предприятий по производству светотехнических материалов необходимо проведение эколого-геохимических и гигиенических исследований, направленных на изучение поведения в производственной и окружающей среде максимально возможного круга поллютантов. Особое внимание следует уделить изучению состава промышленной пыли, сточных вод и отходов, образующихся в ходе производства электротехнических материалов.

#### Литература

1. Бессонов В.В., Янин Е.П. Эколого-гигиенические аспекты использования силикатов в электротехнических материалах и изделиях // Экологическая экспертиза, 2004, № 4, с. 25-30.
2. Вредные химические вещества. Неорганические соединения элементов I-IV группы: Справ. изд. – Л.: Химия, 1988. – 512 с.

3. Галиулин Р.В., Башкин В.Н., Галиулина Р.А., Лебедев А.Т. Оценка загрязнения почв бенз(а)пиреном и их биологическая активность // *Агрохимия*, 1993, № 12, с. 62-65.
4. Геохимия полициклических ароматических углеводородов в горных породах и почвах. – М.: Изд-во МГУ, 1996. – 192 с.
5. Гигиенические критерии состояния окружающей среды. Вып. 58. Селен: Пер. с англ. – Женева: ВОЗ, 1989. – 270 с.
6. Горная энциклопедия. Т. 4. – М.: Советская энциклопедия, 1989, с.570-572.
7. Защита атмосферы от промышленных загрязнений: Справ. изд.: Пер. с англ. Т. 2. – М.: Металлургия, 1988. – 712 с.
8. Какарека С.В., Хомич В.С., Кухарчик Т.И. и др. Выбросы тяжелых металлов в атмосферу: опыт оценки удельных показателей. – Минск: ИГН НАН Беларуси, 1998. – 156 с.
9. Мельников Ю.Ф. Светотехнические материалы. – М.: Энергия, 1976. – 151 с.
10. Перечень веществ, продуктов, производственных процессов, бытовых и природных факторов, канцерогенных для человека: Гигиенические нормативы. – М.: Информационно-издательский центр Госкомсанэпиднадзора России, 1995. – 17 с.
11. Политехнический словарь. – М.: Сов. энциклопедия, 1989. – 656 с.
12. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны: Гигиенические нормативы. – М.: Российский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ Минздрава России, 1998. – 208 с.
13. Производство керамики // [http://www.ceramrus.ru/article\\_1.htm](http://www.ceramrus.ru/article_1.htm)
14. Рапута В.Ф., Садовский А.П., Олькин С.Е. Реконструкция выпадений бенз(а)пирена в окрестностях Новосибирского электродного завода // *Метеорология и гидрология*, 1997, № 2, с. 33-41.
15. Ровинский Ф.Я., Теплицкая Т.А., Алексеева Т.А. Фоновый мониторинг полициклических ароматических углеводородов. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 224 с.
16. Саэт Ю.Е., Башаркевич И.Л., Ревич Б.А. Методические рекомендации по геохимической оценке источников загрязнения окружающей среды. – М.: ИМГРЭ, 1982. – 66 с.
17. Сафарова В.И., Хатмуллина Р.М., Кудашева Ф.Х. и др. Загрязнение бенз(а)пиреном объектов окружающей среды на территории Республики Башкортостан // *Экологическая химия*, 2002, № 1, с. 54-59.
18. Седова К.Р. и др. Слюдяной пневмокопоз. – М.: Медицина, 1969. – 158 с.
19. Состояние окружающей природной среды в Новосибирской области в 1993 году. – Новосибирск, 1994. – 112 с.
20. Состояние окружающей природной среды в Новосибирской области в 1994 году. – Новосибирск, 1995. – 166 с.
21. Справочная книга по светотехнике. – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 526 с.
22. Справочник по профессиональной патологии. – М.: Медицина, 1981. – 376 с.
23. Тареев Б.М. Электротехнические материалы. – М.-Л.: Государственное энергетическое изд-во, 1958. – 275 с.
24. Ткачев А.В., Гершенков А.Ш. Минеральное сырье. Слюда: Справочник. – М.: ЗАО «Геоинформмарк», 1997. – 44 с.
25. Укрупненные нормы водопотребления и водоотведения для различных отраслей промышленности. – М.: Стройиздат, 1978. – 590 с.



26. Утилизация твердых отходов: Пер. с англ. – М.: Стройиздат, 1985, т. 1 – 336 с.; т. 2 – 348 с.
27. Федоровская А.Х., Пименова Н.В., Пименов К.В. Экоаналитический мониторинг бенз(а)пирена в объектах окружающей среды // Экологическая химия, 2002, № 2, с. 86-90.
28. Челноков А.А., Плышевский С.В. О возможности использования «Руководства по инвентаризации выбросов в атмосферу» при оценке выбросов предприятий строительных материалов // Проблемы инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Мат-лы Междунар. сем. по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и использованию справочного руководства ЕМЕП/CORINAIR, 1-2 октября 1997 г. Минск-Раубичи (Республика Беларусь). – Минск: ИПИПРиЭ НАН Беларуси, 1998, с. 91-102.
29. Шефтель В.О. Вредные вещества в пластмассах: Справ. изд. – М.: Химия, 1991. – 544 с.
30. Шимечек Я., Штохл В. Волокнистая пыль в воздухе производственных помещений: Пер. с чеш. – М.: Стройиздат, 1990. – 194 с.
31. Электрорадиоматериалы. – М.: Высшая школа, 1978. – 336 с.
32. Янин Е.П. Электротехническая промышленность и окружающая среда (эколого-геохимические аспекты). – М.: Диалог-МГУ, 1998. – 281 с.
33. Янин Е.П. Асбест в окружающей среде. (Введение в экологическое асбестоведение). – М.: ИМГРЭ, 1997. – 176 с.
34. Янин Е.П. Тальк в окружающей среде (эколого-гигиенические аспекты практического использования) // Экологическая экспертиза, 2004, № 4, с. 20-25.
35. Янин Е.П. Асбест и асбестосодержащие материалы: тотальный запрет или регулируемое использование? // Экологическая экспертиза, 2006, № 5, с. 26-43.
36. Atmospheric Emission Inventory Guidebook. A joint EMEP/CORINAIR Production Prepared by the EMEP Task Force on Emission Inventories, 1996.
37. Kakareka S., Khomich V., Kukharchyk T., Kravchouk L. Particulate matter emission study. Regarding to size distribution and heavy metals content aspects. – Minsk: Institute for Problems of Natural Resources Use and Ecology of the National Academy of Sciences of Belarus, 1999. – 149 p.
38. Mamuro Tetsuo, Mizohata Akira, Kubota Torahide Elemental compositions of suspended particles released in glass manufacture // Annu. Rept. Radiat. Center Osaka Prefect., 1979, 20, p. 29-35.
39. Ryder R.J., Taylor E.C., Tanner K.B. Pollutant emissions from glass container furnaces // Glass Technol., 1980, 21, № 4, p. 199-205.