ООО «Учебный центр»

УТВЕРЖДАЮ:
Директор

_____ И.И.Иванов
(подпись)
21 января 2020 года

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА

ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

«Радиационная безопасность при работе с источниками ионизирующего излучения (персонал группы А)»

Город, 2020

NEKWEYL ОБРАЗЕЦ

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Пояснительная записка	3
2.	Планируемые результаты освоения программы	5
3.	Организационно-педагогические условия	7
4.	Учебный план	10
5.	Рабочая программа	11
6.	Календарный учебный график	23
7.	Оценочные материалы	25
8.	Перечень профессиональных компетенций	27
9.	Список литературы	28

NEKWEYL ОБРАЗЕЦ

УЧЕБНЫЙ ПЛАН

дополнительной профессиональной программы повышения квалификации
«Радиационная безопасность при работе с
источниками ионизирующего излучения (персонал группы А)».

Категория обучающихся - руководители и специалисты предприятий и организаций, ответственные за радиационную безопасность, за производственный радиационный контроль, радиометристы и дозиметристы, а также персонал группы А, занятый на работах с применением радиоактивных веществ, материалов, отходов.

Форма обучения: заочная, с применением дистанционных образовательных технологий и/или электронного обучения.

Количество академических часов 72.
Срок обучения – 9 рабочих дней.

№ п/п	Наименование предметов	Количество часов			Форма контроля
		всего	в том числе		
			теория	СРС*	
1.	Ионизирующее излучение	16	2	14	промежуточная аттестация (зачет в форме тестирования на портале дистанционного обучения)
2.	Нормирование дозовой нагрузки на человека	12	2	10	промежуточная аттестация (зачет в форме тестирования на портале дистанционного обучения)
3.	Облучение персонала	12	2	10	промежуточная аттестация (зачет в форме тестирования на портале дистанционного обучения)
4.	Облучение населения	12	2	10	промежуточная аттестация (зачет в форме тестирования на портале дистанционного обучения)
5.	Радиоактивные отходы	16	2	14	промежуточная аттестация (зачет в форме тестирования на портале дистанционного обучения)

	Итоговая аттестация	4	-	4	экзамен в форме тестирования на портале дистанционного обучения
	ИТОГО:	**72**	**10**	**62**	

СРС* - самостоятельная работа слушателей на портале дистанционного обучения

Формы аттестации:
промежуточная – зачет (тестирование в системе дистанционного обучения);
итоговая – экзамен (тестирование в системе дистанционного обучения).

NEKWEYL ОБРАЗЕЦ

NEKWEYL ОБРАЗЕЦ
ОБРАЗЕЦ NEKWEYL
NEKWEYL ОБРАЗЕЦ
ОБРАЗЕЦ NEKWEYL
NEKWEYL ОБРАЗЕЦ
ОБРАЗЕЦ NEKWEYL

ЛЕКЦИИ
по курсу повышения квалификации

«Радиационная безопасность при работе с источниками ионизирующего излучения (персонал группы А)»

СОДЕРЖАНИЕ

NEKWEYL ОБРАЗЕЦ

СОДЕРЖАНИЕ 2
1.Ионизирующее излучение 4
1.1. Задачи дозиметрии и поглощенная доза 6
1.2. Определение поглощенной дозы для гамма-излучения 9
1.3. Биологическое действие излучения 11
1.4. Дозовые коэффициенты 13
1.5. Свойства некоторых применяемых дозиметров 17
2.Нормирование дозовой нагрузки на человека 43
2.1. Основные положения НРБ-99/2009 43
2.2. Повышенное облучение персонала 47
2.3. Нормирование облучения природными источниками 47
2.4. Радиационная безопасность населения 51
2.5. Радиационный контроль 52
3.Облучение персонала 55
3.1. НРБ-99/2009 и ОСПОРБ-99/2010 как основные нормативные документы для персонала 55
3.2. Деление радиационных объектов на категории 56
3.3. Обязанности администрации организации, в которой проводятся работы с источниками ионизирующего излучения 60
3.4. Обязанности персонала организации, в которой проводятся работы с источниками ионизирующего излучения 62
3.5. Работа с закрытыми источниками излучения 65
3.6. Группы радиационной опасности и классы лабораторий 68
3.7. Радиационный контроль в лаборатории и его задачи 72
3.8. Оборудование лабораторий для работы с источниками излучений 73
3.9. Дозиметрия в лаборатории 74
3.10. Определение объемной активности в лаборатории 75
4.Облучение населения 93
4.1. Задачи по ограничению облучения населения 93
4.2. Ограничение природного облучения 95
4.3. Требования к питьевой воде 97
4.4. Ограничение медицинского облучения и защита пациента 102

4.5. Защита населения при радиационной аварии 106
5.Радиоактивные отходы 108
5.1. Нормативные документы по обращению с радиоактивными отходами 108
5.2. Классификация радиоактивных отходов 114
5.3. Основные стадии обращения с радиоактивными отходами 127
5.4. Транспортирование радиоактивных отходов 136
5.5. Кондиционирование радиоактивных отходов 141
5.6. Временное и окончательное захоронение 149
5.7. Радиационный контроль при обращении с радиоактивными отходами 150
Список использованной литературы 158

NEKWEYL ОБРАЗЕЦ
ОБРАЗЕЦ NEKWEYL
NEKWEYL ОБРАЗЕЦ
ОБРАЗЕЦ NEKWEYL

1.Ионизирующее излучение

Источник радионуклидный закрытый - источник излучения, устройство которого исключает поступление содержащихся в нем радионуклидов в окружающую среду в условиях применения и износа, на которые он рассчитан. Основную проблему представляют источники открытые. Их делят на две группы: природные и техногенные.

В табл. 1 представлены основные источники облучения человека: космическое излучение, калий-40, ряды урана-238 и тория-232. Здесь отсутствует ряд урана-235, поскольку его содержание в естественном уране составляет примерно 0,72% и его вклад в облучение невелик. Кроме того, разделено внешнее и внутреннее облучение.

Таблица 1. Радиационный фон

Источники облучения	Годовая доза, мкЗв/год		
	Внешнее облучение	Внутреннее облучение	Суммарно
Космическое излучение	300	15	315
Калий-40	120	180	300
Ряд урана-238	90	1150	1240
Ряд тория-232	140	230	370
Сумма	650	1575	≈2200

Из табл. 1 видно, что три источника облучения дают примерно одинаковый вклад в радиационный фон, а четвертый источник – ряд урана-238 дает примерно половину общего радиационного фона. Следует отметить, что значения радиационного фона усреднено по различным районам Земли и являются средними, причем эта средняя величина может немного изменяться в зависимости от метода определения. Различные исследователи дают среднюю величину между 2,1 и 2,5 мЗв/год. В дальнейшем величина 2,2 мЗв в год будет сравниваться с основным пределом доз для населения – 1 мЗв в год, которое приведено в разделе 3, и уровнем облучения населения, которое будет приведено ниже в разделе 5. Сравнение этих величин необходимо для оценки радиационной безопасности населения.

Примерно половина радиационного фона приходится на ряд урана- 238, который приведен в табл. 2.

ОБРАЗЕЦ NEKWEYL

Таблица 2. Ряд урана-238

№	Радионуклид	$T_{1/2}$	Вид распада	Энергия частиц, МэВ	Выход, %
1	^{238}U (уран I)	$4,468*10^9$ л.	α,γ	4,20	77
2	^{234}Th (уран X_1)	24,1 сут.	β,γ	0,193	55
3	$^{234}Pa^*$ (уран X_2)	1,17 мин.	β,γ	2,32	80
4	^{234}U (уран II)	$2,455*10^5$ л.	α,γ	4,773	72
5	^{230}Th (ионий)	$7,54*10^4$ л.	α,γ	4,684	76
6	^{226}Ra (радий)	1600 л.	α,γ	4,784	94,3
7	^{222}Rn (радон)	3,825 сут.	α	5,489	100
8	$^{218}Po^*$ (радий А)	3,05 мин.	α(β –0,02%)	6,002	~100
9	^{214}Pb (радий В)	26,8 мин.	β,γ	0,980 (макс.)	-
10	$^{214}Bi^*$ (радий С)	19,9 мин.	β,γ α-0,02%	0,600 (макс.) 5,51 (макс.)	-
11	^{214}Po (радий С´)	164 мкс.	α,γ	7,687 (макс.)	-
12	^{210}Pb (радий D)	22,3 л.	β,γ	0,061 (макс.)	-
13	$^{210}Bi^*$ (радий Е)	5,013 сут.	β α(0,0013%)	1,161 4,686	~100
14	^{210}Po (радий F)	138,4 сут.	α	5,305	100
15	^{206}Pb (радий G)	Стаб.			

Причина повышенного вклада ряда урана-238 связана с образованием радона-222 с периодом полураспада 3,825 сут, продукты распада которого короткоживущие радионуклиды. Радионуклиды – аналоги: торон-224 (55,6 с) и актинон-219 (3,96 с) являются короткоживущими и не вносят существенный вклад в радиационный фон. Вклад радона-222 приходится учитывать при оценки радиационной обстановки на местности и при использовании строительных материалов и в капитальном строительстве, а также при обращении с радиоактивными отходами.

Изменение природного радиационного фона и превращение его в «техногенный» является закономерным результатомдеятельности человека, своеобразной «платой за цивилизацию». Инженер-радиохимик должен понимать, какие действия человека приводят к росту радиационного фона и насколько оправдана в каждом таком случае «плата за цивилизацию».

В 1928 г. для обобщения накопленного опыта была создана Международная Комиссия по радиологической защите (МКРЗ, International Commission on Radiological Protection,

ICRP). Она издает публикации, в которых формулирует основные требования по радиационной защите. В Публикации 26 сформулированы цели радиационой защиты: «…обеспечить защиту от ионизирующего излучения отдельных лиц, их потомства и человечества в целом, и в то же время создать соответствующие условия для необходимой практической деятельности человека, во время которой люди могут подвергаться воздействию ионизирующего излучения».

В 1955 г. Генеральная Ассамблея ООН создала Научный комитет по действию атомной радиации (НКДАР ООН, United Nations Scientic Committee on the Effects of Atomic Radiation, UNSEAR). В задачи НКДАР входит проведение оценки и подготовка научных докладов об уровне и последствиях воздействия радиации на здоровье человека и окружающую среду. Доклады НКДАР признаются международным сообществом в качестве достоверного и всеобъемлющего источника информации и широко используются для оценки рисков и принятия мер по защите от воздействия радиоактивного излучения. За время работы Комитет подготовил 17 научных докладов. Тексты докладов (на английском языке) доступны в сети Интернет. НКДАР выпускает в среднем раз в пять лет научные отчеты, в которых обобщает все известные и новые данные о действии атомной радиации на человека и окружающую среду.

Первоначально в состав НКДАР входили 15 государств-членов ООН: Аргентина, Австралия, Бельгия, Бразилия, Великобритания, Египет, Индия, Канада, Мексика, СССР, США, Франция, Чехословакия, Швеция и Япония. Впоследствии состав НКДАР расширялся: в 1973 году членами НКДАР стали Германия, Индонезия, Перу, Польша и Судан, в 1986 году – Китай. В декабре 2011 года Генеральная Ассамблея ООН приняла резолюцию, в которой пригласила вступить в члены НКДАР еще шесть стран – Беларусь, Испанию, Пакистан, Финляндию, Южную Корею и Украину.

Радиационная безопасность персонала, населения и окружающей среды считается обеспеченной, если соблюдаются основные принципы радиационной безопасности (обоснование, оптимизация, нормирование) и требования радиационной защиты, установленные Федеральным законом от 09.01.1996 N 3-ФЗ "О радиационной безопасности населения", НРБ- 99/2009 и действующими санитарными правилами ОСПОРБ-99/2010 и др.).

1.1. Задачи дозиметрии и поглощенная доза

Воздействие ионизирующего излучения на человека и среду изучается в дозиметрии. Из-за многообразия протекающих процессов различают шесть основных видов доз:

поглощенная, экспозиционная, эквивалентная, эффективная, коллективная и керма. При этом следует различать внешнее и внутреннее облучение. Различают также и методы регистрации, и используемые радиометры.

Основной характеристикой воздействия излучения на материалы, в том числе и на человека является поглощенная доза. Поглощенная доза D определяется отношением поглощенной энергии ионизирующего излучения к массе поглощающего вещества и равна отношению средней энергии dE, переданной ионизирующим излучением веществу в элементарном объеме, к массе dm вещества в этом объеме:

$$D = dE/dm \qquad (1)$$

Единицы измерения грей и рад. В системе СИ единицей поглощенной дозы является грей, названный в честь английского физика Луи Гарольда Грея (1905-1965). При дозе в 1 Гр в 1кг любого вещества поглощается энергия в 1 Дж, т.е 1 Гр = 1 Дж/кг. Единица дозы в 1 рад (международное: *rad*, от англ. *radiation absorbed dose*) была введена в 1918 г. В 1953 г. было принято, что при дозе в 1 рад в 1 г вещества поглощается энергия в 100 эрг. Так как 1 Дж = 107 эрг, тогда 1 Гр = 100 рад.

Поглощенная доза от альфа- и бета-излучения определяются напрямую с учетом эффективности регистрации и используется для расчета эквивалентной и эффективной доз. Кроме того, широко применяется расчет поглощенной дозы по результатам определения содержания радионуклидов в воздухе рабочих помещений и окружающей среде. Детекторы – газоразрядные счетчики Гейгера, сцинтилляционные детекторы и полупроводниковые альфа-спектрометры. Для гамма- излучения возможен только расчет.

Наиболее важный источник внешнего облучения человека – фотоны большой энергии. Измерения проводятся на уровне 1 м по высоте, где находятся самые важные органы человека. Так как они защищены мягкими тканями, то радиометр предварительно экранируют от бета- излучения алюминиевым фильтром толщиной в 1 мм. Выбор детектора определяется поставленными задачами. При этом надо учитывать ход с «жесткостью», т.е. зависимость эффективности регистрации детектором от энергии фотона. Некоторые данные по ходу с «жесткостью» представлены в табл. 3.

ОБРАЗЕЦ NEKWEYL

Тест по курсу
«Радиационная безопасность при работе с
источниками ионизирующего излучения
(персонал группы А)»

РАЗДЕЛ 1. Ионизирующее излучение

Вопрос 1. На какие группы делятся открытые радионуклидные источники?

Варианты ответов:
1. открытые и полуоткрытые
2. большие и малые
3. вредные и полезные
4. естественные и искусственные
5. природные и техногенные

Вопрос 2. Какой из перечисленных источников дает примерно половину общего радиационного фона?

Варианты ответов:
1. ряд урана-238
2. ряд урана-232
3. калий-40
4. космическое излучение

Вопрос 3. Какая наука изучает воздействие ионизирующего излучения на человека и среду?

Варианты ответов:
1. рентгенология
2. ядерная физика
3. дозиметрия

Вопрос 4. Основной характеристикой воздействия излучения на материалы, в том числе и на человека является…

Варианты ответов:
1. поглощенная энергия ионизирующего излучения
2. поглощенная доза
3. масса поглощающего вещества
4. гамма-излучение

Вопрос 5. Какой источник внешнего облучения человека является ниболее важным?

Варианты ответов:

1. бета-излучение
2. фотоны большой энергии
3. эффективная доза

ОБРАЗЕЦ NEKWEYL

Презентация по курсу лекций «Радиационная безопасность при работе с источниками ионизирующего излучения (персонал группы А)







ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

ТЕМА 1

NEKWEYL ОБРАЗЕЦ

Биологическое действие излучения

Амбиентный эквивалент дозы H*(d) — эквивалент дозы, который был создан в шаровом фантоме МКРЕ (международной комиссии по радиационным единицам) на глубине d (мм) от поверхности по диаметру, параллельному направлению излучения, в поле излучения, идентичном рассматриваемому по составу, флюенсу и энергетическому распределению, но мононаправленном и однородном, то есть амбиентный эквивалент дозы H*(d) — это доза, которую получил бы человек, если бы он находился на месте, где проводится измерение. Единица амбиентного эквивалента дозы — зиверт (Зв).

Эффекты облучения детерминированные - клинически выявляемые вредные биологические эффекты, вызванные ионизирующим излучением, в отношении которых предполагается существование порога, ниже которого эффект отсутствует, а выше - тяжесть эффекта зависит от дозы.

Эффекты облучения стохастические - вредные биологические эффекты, вызванные ионизирующим излучением, не имеющие дозового порога возникновения, вероятность возникновения которых пропорциональна дозе и для которых тяжесть проявления не зависит от дозы.

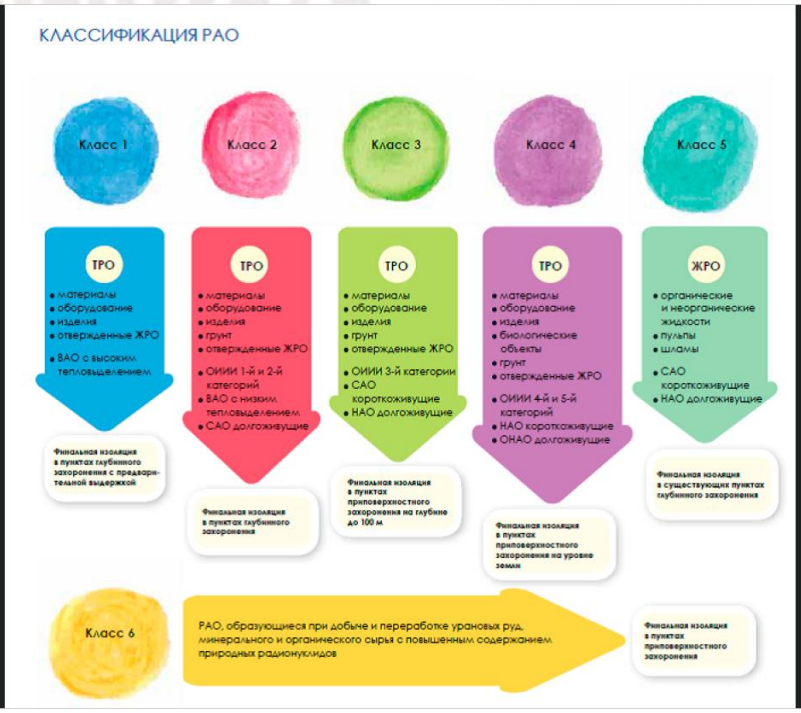
ОБРАЗЕЦ NEKWEYL

Свойства некоторых применяемых дозиметров

Дозиметры ТЕРРА — это недорогие приборы, которые используются в целях контроля радиационной чистоты помещений, предметов быта, одежды, транспортных средств, поверхности почвы, а также для оценки радиационного загрязнения продуктов питания и денежных купюр (соответствует требованиям инструкции ЦБ РФ от 04.12.2007 № 131-И). Дозиметр МКС-05 ТЕРРА-П относится к классу бытовых изделий и не является средством для официальных измерений; модели МКС-05 ТЕРРА и ТЕРРА Bluetooth относится к классу профессиональных измерительных приборов. Дозиметры ТЕРРА изготавливаются в соответствии с требованиями ТУ 4362-050-31867313-2009 и ТУ 4362-049-31867313-2005.



NEKWEYL ОБРАЗЕЦ



ОБРАЗЕЦ NEKWEYL