МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РСФСР
ЛЕНИНГРАДСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РАДИАЦИОННОЙ ГИГИЕНЫ МИНЗДРАВА РСФСР

ОБСЛЕДОВАНИЕ И ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПО РАЗВЕДКЕ И ДОБЫЧЕ НЕРАДИОАКТИВНЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ПОДЗЕМНЫМ СПОСОБОМ

Методические рекомендации

ЛЕНИНГРАД
1988

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РСФСР
ЛЕНИНГРАДСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
РАДИАЦИОННОЙ ГИГИЕНЫ МИНЗДРАВА РСФСР

„СОГЛАСОВАНО“
Заместитель начальника Главного управления научных учреждений
Н. Н. Самко
„27“ мая 1988 г.

„УТВЕРЖДАЮ“
Заместитель министра
К. И. Акулов
„2“ июня 1988 г.

ОБСЛЕДОВАНИЕ И ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПО РАЗВЕДКЕ И ДОБЫЧЕ НЕРАДИОАКТИВНЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ПОДЗЕМНЫМ СПОСОБОМ

Методические рекомендации
(с правом переиздания местными органами здравоохранения)

ЛЕНИНГРАД
1988

В данных Методических рекомендациях изложены очередность, порядок проведения и методы обследования и оценки радиационной обстановки на неурановых предприятиях по подземной разведке и добыче полезных ископаемых, а также приведены наиболее типичные защитные мероприятия. Данный документ предназначен для работников радиологических групп санэпидстанций и служб техники безопасности и охраны труда горных предприятий.

Составители: *Терентьев М. В.*, к. т. н. *Шалак Н. И.*, д. т. н. *Крисюк Э. М.*, к. т. н. *Лисаченко Э. П.*, Ленинградский научно-исследовательский институт радиационной гигиены Минздрава РСФСР; к. т. н. *Шалаев И. Л.*, Ленинградский научно-исследовательский институт гигиены морского транспорта Минздрава СССР; к. м. н. *Альтерман А. Д.*, *Бублий С. А.*, Московская городская санэпидстанция Минздрава РСФСР.

1. Введение

При подземной разведке и добыче полезных ископаемых на горняков воздействуют не только рудничная пыль, токсичные газы, вибрация, шум, но в той или иной степени и радиационный фактор. Его компонентами, формирующими радиационную обстановку на неурановых шахтах, являются: радиоактивное загрязнение рудничной атмосферы изотопами радона и дочерними продуктами радона (ДПР) и торона, долгоживущими естественными радионуклидами, содержащимися в рудничной пыли, внешнее гамма-излучение. При этом ведущее радиационно-гигиеническое значение на неурановых шахтах (под термином „шахты" понимаются также подземные рудники и штольни) принадлежит, как правило, радону и его короткоживущим дочерним продуктам.

Настоящие Методические рекомендации устанавливают порядок проведения, обследования и оценки радиационной обстановки на неурановых шахтах с целью выявления горных предприятий с повышенным уровнем радиационного фактора, оценки доз облучения горняков и предназначены для работников радиологических групп санэпидстанций и санитарных служб предприятий. Методические рекомендации разработаны в развитие „Норм радиационной безопасности НРБ-76/87", „Основных санитарных правил работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений ОСП-72/87", „Санитарных правил работы с естественно-радиоактивными веществами на предприятиях промышленности редких металлов" № 1741-77, „Методических указаний по снижению уровней облучения персонала в горных выработках", Мингео СССР, 1981 г., „Временной инструкции по проведению специализированного радиационного контроля в геологических организациях", Мингео СССР, 1980 г.

2. Очередность обследования шахт

В каждом административном регионе (край, область, автономная республика), где имеются неурановые шахты, необходимо установить очередность их обследования на основе анализа следующих предварительно собранных сведений:

— числа, наименования, ведомственной подчиненности и территориального расположения горных предприятий (или отдельных их участков);

— вида разведываемого или добываемого сырья;

— горно-геологических условий, включая данные об обводненности шахт;

— наличия аэродинамической связи горных выработок с дневной поверхностью через обрушенное пространство;

— наличия неизолированных отработанных выработок;

— вентиляции шахт (применяемых систем и способов общего и местного проветривания; наличия секционной или участковой схем вентиляции; перечня факторов, по которым ведется расчет воздуха, подаваемого в шахту);

— характеристики рудничной атмосферы по содержанию в ней ядовитых газов (окиси азота и углерода, сернистого газа, сероводорода и т. д.), пыли (с содержанием или без SiO_2); опасности шахт по газу или пыли;

— результатов ранее проводившихся измерений мощности дозы внешнего гамма-излучения в выработках, содержания ^{226}Ra и ^{232}Th в породах и руде, радона и ДПР в рудничном воздухе;

— наличия дозиметрической аппаратуры в шахтах;

— численности горняков в каждой шахте.

Для отработки методов и приобретения опыта первыми целесообразно обследовать шахты с простой схемой проветривания, небольшим числом горизонтов и относительно малой протяженностью горных выработок. По мере накопления опыта следует переходить к обследованию более крупных предприятий, при этом первыми из них обследуются те, на которых было ранее выявлено или ожидается повышенное содержание радона и ДПР. К последним, в частности, относятся недостаточно проветриваемые (например, с высоким содержанием пыли и ядовитых газов в рудничном воздухе), обводненные, с рыхлыми породами шахты; шахты с имеющимися неизолированными отработанными выработками и аэродинамической связью выработок с дневной поверхностью через обрушенное пространство или отработанные пустоты; шахты по добыче и разведке редких металлов (вольфрама, молибдена, тантала, ниобия и других).

В последнюю очередь целесообразно обследовать те горные предприятия, в воздухе которых содержание радона и ДПР ожидается низким. В основном это хорошо проветриваемые шахты, например, с секционной или участковой схемами проветривания, а также шахты, в которые подаваемое количество воздуха определяется по выделению метана (сланцевые и угольные) или выхлопных газов от двигателей внутреннего сгорания.

3. Этапы обследования шахт

Обследование радиационной обстановки на неурановых шахтах проводится в 2 этапа:

— предварительное обследование;

— детальное разовое обследование.

Целью предварительного обследования является выявление шахт или отдельных участков с повышенным уровнем „скрытой энергии" дочерних продуктов радона (специальные величины и единицы приведены в приложении 1). При предварительном обследовании проводятся, как правило, измерения только объемной активности ДПР или уровня „скрытой энергии" ДПР, за исключением опасных по газу шахт, где измеряется объемная активность радона.

По „Нормам радиационной безопасности НРБ-76/87" шахтеры неурановых рудников не относятся к категории *А*, т. е. к лицам, работающим непосредственно с источником ионизирующего излучения. Следовательно, допустимая доза их облучения и соответствующее годовое поступление ДПР и дочерних продуктов торона (ДПТ) должны быть в 10 раз меньше, чем для лиц категории *А*. Учитывая то, что по НРБ-76/87 предел годового поступления этих радионуклидов $ПГП\text{-}9{,}6\times10^9$ МэВ, а годовой объем дыхания в производственных условиях равен 2500 м^3, получаем допустимый уровень „скрытой энергии" ДПР или ДПТ равным 3800 МэВ/л — в 3 раза большим, чем допустимая концентрация для категории Б — $ДК_Б$ -1300 МэВ/л, рассчитанная исходя из годового объема дыхания, равного 7300 м^3. Таким образом, для неурановых шахт повышенными уровнями „скрытой энергии" ДПР и ДПТ следует считать уровни, в 3 раза и более превышающие $ДК_Б$ (или превышающие значение 0,1 $ДК_А$).

На выявленных радиационноопасных горных предприятиях проводится детальное разовое обследование радиационной обстановки. Целью этого обследования является полная радиационно-гигиеническая характеристика условий труда горнорабочих по всем рабочим местам на шахте. Эта задача решается путем проведения измерений объемной активности радона, ДПР, ДПТ в рудничной атмосфере, мощности дозы внешнего гамма-излучения, содержания долгоживущих естественных радионуклидов (ЕРН) в рудничной пыли или пылеобразующем продукте (рудах и породах). При установлении на этом этапе обследования источников поступления радона в рудничный воздух и причин повышенных уровней „скрытой

энергии" ДПР и ДПТ следует определить (совместно с представителями предприятия) конкретные защитные мероприятия по нормализации радиационной обстановки.

Более глубокое обоснование всего комплекса защитных мероприятий возможно лишь на основе анализа результатов радоновой съемки, проведение которой позволяет определить не только источники радоновыделения и их топологию, но и требуемое количество воздуха, подаваемое на отдельные рабочие места и в шахту для обеспечения радиационной безопасности горнорабочих.

4. Проведение предварительного обследования радиационной обстановки

Предварительное обследование радиационной обстановки проводится в следующем порядке:

1) выбор сети контрольных точек;

2) проведение в выбранных точках измерений и оформление протокола обследования.

4.1. Выбор сети контрольных точек

Для правильного выбора сети контрольных точек на каждой подлежащей обследованию шахте до спуска в нее проводится ознакомление со следующими документами и материалами:

1) аксонометрической схемой шахты и планами горизонтов, при этом выясняется:

— количество, протяженность, сечение, взаиморасположение и назначение подземных выработок (действующих и отработанных);

— места значительных нарушений геологических структур (зоны разломов, разрушений, зыбких и текучих пород), выхода подземных вод;

— ранее выявленные геологами радиационно-аномальные зоны.

2) материалами вентиляционной службы:

— схемой и способом (нагнетательный, всасывающий, комбинированный) проветривания шахты, расположением вентустройств и характеристиками работы вентиляционных систем общешахтной и местной вентиляции;

— с расположением мест забора приточного и выброса удаляемого воздуха;

— направлением входящих и исходящих вентиляционных струй по основным выработкам;

— типами вентиляторов, воздуховодов, производительностью вентиляторов;

— режимом работы общешахтной и местной вентиляционной сети.

3) результатами выполнявшихся ранее на шахте различных исследований воздуха (примерно за 1 год); по ним оценивается:

— ориентировочная эффективность вентиляции как шахты в целом, так и отдельных выработок;

— места внутришахтных утечек воздуха;

— места и периоды с наихудшими показателями загрязненности воздуха. (Особую ценность здесь могут представить отчеты пылевентиляционной службы шахты и результаты (оформленные обязательно в виде отчета) воздушно-депрессионной съемки, регулярно проводимые на каждом горном предприятии.)

4) технологической схемой ведения горных работ, при этом выясняется:

— режим работы шахты (трехсменный, круглосуточный, без выходных дней и т. д.);

— время начала и окончания смен, время входа и выхода горнорабочих из шахты, захода и выхода из выработок, где расположены основные рабочие места;

— время взрывных работ и проветривания выработок после взрыва;

— расположение основных рабочих мест (проходческие и очистные забои, буровые камеры, места скреперования, выпуска из блоков и погрузки руды, рудные дворы, слесарные, склады взрывчатых материалов, депо электровозов и т. д.).

При предварительном обследовании выбираются те точки, где могут ожидаться наибольшие значения радиоактивности воздуха. К таким относятся рабочие места, расположенные:

— на конечных участках системы последовательно проветриваемых выработок;

— в сильнообводненных выработках (вблизи от места выхода подземных вод или по ходу вентиляционной струи);

— в зонах значительных нарушений геологических структур;

— в слабопроветриваемых выработках (очистные и проходческие забои, буровые камеры и т. п.);

— вблизи от зон обрушений (по ходу вентиляции), неизо-

лированных отработанных выработок, большого количества отбитой и замагазинированной руды;

— в местах с наихудшими показателями загрязненности воздуха по пыли и газам;

— общерудничные и участковые исходящие вентиляционные струи;

— ранее выявленные радиационно-аномальные места.

Количество контрольных точек выбирается таким образом, чтобы, с одной стороны, охватить указанные выше места с возможно наибольшим уровнем „скрытой энергии" ДПР, с другой — чтобы предварительное обследование шахты ограничивалось достаточно коротким периодом — 1—3 дня. Выбранная сеть контрольных точек и маршрут их прохождения наносятся на схему вентиляции шахты, после чего оцениваются затраты времени, необходимые на передвижение по маршруту и проведение измерений во всех контрольных точках. Если затраты времени невелики, то намечаются дополнительные контрольные точки, привязанные к основным рабочим местам. На шахтах с большой протяженностью выработок и несколькими горизонтами при наличии нескольких измерительных приборов обследование желательно проводить одновременно двумя или более группами (каждая по своим контрольным точкам и своему маршруту).

4.2. Проведение измерений и форма представления результатов

Измерение объемных активностей радона и ДПР в выбранных контрольных точках необходимо проводить сразу после прихода на рабочее место вне зависимости от состояния вентиляции и характера проводимых работ. Задержка замера (например, из-за того, что вентилятор местного проветривания был выключен) и, особенно, изменение условий проветривания в период отбора пробы недопустимы даже в том случае, когда ухудшение условий проветривания было случайным и кратковременным. Однако, если восстановление нормального режима проветривания возможно, желательно не менее чем через 0,5—1 час после его установления провести дополнительное измерение. При отборе пробы воздуха прибор не следует располагать близко к стенкам выработки, кроме того, необходимо избегать обдува его воздухом, поступающим из става труб местного проветривания и из магистралей сжатого воздуха. Вместе с записями результатов измерений в рабочий блокнот вносятся сведения об условиях труда шахтеров на каждом рабочем месте (проводившиеся

работы в момент отбора проб, работа вентиляционных систем, в особенности местного проветривания, обводненность выработки, проведение противопылевых мероприятий и др.).

Как было упомянуто выше, при предварительном обследовании достаточно проводить измерение уровня „скрытой энергии" ДПР в рудничной атмосфере. Однако на шахтах, опасных по газу (в основном, к ним относятся шахты по добыче каменного угля), приборы для определения содержания в воздухе ДПР не могут быть использованы вследствие того, что они не отвечают требованию взрывобезопасности. Поэтому при проведении как предварительного, так и детального обследований на этих шахтах измеряется объемная активность радона в рудничном воздухе, главным образом путем отбора проб при помощи ручного насоса в резиновые или непосредственно в сцинтилляционные камеры. Обычно шахты, опасные по газу или пыли, хорошо проветриваются, поэтому коэффициент равновесия между радоном и ДПР принимается равным 0,3 и уровень „скрытой энергии" ДПР (МэВ/л) рассчитывается по формуле:

$$E = 34{,}55 \cdot 0{,}3 \cdot C, \qquad (4.1)$$

где C (Бк/м^3) — измеренное значение объемной активности ^{222}Rn в воздухе. При наличии аспиратора АЭРА последний может быть использован для определения уровня „скрытой энергии" ДПР (и ДПТ в случае детального обследования) путем отбора проб воздуха на фильтры АФА с последующим измерением их активности по методу Кузнеца при выходе из шахты или вблизи от ствола, по которому подается свежий воздух. Однако этот метод трудоемок по сравнению с измерением содержания радона в рудничном воздухе.

Результаты предварительного обследования оформляются в виде отдельного протокола (приложение 2). В п. 5 („Результаты измерений") приводятся измеренные величины уровня „скрытой энергии" ДПР (объемные активности Ra A, Ra B, Ra C) или объемной активности ^{222}Rn в случае опасных по газу шахт на обследованных рабочих местах.

5. Проведение детального обследования радиационной обстановки

Детальное обследование радиационной обстановки, так же как и предварительное обследование, заключается в выборе сети контрольных точек, проведении в них измерений и оформлении протокола обследования.

5.1. Выбор сети контрольных точек

Для выбора сети контрольных точек до спуска в шахту проводится ознакомление с документами и материалами, перечисленными в п. 4.1. В дополнение к ним необходимо выяснить профмаршруты и время пребывания в отдельных горных выработках шахтеров, не имеющих локализированных рабочих мест. К ним относятся горные мастера, доставщики материалов, электрослесари, крепильщики, машинисты электровозов, путевые рабочие, взрывники, доставщики ВВ, начальники вентиляции, маркшейдеры, геологи, начальники участков и т. д. С учетом полученных данных выбирается сеть контрольных точек, где будут проводиться измерения.

При проведении детального разового обследования выбранная сеть контрольных точек должна охватить все рабочие места и маршруты передвижения шахтеров. Контрольные точки прежде всего привязываются ко всем постоянным рабочим местам. Затем наносятся дополнительные точки по ходу профмаршрутов для работников, не имеющих постоянных рабочих мест, из расчета 2—3 точки на одну протяженную (свыше 50 м) выработку. Контрольные точки привязываются и к неизолированным отработанным выработкам в случае их посещения горняками. После этого, так же как и при предварительном обследовании, выбранная сеть точек и маршрут их прохождения наносятся на схему вентиляции шахты, затем производится оценка затрат времени и выясняется целесообразность проведения обследования двумя группами и более.

5.2. Проведение измерений и форма представления результатов

При детальном обследовании в выбранных контрольных точках проводятся измерения объемной активности радона, ДПР и ДПТ, мощности дозы внешнего гамма-излучения, а также содержания пыли в рудничном воздухе. Измерения этих величин осуществляется так, как это описано в п. 4.2.

При измерении объемных активностей радона, ДПР и ДПТ в неизолированных отработанных выработках, из которых поступает в примыкающие рабочие выработки воздух, полезно измерить его расход крыльчатым анемометром АСО-3 и тем самым определить дебит радона из этих выработок. Это дает возможность оценить и локализовать один из возможных источников загрязнения рудничной атмосферы. На шахтах, опасных по газу, обязательно проведение измере-

ний объемной активности радона (п. 4.2) и весовой концентрации рудничной пыли. При наличии аспиратора АЭРА желательно также провести в ряде контрольных точек измерения уровней „скрытой энергии" ДПР и ДПТ. Вместе с результатами измерений в рабочий блокнот вносят следующие сведения: проводившиеся работы в момент отбора проб; работа вентиляционных систем, в особенности местного проветривания; отставание става труб местного проветривания от груди забоя сверх положенного норматива — 10 м и его герметичность; обводненность выработки, наличие разломов и карстовых зон; проведение противопылевых мероприятий и т. п.

Как правило, санэпидстанции и горные предприятия не располагают аппаратурой для определения удельной активности ^{238}U (или ^{226}Ra) и ^{232}Th в добываемых рудах и породах. Однако может оказаться, что на ряде горных предприятий геологическая служба имеет данные о содержании естественных радионуклидов (ЕРН) в горных породах. В этом случае их необходимо внести в протокол детального обследования. В протоколе детального разового обследования (п р и л о ж е н и е 3) в п. 5 („Результаты измерений") приводятся результаты измерений объемной активности ^{222}Rn Ra A, Ra B, Ra C, уровней „скрытой энергии" ДПР и ДПТ, мощности дозы внешнего гамма-излучения, запыленности рудничного воздуха (в случае отсутствия соответствующей аппаратуры берется среднегодовое значение запыленности воздуха на рабочих местах по материалам пылевентиляционной службы рудника), удельной активности долгоживущих ЕРН в рудничной пыли или разрабатываемых рудах и породах (при отсутствии возможности проведения измерений сведения о содержании ^{238}U и ^{232}Th в рудах и породах выясняются у геологической службы горного предприятия).

6. Приборы и методы измерений

6.1. Определение объемной активности дочерних продуктов радона и торона в воздухе

При определении объемной активности ДПР и ДПТ проба исследуемого воздуха отбирается путем его прокачки через фильтр типа АФА-РСП, АФА-РМП (или ФПП-15), после чего измеряется активность осевших на фильтре аэрозолей в течении определенных интервалов времени. Обычно в воздухе подземных выработок измерение объемной активности ДПР

производится методами Маркова или Кузнеца. Как правило, содержание в рудничной атмосфере ДПТ значительно ниже, чем ДПР, и лишь в некоторых случаях может быть сравнимо с последним. Для определения объемной активности ДПТ производится повторное измерение активности фильтра не раньше, чем через 5 часов после отбора пробы воздуха. В приложении 5 приводится также краткое описание модифицированных методов Маркова и Кузнеца и соответствующие формулы для расчета объемных активностей ДПР и ДПТ.

Отметим, что измерения объемной активности ДПР и ДПТ желательно проводить по методу Маркова, обладающего существенными достоинствами по сравнению с методом Кузнеца. Во-первых, метод Маркова более информативен: наряду с уровнем „скрытой энергии" ДПР он позволяет определить объемные активности отдельных радионуклидов — RaA, RaB и RaC. Это дает возможность по сдвигу равновесия между этими радионуклидами судить о кратности воздухообмена λ_v в отдельных горных выработках и, следовательно, о качестве их проветривания. Величина λ_v может быть вычислена, например, по соотношению между объемными активностями RaA — C_A и RaB — C_B по формуле:

$$\lambda_v = 1{,}552\ (C_A / C_B - 1),4^{-1}. \qquad (6.1)$$

Во-вторых, рекомендуемый метод дает возможность оперативно — всего за 15 минут оценить радиоактивность рудничного воздуха (без учета ДПТ). И, наконец, метод Маркова при сравнимых объемных активностях ДПР и ДПТ позволяет в три раза точнее определить уровень „скрытой энергии" ДПР, чем метод Кузнеца. Метод Кузнеца удобно использовать в тех случаях, когда радиометрическая установка не имеет автономного питания или громоздка. При этом в выбранных контрольных точках производят лишь отбор проб воздуха на фильтры, после чего не позднее чем через 1,5 часа измеряют активность фильтров на установленной вблизи от выхода из шахты радиометрической установке.

Для измерения объемной активности дочерних продуктов радона (торона) можно использовать выпускавшиеся ранее и имеющиеся в ряде СЭС и горных предприятий приборы РАНАГ-1 („Забой"), РВ-4, ИЗВ-1 („Олеандр"), 241301 („Жимолость"), ИЗВ-3 („Багульник"). В настоящее время выпускается прибор ИЗВ-3М, который поставляется через В/О „Изотоп". Готовится к выпуску радиометр РАС-04, поз-

воляющий определять объемную активность как радона, так и его дочерних продуктов. При проведении измерений приборы должны иметь автономное питание, для чего целесообразно использовать шахтные аккумуляторы, имеющиеся на каждой шахте. При отсутствии вышеперечисленных приборов можно использовать любую малогабаритную воздуходувку с автономным питанием, позволяющую отбирать с постоянной скоростью пробу воздуха известного объема, и радиометрическую установку для регистрации излучения альфа-частиц (например, САС-Р-2, САД-1 и проч.). Эталонировку радиометрических установок производят по твердотельным контрольным или образцовым источникам ^{239}Pu типа 1П9 или 2П9, поставляемым В/О „Изотоп".

6.2. Определение объемной активности радона

При определении объемной активности радона наибольшее распространение получил сцинтилляционный метод. Исследуемый воздух отбирают в предварительно ваккумированную сцинтилляционную камеру либо прокачивают его (например, насосом) через эту камеру. Отбор пробы воздуха в сцинтилляционную камеру производят через осушитель воздуха, в качестве которого используется $CaCl_2$ (хлористый кальций). Через 2,5—3 часа — время, необходимое для установления радиоактивного равновесия между радоном и ДПР в отобранной пробе воздуха, производят измерение активности пробы на радиометрической установке. Отбор проб воздуха можно производить также в резиновые камеры с последующим переводом через осушитель в сцинтилляционные камеры.

Для измерения объемной активности радона могут быть использованы стационарные приборы САС-Р-2, РАЛ-1. В настоящее время выпускается переносной радиометр РГА-01 (В/О „Изотоп"). В шахтах, не опасных по газу, можно использовать радиометр РАНАГ-1, который позволяет вместе с отбором пробы воздуха одновременно определять содержание в нем радона.

6.3. Определение мощности дозы внешнего гамма-излучения

Определение мощности дозы внешнего гамма-излучения производится с помощью гамма-радиометров с газоразрядными — РПП-1, ДРГ-01 Т или сцинтилляционными — СРП-2,

СРП-68 детекторами. При этом следует отметить, что вследствие большой зависимости чувствительности сцинтилляционных детекторов от энергии гамма-излучения радиометры этого типа завышают истинную мощность дозы внешнего гамма-излучения примерно в 2 раза.

6.4. Определение концентрации рудничной пыли

Определение весовой концентрации рудничной пыли производится путем прокачки определенного объема воздуха через фильтры из ткани Петрянова, после чего над фильтром помещают источник альфа- или бета-излучения и производят измерения интенсивности прошедшего через фильтры потока частиц. Ослабление потока пропорционально толщине слоя осевших на фильтре аэрозольных частиц и, стало быть, пропорционально концентрации рудничной пыли.

Для этой цели можно использовать измеритель загрязненности воздуха ИЗВ-1 („Олеандр") или ИЗВ-3 („Багульник"), позволяющие определить содержание пыли в воздухе на уровне более 0,5 и 0,25 мг/м^3 соответственно, и переносимые радиоизотопные измерители запыленности ПРИЗ-1 и ПРИЗ-2, позволяющие измерять концентрацию пыли на уровне 1 мг/м^3 и более. В приложении 6 приведены основные технические характеристики дозиметрических приборов, рекомендуемых для использования при проведении обследования радиационной обстановки на шахтах.

7. Оценка радиационной обстановки

По результатам проведенного обследования шахт дается оценка радиационной обстановки. При предварительном обследовании она заключается в сравнении измеренных значений уровня „скрытой энергии" ДПР с допустимыми значениями — $ДК_Б$ и $ДК_А$. На основании этого сравнения делается вывод о степени радиационной опасности (или безопасности) обследованных рабочих мест и шахты в целом и необходимости проведения детального разового обследования (п. 7 приложения 2). Обстановка на предприятии может рассматриваться как радиационно безопасная и не требующая детального обследования, когда ни на одном из обследованных рабочих мест уровень „скрытой энергии" ДПР не превышает значения 0,1 $ДК_А$.

Оценка радиационной обстановки при детальном разовом обследовании включает:

1) определение доз облучения шахтеров и относительной роли каждого компонента радиационного фактора в формировании радиационной обстановки;

2) распределение рабочих мест по уровню „скрытой энергии" ДПР и ДПТ и выявление мест с повышенным уровнем радиоактивности рудничного воздуха;

3) распределение шахтеров основных профессий по величине годового поступления ДПР и ДПТ, а также по суммарной дозе облучения от всех компонентов радиационного фактора и выявление тех из них, для которых уровень облучения больше допустимого.

Для горных предприятий, где из-за специфики радиационного фактора наиболее облучаемым критическим органом являются легкие, в соответствии с „Нормами радиационной безопасности (НРБ-76/87)" должно выполняться требование, ограничивающее облучение легких (уровень воздействия на легкие — УВЛ) для лиц категории Б дозой не более 1,5бэр/год:

$$\text{УВЛ} = \frac{\text{ГП}_{\text{ДПР}}}{9{,}6\cdot 10^{9}} + \frac{\text{ГП}_{\text{ДПТ}}}{9{,}6\cdot 10^{9}} + \frac{\text{ГП}_{\text{U}}}{2{,}5\cdot 10^{-9}} + \frac{\text{ГП}_{\text{Th}}}{1{,}2\cdot 10^{-9}} + \frac{\text{Д}_{\text{гл}}}{1{,}5} \leqslant 1, \quad (7.1)$$

где $\text{ГП}_{\text{ДПР}}$, $\text{ГП}_{\text{ДПТ}}$, ГП_{U}, ГП_{Th} — годовые поступления в легкие соответственно дочерних продуктов радона и торона (МэВ/год), естественных долгоживущих радионуклидов уранового и ториевого рядов (Ки/год по суммарной альфа-активности); $\text{Д}_{\text{гл}}$ — доза внешнего гамма-излучения в легких (бэр/год); $9{,}6\cdot 10^{9}$ — значение ПГП для ДПР и ДПТ в единицах „скрытой энергии", МэВ; $2{,}5\cdot 10^{-9}$ и $1{,}2\cdot 10^{-9}$ — значения ПГП урансодержащих и торийсодержащих минеральных соединений, Ки; 1,5 — предел дозы внешнего гамма-излучения в легких, бэр. Исходя из ограничения облучения всего тела, дополнительным к соотношению (7.1) условием является ограничение годовой дозы внешнего облучения $\text{Д}_{\text{гт}} \leqslant 0{,}5$ бэр/год.

Международная комиссия по радиационной защите рекомендует использовать для оценки облучения людей эффективную эквивалентную дозу (ЭЭД), учитывающую облучение всех органов и тканей человека. Для лиц категории Б ЭЭД за год не должна превышать 0,5 бэр (5 мЗв).

Величина годового поступления ДПР и ДПТ связана с измеренным уровнем „скрытой энергии" этих радионуклидов — Е (МэВ/л) следующим соотношением:

$\text{ГП}_{\text{ДПР (ДПТ)}} = 2{,}5\cdot 10^{6}\cdot \text{Е}$, МэВ/год.

В единицах ПГП=$9{,}6 \cdot 10^9$ МэВ/год величина годового поступления „скрытой энергии" будет равна:

$$ГП_E = 2{,}6 \cdot 10^{-4} \cdot E, \text{ ед. ПГП.}$$

Величина годового поступления радионуклидов равновесных уранового и ториевого рядов, одновременно присутствующих в пылеобразующем продукте, в единицах ПГП определяется выражением:

$ГП_{U+Th} = 8{,}01 \cdot 10^{-3} \cdot f \cdot (C_U + 1{,}55\ C_{Th})$, ед. ПГП, где C_U и C_{Th} — удельная активность ^{238}U (или ^{226}Ra) и ^{232}Th соответственно, пКи/г; f — среднегодовая запыленность воздуха на рабочем месте, мг/м^3.

Годовые эквивалентные дозы на легкие $Д_{\gamma л}$ и на все тело $Д_{\gamma т}$ от внешнего гамма-излучения (бэр/год) равны:

$$Д_{\gamma л} = 9{,}15 \cdot 10^{-4} P,$$
$$Д_{\gamma т} = 1{,}37 \cdot 10^{-3} P,$$

где P (мкР/ч) — мощность дозы внешнего гамма-излучения. (Численные значения коэффициентов получены для продолжительности работы за год — 1700 ч/год и отношений поглощенной и экспозиционной дозы для легких 0,538 рад/Р и для всего тела — 0,803 рад/Р).

Суммарная годовая эквивалентная доза $Д_{\Sigma}$ на легкие от всех компонентов радиационного фактора равна:

$$Д = 1{,}5 \cdot УВЛ, \text{ бэр/год.}$$

При оценке ЭЭД (бэр/год) от ДПР и ДПТ используются дозиметрические коэффициенты, равные соответственно $4{,}01 \cdot 10^{-11}$ бэр/МэВ и $1{,}33 \cdot 10^{-11}$ бэр/МэВ.

Годовая ЭЭД от дочерних продуктов радона равна:

$$ЭЭД_{ДПР} = 1 \cdot 10^{-4} \cdot E.$$

Годовая ЭЭД (бэр/год) от дочерних продуктов торона равна:

$$ЭЭД\ (ДПТ) = 3{,}3 \cdot 10^{-5} E.$$

Годовая ЭЭД (бэр/год) от долгоживущих ЕРН в рудничной пыли (от пылерадиационного фактора — ПРФ*) рассчитывается следующим образом (публикация 30 МКРЗ):

$$ЭЭД_{ПРФ} = 3{,}5 \cdot 10^{-3} \cdot f \cdot (C_U + 3{,}7\ C_{Th}),$$

где C_U и C_{Th} — удельные активности ^{238}U (или ^{226}Ra) и ^{232}Th соответственно, пКи/г.

ЭЭД от внешнего гамма-излучения (бэр/год) равна:

$$ЭЭД_{\gamma} = 1{,}04 \cdot 10^{-3} P.$$

*) под пылерадиационным фактором понимается ингаляционное поступление долгоживущих естественных радионуклидов рядов урана и тория с пылью.

При воздействии на горняков всех компонентов радиационного фактора суммарная эффективная эквивалентная доза ЭЭД$_{\Sigma}$ будет равна:

$$ЭЭД_{\Sigma} = ЭЭД_{ДПР} + ЭЭД_{ДПТ} + ЭЭД_{\gamma} = ЭЭД_{ПРФ}.$$

Следует отметить, что точность оценки годовых поступлений радионуклидов — ДПР, ДПТ и ЕРН и соответствующих им эквивалентных и эффективных эквивалентных доз горняков зависит от точности определения среднегодовых уровней „скрытой энергии" ДПР и ДПТ и среднегодовой запыленности на рабочих местах. Среднегодовые УСЭ ДПР и ДПТ на рабочих местах можно с достаточной точностью определить лишь при проведении радиационного контроля на рудниках. Разовые же измерения УСЭ ДПР и ДПТ в рудничном воздухе приводят к приближенной оценке годовых поступлений этих радионуклидов и соответствующих им доз. В приложении 4 даются оценки ингаляционного поступления ДПР, ДПТ и долгоживущих ЕРН с пылью в единицах соответствующего предела годового поступления, дозы внешнего гамма-облучения легких и уровня воздействия на легкие, вычисленного по формуле (7.1). Пример записи результатов обследования одного рабочего места дан в приложениях 3 и 4.

При расчете годовых поступлений и эквивалентных доз облучения горнорабочих с нефиксированным рабочим местом, которое представляют рядом контрольных точек, расположенных вдоль маршрута передвижения, необходимо учитывать не только уровни „скрытой энергии" ДПР и ДПТ, мощность дозы внешнего гамма-излучения, запыленность воздуха в этих точках, но и распределение продолжительности пребывания в них. Если последнее трудно оценить, то в целях упрощения можно считать, что общая продолжительность пребывания шахтера под землей распределяется равномерно между всеми контрольными точками, охватывающими участок его передвижения. Это допущение вполне правомерно для больших интервалов времени, таких как квартал или год.

Сравнение относительных вкладов различных компонентов в суммарную эквивалентную дозу облучения горняков (или в уровень воздействия на легкие) и сравнение каждого из них с нормативным значением позволяет определить радиационно-гигиеническую значимость каждой составляющей радиационного фактора и выявить среди них наиболее значимую. В выводах (п. 2 приложения 4) дается оценка каждого компонента радиационного фактора: диапазон его изме-

нения по всем рабочим местам, усредненный по рабочим местам относительный вклад в УВЛ. Кроме этого, приводится распределение рабочих мест по уровню „скрытой энергии" ДПР и ДПТ, распределение шахтеров основных профессий по величине годового поступления ДПР и ДПТ, а также по уровню воздействия на легкие. Устанавливаются радиационноопасные рабочие места, где УВЛ шахтеров превышает допустимое значение, и контингенты лиц, получающих дозовую нагрузку выше допустимой для категории Б и категории А (15 бэр/год). В заключении (п. 3 приложения 4) определяется степень радиационной опасности каждого рабочего места и рудника в целом, срочность проведения и объем дальнейших работ, связанных с нормализацией радиационной обстановки.

8. Защитные мероприятия

В ряде случаев анализ результатов детального разового обследования позволяет обосновать рекомендации по защитным мероприятиям. Типичными защитными противорадоновыми мероприятиями являются:

1. Ограничение поступления радона из неизолированных отработанных выработок путем их изоляции глухими бетонными перемычками толщиной не менее 30 см и из шахтных вод, обогащенных радоном, путем их тампонажа.

2. Улучшение вентиляции шахты в целом и отдельных рабочих мест путем:

а) организации непрерывного проветривания вентиляторами местного проветривания (ВМП) проходческих забоев;

б) исключения случаев отставания става труб ВМП от груди забоя более чем на 10 м;

в) увеличения кратности воздухообмена на рабочих местах с высоким содержанием в воздухе ДПР (ДПТ);

г) исключения последовательного проветривания рабочих мест или отдельных участков;

д) уменьшения внутришахтных утечек воздуха путем уплотнения вентиляционных сооружений — кроссингов, ляд, вентиляционных дверей;

е) уменьшения проветриваемого объема шахты изоляцией всех отработанных выработок — горизонтальных, вертикальных и очистных (блоков, лав);

ж) ликвидации активной аэродинамической связи (при

ее наличии) рабочих выработок с дневной поверхностью через обрушенное пространство.

3. Применение обратного порядка отработки рудного тела с обязательной изоляцией отработанного очистного пространства.

Кроме этих мероприятий проводится обеспыливание воздуха рабочей зоны путем мокрого бурения, орошения отбитой горной массы, постановки водяных завес на вентиляционных и откаточных выработках и т. п. Повторное детальное обследование радиационной обстановки позволяет оценить эффективность защитных мероприятий.

Величины и единицы

1. Объемная активность ^{222}Rn, ^{220}Rn и их короткоживущих дочерних продуктов выражается в единицах СИ (Бк/м^3). 1 Бк/м^3=27·10^{-15} Ки/л=0,027 пКи/л. Степень радиоактивного равновесия между радоном и его короткоживущими дочерними продуктами характеризуют коэффициентом равновесия (F);

$$F=(1/\mathrm{Co})\cdot(0{,}105\,C_{\mathrm{A}}+0{,}515\,C_{\mathrm{B}}+0{,}380\,\mathrm{Cc}),$$

где Со — объемная активность ^{222}Rn.

Для ^{220}Rn (торона) коэффициент равновесия равен:

$$F=(1/\mathrm{Co})\cdot(0{,}913\,C_{\mathrm{B}}+0{,}087\,C\mathrm{c}).$$

Величина Со·F называется эквивалентной равновесной объемной активностью радона (торона). Она выражается в единицах Бк/м^3 или Ки/л, а также в единицах „скрытой энергии" — МэВ/л. Уровень „скрытой энергии" (УСЭ) любой смеси короткоживущих дочерних продуктов радона (торона), находящихся в единице объема воздуха, представляет собой полную энергию альфа-частиц, испускаемых при распаде ДПР (ДПТ) по цепочке вплоть до ^{210}Pb или соответственно ^{208}Pb. Для радона эквивалентная объемная активность, равная 1 Бк/м^3, соответствует уровню „скрытой энергии" 34,6 МэВ/л, а для торона — 471 МэВ/л.

2. Индивидуальная экспозиция по „скрытой энергии" ДПР или ДПТ — это интеграл по времени уровня „скрытой энергии" смеси дочерних продуктов, воздействию которого индивидуум подвергался в течении определенного периода времени. Эта величина выражается в МэВ·ч/л.

3. Поступление „скрытой энергии" при вдыхании дочерних продуктов (П, МэВ) — это поступление „скрытой энергии" смеси дочерних продуктов, вдыхаемой в течении определенного периода времени. Если U — средняя скорость дыхания в течении этого периода (U=1470 л/ч в производственных условиях согласно НРБ-76/87), то поступление „скрытой энергии" П связано с экспозицией по „скрытой энергии" (Э) соотношением:

$$\mathrm{П}=\mathrm{Э}\cdot U.$$

Приложение 2

ПРОТОКОЛ
предварительного обследования радиационной обстановки на неурановых шахтах

1. _____
Наименование шахты, предприятия, ведомств. подчиненность, адрес

2. _____
Краткие сведения о шахте: тип добываемого сырья, глубина шахты,

_____
способ разработки, число горизонтов, общая длина горных выработок

_____
и проветриваемый объем, схема и способ проветривания,

_____
кол-во подаваемого в шахту воздуха

3. _____
Число лиц, занятых на подземных работах

4. а) приборы _____
Наименование, год выпуска, заводской номер

б) эталонирование _____
Изотоп, активность источника, эффективность счета, фон

в) методы измерения _____
Наименование метода

5. Результаты измерений

№ п/п	Дата и время забора воздуха	Место забора проб воздуха	Условия забора (ведущиеся работы, вентиляция, обводненность и т. п.)	Уровень „скрытой энергии" ДПР, МэВ/л (объемн. активн. RaA, RaB, RaC, Бк/м³)		Объемная активность ^{222}Rn Бк/м³
				по методу	по методу	
1	2	3	4	5	6	7

6. Дополнительные комментарии к предварительному обследованию:....

7. Заключение

Подпись лиц, проводивших измерения

_____
Учреждения, должность, ФИО

Приложение 3

Протокол детального разового обследования радиационной обстановки

1. _____
   Наименование шахты, предприятия, ведомственная подчиненность, адрес
2. _____
   Краткие сведения о шахте: тип добывочного сырья, глубина шахты, способ разработки, число горизонтов
   _____
   общая длина горных выработок и проветриваемый объем, схема и способ проветривания,
   _____
   количество подаваемого в шахту воздуха, суточный объем водопритока в шахту
3. _____
   Число лиц, занятых на подземных работах
4. а) приборы _____
   наименование год выпуска, заводской номер
   б) эталонировка _____
   изотоп, активность источника, эффективность счета, фон
   в) методы измерения _____
   наименование метода
5. Результаты измерений

№ п/п	Дата и время измерения	Место замера	Условия замера (ведущиеся работы, вентиляция, обводненность и т. д.)	Объемная активность Бк/м³ Rn:RaA: RaB:RaC	Уровень скрытой энергии, МэВ/л		Мощность дозы внешнего гамма-излучения, мкР/ч	Запыленность воздуха мг/м³	Удельные активности ^{238}U (^{226}Ra) и ^{232}Th в рудах и породах, пКи/г
					ДПР	ДПТ			
1	10.04.87	Уч. № 1 гор. — 20 м очистн. забой блока 6	Ведется бурение, вентиляция за счет общешахтной депрессии	780:740: 590:520	$2{,}03 \cdot 10^4$	$5{,}7 \cdot 10^3$	20	4,5	0,81—226—Ra 0,6—232—Th

6. Дополнительные комментарии к детальному обследованию
7. Подпись лиц, проводивших измерения _____
   Учреждение, должность, ФИО

Приложение 4

Радиационно-гигиеническая характеристика рабочих мест на горном предприятии

Наименование шахты, ее ведомственная подчиненность

1. Дата проведения обследования: _____

№ п/п	Рабочее место	Число шахтеров	Оценка годового поступления, в единицах ПГП			Оценка внешнего гамма-облучения легких, $Д_{гл}$ /1,5 бер/год	Уровень воздействия на легкие
			ДПР	ДПТ	долгоживущих ЕРН		
1	участок № 1 гор. — 20 м, блок 6 очистной забой	4	5,3	1,5	0,063	0,012	≃6,9
2	и т. д.						
3	Выводы						
4	Заключение						

Подпись лиц, составивших радиац.-гиг. характеристику _____

ФИО, должность, организация

Методы определения объемных активностей дочерних продуктов радона и торона

Модифицированный метод Маркова. Исследуемый воздух в течении 5 минут прокачивают через фильтр со скоростью 10—40 л/мин, после чего дважды — с 1-й по 4-ю и с 7-й по 10-ю минуту после окончания пробоотбора измеряют активность фильтра. Для учета и определения ДПТ производят второе измерение активности фильтра в течении 30 минут не ранее, чем через 5 часов после взятия пробы воздуха. Объемные активности ДПР и уровни „скрытой энергии" ДПР и ДПТ вычисляют по формулам:

$$C_A = \frac{4{,}37}{\varepsilon\eta V}(N_1 - N_2) + \frac{1{,}21\cdot 10^{-4}}{K_T}\cdot N_3), \qquad (6.1)$$

$$C_B = \frac{1{,}11}{\varepsilon\eta V}(N_2 - \frac{2.09\cdot 10^{-3}}{K_T}\cdot N_3), \qquad (6.2)$$

$$C_C = \frac{1}{\varepsilon\eta V}(2{,}21N_2 - 0{,}90N_1 - \frac{7{,}58\cdot 10^{-5}}{K_T}\cdot N_3), \qquad (6.3)$$

$$E_{ДПР} = \frac{40}{\varepsilon\eta V}(N_2 - \frac{2{,}09\cdot 10^{-3}}{K_T}\cdot N_3), \qquad (6.4)$$

$$E_{ДПТ} = \frac{1{,}92}{\varepsilon\eta V}\cdot N_3, \qquad (6.5)$$

где C_A, C_B и C_C — объемные активности RaA (^{218}Po), RaB (^{214}Bi) и RaC (^{214}Pb) в отобранной пробе воздуха, Бк/м^3; $E_{ДПР}$ и $E_{ДПТ}$ — уровни „скрытой энергии" ДПР и ДПТ, МэВ/л; N_1 и N_2 — число зарегистрированных импульсов (за вычетом фона) при измерении активности фильтра (по излучению альфа-частиц) соответственно с 1-й по 4-ю и с 7-й по 10-ю минуты после окончания аспирации; N_3 — число импульсов (за вычетом фона), зарегистрированных при третьем измерении активности фильтра; ε — эффективность регистрации излучения альфа-частиц радиометрической установкой; η — эффективность улавливания аэрозолей фильтром (для фильтров типа АФА-РСП при скоростях аспирации 10—40 л/мин она равна 0,95—0,90); K_T — коэффициент Кузнеца, альфа-частиц·мин/МэВ. В зависимости от выбора времени начала 3-го измерения активности фильтра коэффициент K_T берется из табл. 1.

Метод Кузнеца. Пробу воздуха отбирают на фильтр в течение 10 минут со скоростью 10—40 л/мин и через время T_1 (мин) после окончания пробоотбора измеряют активность фильтра по излучению альфа-частиц в течение 10 минут. Так же, как и в методе Маркова, для учета и определения ДПТ проводят еще одно — второе измерение активности фильтра в течение 30 минут не ранее, чем через 5 часов после отбора пробы воздуха. Уровни „скрытой энергии" ДПР и ДПТ — $E_{\text{ДПР}}$ и $E_{\text{ДПТ}}$ в МэВ/л вычисляют по формулам:

$$E_{\text{ДПР}} = \frac{1}{\varepsilon\eta V K_p}\left(N_1 - \frac{a}{K_т} N_2\right), \tag{6.6}$$

$$E_{\text{ДПТ}} = \frac{0{,}96}{\varepsilon\eta V K_т} \cdot N_2, \tag{6.7}$$

где N_1 и N_2 — число зарегистрированных импульсов (за вычетом фона) соответственно во время первого и второго измерения активности фильтра; $K_р$ — коэффициент Кузнеца, альфа-частиц·мин/МэВ; a — коэффициент, учитывающий вклад альфа-излучения от ДПТ в общее число зарегистрированных в первом измерении импульсов N_1. Остальные обозначения те же, что и в методе Маркова.

Таблица 1

Значение коэффициента $K_т$ (альфа-частиц·мин/МэВ) в зависимости от выбора времени T_2 (час)

T_2	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$K_т \cdot 10^2$	2,89	2,76	2,61	2,46	2,31	2,16	2,03	1,90	1,78	1,67

Время T_1 — начало 1-го измерения — можно выбирать в зависимости от ситуации равным 40, 50, 60, 70, 80, 90 минутам, а время T_2 — начало 2-го измерения — равным 5, 6, 7,... 14 часам. Коэффициенты $K_р$, $K_т$ и a, соответствующие этим временам, приведены в табл. 1 и 2. Так, например, при $T_1 = 60$ мин и $T_2 = 6$ час $K_р = 0{,}0755$, $K_т = 0{,}0276$ и $a = 0{,}00964$ альфа-частиц·мин/МэВ.

Таблица 2

Значение коэффициентов K_p и a (альфа-частиц мин/МэВ) в зависимости от выбора времени T_1 (мин)

T_1	40	50	60	70	80	90
$a \cdot 10^3$	8,81	9,16	9,46	9,72	9,93	10,11
$K_p \cdot 10^2$	10,32	8,92	7,55	6,30	5,20	4,17

Следует отметить, что последнее измерение активности фильтра в обоих методах производится после выхода из шахты.

Основные технические характеристики дозиметрических приборов

Наименование прибора	Диапазон измерения					Основная погрешность измерения, %	Питание	Масса, кг
	объемной ак-ти		Уровня „скрытой энергии" ДПР, МэВ/л	Мощности дозы внешнего гамма-излучения мкР/ч	Запыленности воздуха, мг/м³			
	радона, кБк/м³	ДПР, кБк/м³						
1	2	3	4	5	6	7	8	9
РАНАГ („Забой")	0,19—1900	0,19—190	$6{,}5\cdot10^3$—$6{,}5\cdot10^6$	—	—	30	сетевое; автономное (СЦС-5)	8
РВ-4	—	0,004 ÷3,70	130—1,3 10^5	—	—	30	—„—	8
ИЗВ-1 („Олеандр")	—	—	$1\cdot10^4$—$1\cdot10^7$	—	0,5—30	30	сетевое; автономн. (СЦС-15)	6
2413-01 („Жимолость")	—	—	$1\cdot10^4$—$1\cdot10^7$	—	—	30	сетевое; автономн. (СЦС-3)	4
ИЗВ-3 („Багульник")	—	—	$1\cdot10^4$—$1\cdot10^7$	—	0,25—50	30	автономн. (10НКТЦ—1Д или батарея к шахтному светильн.)	4
РАС-04	1—10^4		$5\cdot10^3$—$5\cdot10^7$	—	—	30	сетевое; автономн. (10НКГЦ—1Д)	
САС—Р—2	0,02—900	—	—	—	—	20	сетевое	6,5
РАЛ-1	0,02—$2\cdot10^3$	—	—	—	—	20	сетевое	
РГА-01 („Глициния")	0,1—$1\cdot10^6$	—	—	—	—	15—30	автономн. (Марс-373)	7,5
РПП-1	—	—	—	0—500 разбит на 3 поддиап.	—	10—25	автономное	—
СРП-2	—	—	—	0—2500 разбит на 3 поддиапазона	—	—	автономное	3,2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
СРП-68-01	—	—	—	0—3000, разбит на 5 поддиапазонов	—	10	автономн. (элементы 343)	3,7
ДРГ-01Т	—	—	—	Режим «Измерение» — $10—10^7$ Режим «Поиск» $10—10^8$	—	15—65	автономн. (элемент «Корунд»)	0,55
ПРИЗ-1	—	—	—	—	1—500	30	автономн. (шахтные аккумуляторы)	9
ПРИЗ-2	—	—	—	—	1—500	20	сетевое; автономн.	8,0 или 8,8

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Введение 3
2. Очередность обследования шахт 3
3. Этапы обследования шахт 5
4. Проведение предварительного обследования радиационной обстановки 6
5. Проведение детального обследования радиационной обстановки 9
6. Приборы и методы измерений 11
7. Оценка радиационной обстановки 14
8. Защитные мероприятия 18
Приложение 1. Величины и единицы 20
Приложение 2. Протокол предварительного обследования радиационной обстановки на неурановых шахтах . . . 21
Приложение 3. Протокол детального разового обследования радиационной обстановки 22
Приложение 4. Радиационно-гигиеническая характеристика рабочих мест на горном предприятии 23
Приложение 5. Методы определения объемных активностей дочерних продуктов радона и торона 24
Приложение 6. Основные технологические характеристики дозиметрических приборов 27

Редактор *В. В. Федоскина*

Заказ 3120. Тираж 500 экз. Подписано к печати 10.11.88. Бесплатно

Производственно-полиграфическое объединение № 1
Ленупрполиграфиздата. Пушкинское производство.

Отрывной лист централизованного учета эффективности внедрения

Направить в информационный вычислительный центр: Москва, Москворецкая наб., 2а

1. Методические рекомендации по обследованию и оценке радиационной обстановки на предприятиях по разведке и добыче нерадиоактивных полезных ископаемых подземным способом
2. Минздрав СССР, Зам. Министра Минздрава СССР

---

3. Результаты применения метода:

— положительные _____ количество наблюдений

— неопределенные _____

— отрицательные _____

Общее количество наблюдений _____

Наблюдения проводились с. . . . . .19. . . г. по

. . . . . 19 . . г.

Замечания и пожелания (текст):

Заполняется учреждением, применившим рекомендованный метод

Подпись

Должность, ФИО лица, заполнявшего карту

gost.e-ecolog.ru