

УДК 622.546.294

О.Г. Кременев (канд. техн. наук, ст. науч. сотр.)
Государственный Макеевский научно-исследовательский
институт по безопасности работ в горной промышленности

РАСЧЕТ ДОПУСТИМОГО УРОВНЯ ПОСТУПЛЕНИЯ ВЗВЕШЕННОЙ ПЫЛИ В ОРГАНИЗМ ГОРНЯКА

В работе описана методика расчета допустимого поступления в организм горняка промышленной пыли, взвешенной в атмосфере горных выработок, и путь автоматизации учета поступления пыли.

Ключевые слова: допустимый уровень, взвешенная пыль, рудничная атмосфера, природная радиоактивность, автоматизация контроля.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

При работе в условиях действия неблагоприятного фактора – промышленной пыли, взвешенной в атмосфере горных выработок (при этом частицы пыли имеют естественную радиоактивность), необходимо устанавливать допустимый уровень поступления пыли в организм горняка, учитывая природную радиоактивность.

Анализ исследований и публикаций. В работе [1] приведен расчет допустимых уровней радиационно-опасных факторов для горных предприятий, в т.ч. для долгоживущих естественных радионуклидов, содержащихся в частицах взвешенной пыли в воздухе горных выработок. В работе [2] приведена модель респираторного тракта человека для радиационной защиты, в которой учитывается дисперсный состав взвешенной пыли, поступающей в дыхательные пути человека. В работе [3] приведена динамическая модель задержки и вывода аэрозолей, которая позволяет дифференцировать распределение и выведение вдыхаемой пыли, отложившейся в каждом отделе респираторного тракта на часть, поступающую в органы пищеварения (желудочно-кишечный тракт), часть, остающуюся в респираторном тракте и часть, выделяемую в окружающую атмосферу при выдохе.

Постановка задачи. Настоящая статья является продолжением указанных работ. Целью данного исследования является установление возможности расчета поступления из окружающей рудничной атмосферы в организм горняка взвешенной пыли (содержащей естественные радионуклиды) с учетом ее дисперсного состава и активности и доли частиц (от общего количества на входе дыхательных пу-

тей), поступающих в отделы респираторного тракта, в желудочно-кишечный тракт и выделяемых при выдохе для расчета допустимого уровня поступления долгоживущих радионуклидов взвешенной пыли.

Изложение материала и результаты. Расчет допустимых уровней базируется на положениях, приведенных в нормах радиационной безопасности. Величина допустимого поступления в организм человека через органы дыхания ALI^{inhal} рассчитывается по формуле [4]:

$$ALI^{inhal} = \min\left(\frac{DL_E}{e_{k,d}}\right), \quad (1)$$

где DL_E – предел эффективной дозы для работников угольных шахт, $DL_E = 1$ мЗв·год⁻¹;

$e_{k,d}$ – доза на единицу ингаляционного поступления, рассчитанная для референтного возраста «Взрослый», референтного типа k и медианного по активности аэродинамического диаметра d .

Величина допустимой концентрации в воздухе PC^{inhal} рассчитывается по формуле [4]:

$$PC^{inhal} = \min\left(\frac{DL_E}{g_{k,d}}\right), \quad (2)$$

где DL_E – предел эффективной дозы для работников угольных шахт, $DL_E = 1$ мЗв·год⁻¹;

$g_{k,d}$ – доза на единицу концентрации в воздухе, рассчитанная для референтного возраста «Взрослый», референтного типа k и медианного по активности аэродинамического диаметра d .

Величина допустимого поступления через органы пищеварения ALI^{ingest} рассчитывается по формуле [4]:

$$ALI^{ingest} = \min\left(\frac{DL_E}{e_\tau}\right) \quad (3)$$

где DL_E – предел эффективной дозы для работников угольных шахт, $DL_E = 1$ мЗв·год⁻¹;

e_τ – доза на единицу перорального поступления для референтного возраста τ .

Доза на единицу концентрации (объемной) g_τ в воздухе или питьевой воде – эффективная доза внутреннего облучения, рассчитанная по формуле [5]:

$$g_\tau = e_\tau \times V_\tau, \quad (4)$$

где V_τ – референтный объем воздуха, вдыхаемого в течение одного года или референтный объем питьевой воды для индивидуумов с референтным возрастом τ .

Определение доз на единицу ингаляционного поступления для референтного типа (класса) k , медианного по активности аэродинамического диаметра d и референтного возраста τ осуществлено с помощью разработанной Международной комиссией по радиологической защите (МКРЗ) специальной компьютерной программой для расчетов ожидаемых дозовых коэффициентов (доз на единицу ингаляционного поступления для референтного типа (класса) k , медианного по активности аэродинамического диаметра $AMAD$, референтного возраста τ и перорального поступления для референтного типа (класса) k и возраста τ) [6]. На рис. 1 приведен вид окна программы для расчетов дозовых коэффициентов. Для работы с программой имеется окно «Инструкция», которая определяет порядок работы с программой.

Для выполнения расчетов в окне программы «ICRP Database of Dose Coefficients: Workers and Members of the Public» (База дозовых коэффициентов: Персонал и население) в секторе окна программы INTAKE («Поступление») необходимо выбрать радионуклид из списка, или напечатать необходимое название или обозначение радионуклида (Element или Symbol), для которого необходимо выполнить расчеты.

В секторе Subject(s) «Объект(ы)» необходимо выбрать в меню: «Adult worker» (Взрослый работник) или «Public» (Население) и в списке «Ages at intake» (Период поступления) – необходимый период. Для работников максимальный период 50 лет. Для населения выбираем необходимый для расчета возраст из списка.

В секторе «Intake Route(s)» (Путь(и) поступления) выбираем «Ingestion» (через органы пищеварения) или «Inhalation» (через органы дыхания). В списке «Aerosol size (AMAD)» (Размер аэрозоля (AMAD)) выбираем медианный по активности аэродинамический диаметр (AMAD) частиц из списка.

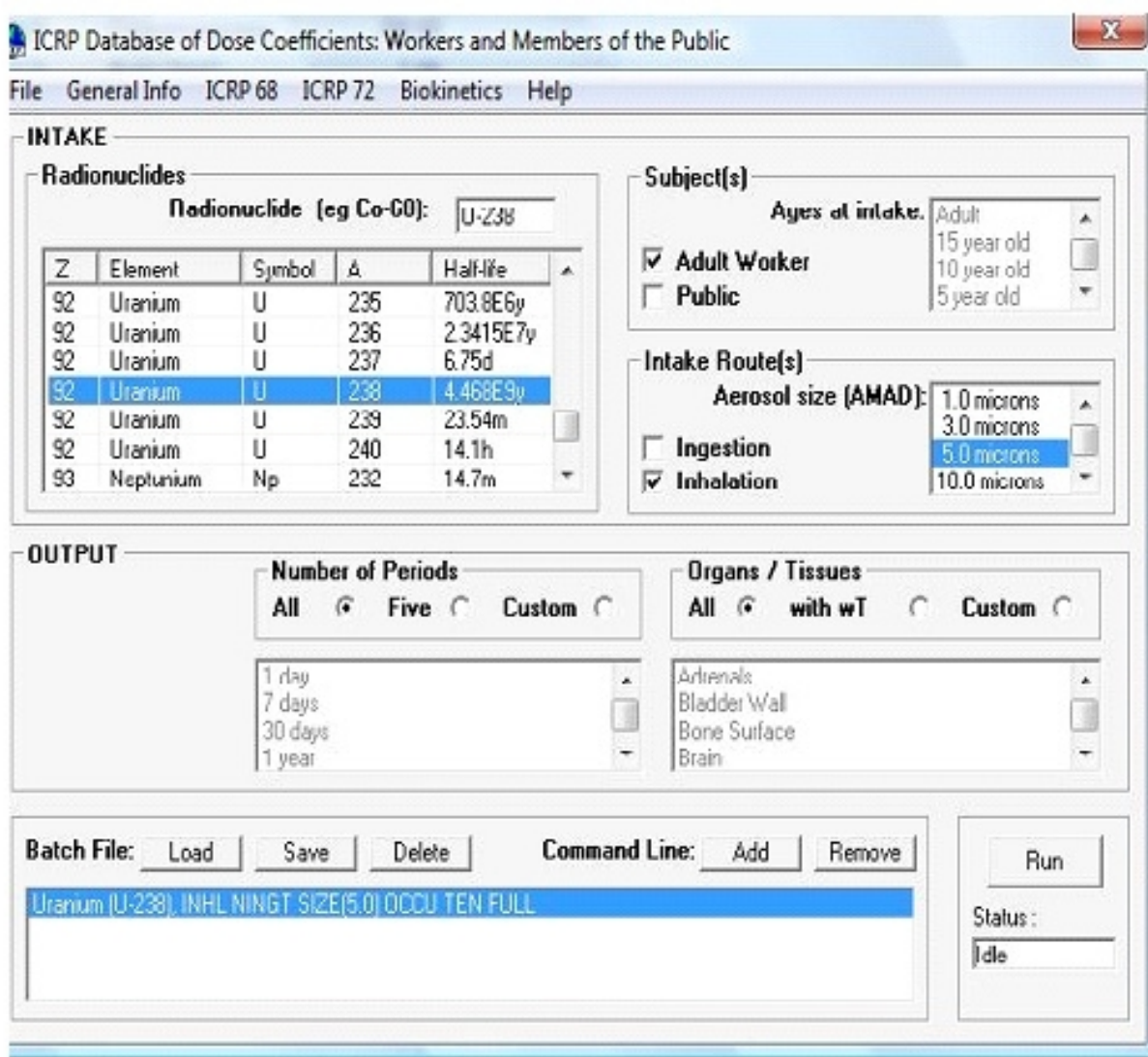


Рисунок 1 – Окно программы для вывода расчетных дозовых коэффициентов из базы данных МКРЗ

В секторе окна программы OUTPUT (Выведение) выбираем меню «Number of Periods» (Значение периода): выбирая «All» (все 10 периодов времени после поступления), «Five» (пять периодов времени после поступления) или «Custom» (заказной список) и период времени по списку, который отрывается рядом. В секторе «Organs/Tissues» (Органы/Ткани) выбираем «All» (все), «with wT» (с тканями), «Custom» (заказной список).

В нижнем секторе окна программы имеется: «Batch File:» (Командный файл:), который включает кнопки «Load» (Загрузить), «Save» (Сохранить), «Delete» (Удалить); «Command Line» (Командная строка), которая включает кнопки «Add» (Открыть), «Remove»

(Закри́ть). В нижнем правом углу окна расположена команда «Run» (Пуск), ниже которой имеется строка «Status:», в которой обозначается состояние после пуска.

С помощью этой программы определены дозовые коэффициенты для долгоживущих естественных радионуклидов ^{238}U , ^{226}Ra , ^{232}Th , которые находятся во взвешенной пыли в атмосфере угольных шахт и поступают в организм шахтера при дыхании через органы дыхания и органы пищеварения (ингаляционным и пероральным путями).

Определив дозовые коэффициенты, можно установить допустимые уровни и допустимые концентрации долгоживущих альфа-нуклидов (ДАН) в производственной пыли в зависимости от медианного по активности аэродинамического диаметра AMAD частиц пыли в атмосфере горных выработок.

Расчет допустимых уровней и допустимых концентраций ДАН урана-238 в производственной пыли в зависимости от медианного по активности аэродинамического диаметра AMAD частиц пыли, взвешенных в атмосфере горных выработок приведен в табл. 1.

Таблица 1 - Расчет допустимых уровней и допустимых концентраций ДАН урана-238

Тип вещества при ингаляции*	Предел эффективной дозы, DL_E , мЗв	Дозовый коэффициент, e_U^{inhal} , Зв·Бк ⁻¹	Допустимое годовое поступление через органы дыхания $ALI_U^{inhal} = \frac{DL_E}{e_U}$, Бк·год ⁻¹	Допустимая концентрация в воздухе $PC_U^{inhal} = \frac{ALI_U^{inhal}}{V}$, Бк·м ⁻³	Допустимая удельная активность пыли $A_{mU} = \frac{PC_U^{inhal}}{f \times 10^{-3}}$, кБк·кг ⁻¹
1	2	3	4	5	6
AMAD = 0,001 мкм					
F	1	$6,8 \cdot 10^{-7}$	$1,47 \cdot 10^3$	0,588	588/f
M	1	$6,3 \cdot 10^{-6}$	$0,158 \cdot 10^3$	0,063	63/f
S	1	$9,9 \cdot 10^{-6}$	$0,10 \cdot 10^3$	0,040	40/f
AMAD = 0,010 мкм					
F	1	$1,4 \cdot 10^{-6}$	$0,71 \cdot 10^3$	0,285	258/f
M	1	$2,4 \cdot 10^{-5}$	$0,042 \cdot 10^3$	0,017	17/f
S	1	$4,2 \cdot 10^{-5}$	$0,024 \cdot 10^3$	0,01	10/f
AMAD = 0,100 мкм					
F	1	$7,8 \cdot 10^{-7}$	$0,128 \cdot 10^3$	0,051	510/f
M	1	$7,7 \cdot 10^{-6}$	$0,129 \cdot 10^3$	0,052	52/f
S	1	$2,1 \cdot 10^{-5}$	$0,048 \cdot 10^3$	0,019	19/f

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
AMAD = 1,000 мкм					
F	1	$4,9 \cdot 10^{-7}$	$0,206 \cdot 10^4$	0,816	816/f
M	1	$2,6 \cdot 10^{-6}$	$0,384 \cdot 10^3$	0,154	154/f
S	1	$7,3 \cdot 10^{-6}$	$0,137 \cdot 10^3$	0,055	55/f
AMAD = 3,000 мкм					
F	1	$6,1 \cdot 10^{-7}$	$1,639 \cdot 10^3$	0,656	656/f
M	1	$2,2 \cdot 10^{-6}$	$0,454 \cdot 10^3$	0,182	182/f
S	1	$7,1 \cdot 10^{-6}$	$0,141 \cdot 10^3$	0,056	56/f
AMAD = 5,000 мкм					
F	1	$5,8 \cdot 10^{-7}$	$1,724 \cdot 10^3$	0,689	689/f
M	1	$1,6 \cdot 10^{-6}$	$0,625 \cdot 10^3$	0,025	25/f
S	1	$5,7 \cdot 10^{-6}$	$0,175 \cdot 10^3$	0,070	70/f
1	2	3	4	5	6
AMAD = 10,000 мкм					
F	1	$4,8 \cdot 10^{-7}$	$0,208 \cdot 10^4$	0,833	833/f
M	1	$1,1 \cdot 10^{-6}$	$0,909 \cdot 10^3$	0,363	909/f
S	1	$3,5 \cdot 10^{-6}$	$0,286 \cdot 10^3$	0,114	114/f

Примечание *

F - тип вещества пыли, откладывающейся в дыхательной системе человека и быстро переходящей в жидкость тела человека; M - тип вещества пыли, откладывающейся в дыхательной системе человека и с промежуточной скоростью переходящей в жидкость тела; S - тип вещества пыли, откладывающейся в дыхательной системе человека и медленно переходящей в жидкость тела человека; f – запыленность воздуха, $\text{мг} \cdot \text{м}^{-3}$; V – годовой объем воздуха, вдыхаемого подземным персоналом шахт, $V=2500 \text{ м}^3$.

Для предела эффективной дозы $DL_E = 1 \text{ м}^3 \cdot \text{год}^{-1}$ по результатам расчетов наименьшее значение удельной активности ДАН ряда урана в производственной пыли равно $A_{mU} = 10/f$, кБк/кг (где f – средняя за год запыленность воздуха в зоне дыхания, $\text{мг} \cdot \text{м}^{-3}$). Допустимое годовое поступление через органы дыхания $ALI_U^{inhal} = 24 \text{ Бк} \cdot \text{год}^{-1}$, допустимая концентрация в воздухе $PC_U^{inhal} = 0,01 \text{ Бк} \cdot \text{м}^{-3}$.

Расчет допустимых уровней и допустимых концентраций ДАН радия-226 в производственной пыли в зависимости от медианного по активности аэродинамического диаметра AMAD частиц пыли, взвешенных в атмосфере горных выработок приведен в табл. 2.

Таблица 2 - Расчет допустимых уровней и допустимых концентраций ДАН радия-226

Тип вещества при ингаляции*	Предел эффективной дозы, DL_E , мЗв	Дозовый коэффициент, e_{Ra}^{inhal} , Зв·Бк ⁻¹	Допустимое годовое поступление через органы дыхания $ALI_{Ra}^{inhal} = \frac{DL_E}{e_{Ra}}$, Бк·год ⁻¹	Допустимая концентрация в воздухе $PC_{Ra}^{inhal} = \frac{ALI_{Ra}^{inhal}}{V}$, Бк·м ⁻³	Допустимая удельная активность пыли $A_{mRa} = \frac{PC_{Ra}^{inhal}}{f \times 10^{-3}}$, кБк·кг ⁻¹
AMAD = 0,001 мкм					
М	1	$8,5 \cdot 10^{-6}$	$0,118 \cdot 10^3$	0,047	47/f
AMAD = 0,010 мкм					
М	1	$2,9 \cdot 10^{-5}$	$0,345 \cdot 10^2$	0,013	13/f
AMAD = 0,100 мкм					
М	1	$9,0 \cdot 10^{-6}$	$0,111 \cdot 10^3$	0,111	111/f
AMAD = 1,000 мкм					
М	1	$3,2 \cdot 10^{-6}$	$0,312 \cdot 10^3$	0,125	125/f
AMAD = 3,000 мкм					
М	1	$2,8 \cdot 10^{-6}$	$0,357 \cdot 10^3$	0,142	142/f
AMAD = 5,000 мкм					
М	1	$2,2 \cdot 10^{-6}$	$0,454 \cdot 10^3$	0,181	181/f
AMAD = 10,000 мкм					
М	1	$1,6 \cdot 10^{-6}$	$0,625 \cdot 10^3$	0,25	250/f

Примечание *

М - тип вещества пыли, откладывающейся в дыхательной системе человека и с промежуточной скоростью переходящей в жидкость тела; f – запыленность воздуха, мг·м⁻³; V – годовой объем воздуха, вдыхаемого подземным персоналом шахт, V=2500 м³.

Для предела эффективной дозы $DL_E = 1$ мЗв·год⁻¹ по результатам расчетов наименьшее значение удельной активности ДАН ряда радия A_{mRa} в производственной пыли равняется 13/f, кБк/кг (где f – средняя за год запыленность воздуха в зоне дыхания, мг·м⁻³). Допустимое годовое поступление через органы дыхания $ALI_{Ra}^{inhal} = 34,5$ Бк·год⁻¹, допустимая концентрация в воздухе $PC_{Ra}^{inhal} = 0,013$ Бк·м⁻³.

Расчет допустимых уровней и допустимых концентраций ДАН тория-232 в производственной пыли в зависимости от медианного по активности аэродинамического диаметра AMAD частиц пыли, взвешенных в атмосфере горных выработок приведен в табл. 3.

Таблица 3 - Расчет допустимых уровней и допустимых концентраций ДАН тория-232

Тип вещества при ингаляции*	Предел эффективной дозы, DL_E , мЗв	Дозовый коэффициент, e_{Th}^{inhal} , Зв·Бк ⁻¹	Допустимое годовое поступление через органы дыхания $ALI_{Th}^{inhal} = \frac{DL_E}{e_{Th}}$, Бк·год ⁻¹	Допустимая концентрация в воздухе $PC_{Th}^{inhal} = \frac{ALI_{Th}^{inhal}}{V}$, Бк·м ⁻³	Допустимая удельная активность пыли $A_{mTh} = \frac{PC_{Th}^{inhal}}{f \times 10^{-3}}$, кБк·кг ⁻¹
AMAD = 0,001 мкм					
M	1	$2,4 \cdot 10^{-5}$	$0,042 \cdot 10^3$	0,016	16/f
S	1	$1,1 \cdot 10^{-5}$	$0,091 \cdot 10^3$	0,036	36/f
AMAD = 0,010 мкм					
M	1	$1,4 \cdot 10^{-4}$	$0,071 \cdot 10^2$	0,0029	2,8/f
S	1	$8,2 \cdot 10^{-5}$	$0,012 \cdot 10^3$	0,0048	4,8/f
AMAD = 0,100 мкм					
M	1	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$0,10 \cdot 10^2$	0,0049	4,9/f
S	1	$6,3 \cdot 10^{-5}$	$0,158 \cdot 10^2$	0,0078	7,8/f
AMAD = 1,000 мкм					
M	1	$4,2 \cdot 10^{-5}$	$0,024 \cdot 10^3$	0,012	12/f
S	1	$2,3 \cdot 10^{-5}$	$0,043 \cdot 10^3$	0,021	21/f
AMAD = 3,000 мкм					
M	1	$3,7 \cdot 10^{-5}$	$0,027 \cdot 10^3$	0,013	13/f
S	1	$1,7 \cdot 10^{-5}$	$0,059 \cdot 10^3$	0,029	29/f
AMAD = 5,000 мкм					
M	1	$2,9 \cdot 10^{-5}$	$0,034 \cdot 10^3$	0,017	17/f
S	1	$1,2 \cdot 10^{-5}$	$0,083 \cdot 10^3$	0,021	21/f
AMAD = 10,000 мкм					
M	1	$1,8 \cdot 10^{-5}$	$0,108 \cdot 10^3$	0,027	27/f
S	1	$8,6 \cdot 10^{-6}$	$0,123 \cdot 10^3$	0,060	60/f

Примечание *

M - тип вещества пыли, откладывающейся в дыхательной системе человека и с промежуточной скоростью переходящей в жидкость тела человека; S - тип вещества пыли, откладывающейся в дыхательной системе человека и медленно переходящей в жидкость тела человека; f – запыленность воздуха, мг·м⁻³; V – годовой объем воздуха, вдыхаемого подземным персоналом шахт, V=2500 м³.

Для предела эффективной дозы $DL_E = 1$ мЗв·год⁻¹ по результатам расчетов наименьшее значение удельной активности ДАН ряда тория A_{mTh} в производственной пыли равняется 2,8/f, кБк/кг (где f – средняя за год запыленность воздуха в зоне дыхания, мг·м⁻³). Допустимое го-

довое поступление через органы дыхания $ALI_{Th}^{inhal} = 7,1 \text{ Бк}\cdot\text{год}^{-1}$, допустимая концентрация в воздухе $PC_{Th}^{inhal} = 0,0029 \text{ Бк}\cdot\text{м}^{-3}$.

Расчет допустимого годового поступления через органы пищеварения ДАН урана-238 в производственной пыли, взвешенной в атмосфере горных выработок приведен в табл. 4.

Таблица 4 - Расчет допустимого годового поступления через органы пищеварения ДАН урана-238

Тип вещества при поступлении через органы пищеварения*	Предел эффективной дозы, DLE , мЗв	Дозовый коэффициент, e_U^{ingest} , Зв·Бк ⁻¹	Допустимое годовое поступление через органы пищеварения $ALI_U^{ingest} = \frac{DLE}{e_U^{ingest}}$ Бк·год ⁻¹
F, f1 = 0,02	1	$4,4 * 10^{-8}$	$0,227 * 10^5$
M, f1 = 0,002	1	$7,6 * 10^{-9}$	$0,13 * 10^6$

Примечание *

F - тип вещества пыли, которая быстро растворяется; M - тип вещества пыли, растворяющейся с промежуточной скоростью; f1 – фактор поглощения в кишечнике.

Для предела эффективной дозы $DLE = 1 \text{ мЗв}\cdot\text{год}^{-1}$ допустимое годовое поступление через органы пищеварения ДАН урана-238 в производственной пыли, взвешенной в атмосфере горных выработок составляет величину $ALI_U^{ingest} = 0,227 * 10^5 \text{ Бк}\cdot\text{год}^{-1}$.

Расчет допустимого годового поступления через органы пищеварения ДАН радия-226 в производственной пыли, взвешенной в атмосфере горных выработок приведен в табл. 5.

Таблица 5 - Расчет допустимого годового поступления через органы пищеварения ДАН радия-226

Тип вещества при поступлении через органы пищеварения *	Предел эффективной дозы, DLE , мЗв	Дозовый коэффициент, e_{Ra}^{ingest} , Зв·Бк ⁻¹	Допустимое годовое поступление через органы пищеварения, $ALI_{Ra}^{ingest} = \frac{DLE}{e_{Ra}^{ingest}}$, Бк·год ⁻¹
M, f1 = 0,2	1	$2,8 * 10^{-7}$	$0,35 * 10^4$

Примечание *

M - тип вещества пыли, растворяющейся с промежуточной скоростью; f1 – фактор поглощения в кишечнике.

Для предела эффективной дозы $DL_E = 1$ мЗв·год⁻¹ допустимое годовое поступление через органы пищеварения ДАН радия-226 в производственной пыли, взвешенной в атмосфере горных выработок составляет величину $ALI_{Ra}^{ingest} = 0,35 * 10^4$ Бк·год⁻¹.

Расчет допустимого годового поступления через органы пищеварения ДАН тория-232 в производственной пыли, взвешенной в атмосфере горных выработок приведен в табл. 6.

Таблица 6 - Расчет допустимого годового поступления через органы пищеварения ДАН тория-232

Тип вещества при поступлении через органы пищеварения *	Предел эффективной дозы, DL_E , мЗв	Дозовый коэффициент, e_{Th}^{ingest} , Зв·Бк ⁻¹	Допустимое годовое поступление через органы пищеварения, $ALI_{Th}^{ingest} = \frac{DL_E}{e_{Th}^{ingest}}$, Бк·год ⁻¹
М, f1 = 0,0005	1	$2,82 * 10^{-7}$	$0,35 * 10^4$

Примечание *

М - тип вещества пыли, растворяющейся с промежуточной скоростью; f1 – фактор поглощения в кишечнике.

Для предела эффективной дозы $DL_E = 1$ мЗв·год⁻¹ допустимое годовое поступление через органы пищеварения ДАН тория-232 в производственной пыли, взвешенной в атмосфере горных выработок составляет величину $ALI_{Th}^{ingest} = 0,35 * 10^4$ Бк·год⁻¹.

Выводы и направления дальнейших исследований. Полученные допустимые уровни позволяют контролировать дозу облучения от долгоживущих естественных радионуклидов, находящихся во взвешенном состоянии в рудничной атмосфере. В соответствии с [1, 5] доза облучения определяется концентрацией взвешенной пыли и временем, в течении которого человек дышит запыленным воздухом. В настоящее время существуют автоматизированные системы позиционирования персонала в угольных шахтах, например, [7], позволяющие устанавливать время нахождения человека в определенных зонах. С помощью таких систем можно автоматизировать процесс установления суммарного времени нахождения горняка в шахте в разных зонах как в течении смены, так и за любой другой период времени (например, год). При известных концентрации взвешенной пыли и

удельной активности естественных радионуклидов в контролируемых зонах можно вести текущий контроль облучения от долгоживущих естественных радионуклидов в этих зонах не допуская превышения установленных допустимых уровней.

В дальнейшем планируется провести экспериментальные исследования по автоматизации учета доз облучения работников угольных шахт на базе аппаратуры позиционирования персонала и подвижного оборудования для горных предприятий АППО, разработанной ООО «Промсвязьинформ» и устанавливаемой на шахтах Донбасса.

Список литературы

1. Ковалевский Л.И. Расчет допустимых уровней радиационно-опасных факторов для горных предприятий / Л.И. Ковалевский // Ядерная и радиационная безопасность. – 2000. – №1 (январь-март). – С.91-95.
2. ICRP Publication 66. Human Respiratory Tract Model for Radiological Protection. – Annals of the ICRP, volume 24. Nos 1-3, 1994. – Pergamon. – ISSN 0146-6453 (Публикация 66 МКРЗ. Модель респираторного тракта человека для радиационной защиты).
3. Голутвина М.М. Контроль за поступлением радиоактивных веществ в организм человека и их содержанием / [М. Голутвина, Ю. Абрамов]; под ред. Л.А. Булдакова. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 176 с.: ил., табл. – Библиогр.: с.169-172. – ISBN 5-283-02983-2.
4. Нормы радиационной безопасности Украины (НРБУ-97); Государственные гигиенические нормативы: ГГН 6.6.1.-6.5.001-98 / Министерство здравоохранения Украины. – Офиц. изд. – К.: Отдел полиграфии Украинского центра Госсанэпиднадзора Министерства здравоохранения Украины, 1998. –VI, 135 с.: ил., табл. – (Нормативный документ Минздрава Украины. Нормы). – Библиогр.: с.52-54.
5. Вопросы дозиметрии и радиационная безопасность на атомных электрических станциях: учебное пособие / [Алексеев А.А., Бадковский В.П., Гарин Е.В. и др.]; под ред. А.В. Носовского. – Славутич: Укратомиздат, 1988. – 402 с.: ил., табл. – Библиогр.: с.399-401. – ISBN 966-95513-0-7.
6. База дозовых коэффициентов: Персонал и население [Электронный ресурс]. – ICRP Database of Dose Coefficients: Workers and Members of the Public, Version 3.0, 2011. – Режим доступа к базе: <http://www.icrp.org>. – Название с экрана.
7. Система позиционирования горнорабочих и транспорта СПГТ-41 [Электронный ресурс]. – ООО Уральские Технологические Интеллектуальные Системы: ООО «Ингортех». – Режим доступа к базе: <http://www.uraltaxis.ru/prod/2224>. – Название с экрана.

Стаття надійшла до редакції 19.10.2013

О.Г. Кременев. Державний Макіївський науково-дослідний інститут з безпеки робіт в гірничій промисловості

Розрахунок допустимого рівня надходження завислого пилу в організм гірника

В роботі описана методика розрахунку допустимого надходження в організм гірника промислового пилу, завислого в атмосфері гірничих виробок, і шлях автоматизації обліку надходження пилу.

Ключові слова: допустимий рівень, завислий пил, рудникова атмосфера, природна радіоактивність, автоматизація контролю.

O. Kremenev. Makiivka Research Institute on Safety of Works in Mining Industry
Calculation of the Allowable Level of Suspended Dust Intake by a Miner's Organism

The article describes a method of calculating the allowable intake of suspended dust by a miner's organism and a way of dust accounting automation. When calculating the allowable level we used dose coefficients for radionuclides intake by inhalation and ingestion. Dose coefficients of radionuclides are recommended by the International Commission on Radiation Protection. Also we used a human respiratory tract model for radiation protection and a human digestive tract model for radiological protection in calculating the permissible level of long-living radionuclides for a certain period of time (for example, year).

Keywords: permissible level, suspended dust, mine atmosphere, natural radioactivity, automation control.