

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

Одобрено на заседании
Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ
Протокол от 24.04.2023 № 23.4

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
словарь терминов
по учебным дисциплинам**

название дисциплины

для студентов специальности/направления подготовки

03.03.02 Физика

Шифр, название специальности/направления подготовки

специализации/профиля

Ядерно-физические технологии в медицине

Шифр, название специализации/профиля

Форма обучения: **очная**

г. Обнинск 2023 г.

1. **Авария радиационная проектная** - авария, для которой проектом определены исходные и конечные состояния радиационной обстановки и предусмотрены системы безопасности.

2. **Активность (А)** - мера радиоактивности какого-либо количества радионуклида, находящегося в данном энергетическом состоянии в данный момент времени:

$$A = dN/dt,$$

где dN - ожидаемое число спонтанных ядерных превращений из данного энергетического состояния, происходящих за промежуток времени dt. Единицей активности является беккерель (Бк).

Используемая ранее внесистемная единица активности кюри (Ки) составляет $3,7 \times 10^{10}$ Бк.

3. **Активность минимально значимая (МЗА)** - активность открытого источника ионизирующего излучения в помещении или на рабочем месте, при превышении которой требуется разрешение органов госсанэпиднадзора на использование этих источников, если при этом также превышено значение минимально значимой удельной активности.

4. **Активность минимально значимая удельная (МЗУА)** - удельная активность открытого источника ионизирующего излучения в помещении или на рабочем месте, при превышении которой требуется разрешение органов госсанэпиднадзора на использование этого источника, если при этом также превышено значение минимально значимой активности.

5. **Активность удельная (объемная)** - отношение активности А радионуклида в веществе к массе m (объему V) вещества:

$$A_m = A/m - \text{активность удельная,}$$

$$A_v = A/V - \text{активность объемная}$$

Единица удельной активности - беккерель на килограмм, Бк/кг.

Единица объемной активности - беккерель на метр кубический, Бк/м³.

6. **Активность эквивалентная равновесная объемная (ЭРОА) дочерних продуктов изотопов радона** - ²²²Rn и ²²⁰Rn - взвешенная сумма объемных активностей короткоживущих дочерних изотопов радона - ²¹⁸Po (RaA); ²¹⁴Pb (RaB); ²¹⁴Bi (RaC); ²¹²Pb (ThB); ²¹²Bi (ThC) соответственно:

$$(ЭРОА)_{Rn} = 0,10 A_{RaA} + 0,52 A_{RaB} + 0,38 A_{RaC} - \text{для } ^{222}\text{Rn}$$

$$(ЭРОА)_{Tn} = 0,91 A_{ThB} + 0,09 A_{ThC} - \text{для } ^{220}\text{Rn}$$

где A_i - объемные активности дочерних продуктов изотопов радона.

7. **Вещество радиоактивное** - вещество в любом агрегатном состоянии, содержащее радионуклиды с активностью, на которые распространяются требования настоящих Норм и Правил.

8. **Взвешивающие коэффициенты для отдельных видов излучения при расчете эквивалентной дозы (W_R)** - используемые в радиационной защите множители поглощенной дозы, учитывающие относительную эффективность различных видов излучения в индуцировании биологических эффектов

| | |
|---|----|
| Фотоны любых энергий | 1 |
| Электроны и мюоны любых энергий | 1 |
| Нейтроны с энергией менее 10 кэВ | 5 |
| от 10 кэВ до 100 кэВ | 10 |
| от 100 кэВ до 2 МэВ | 20 |
| от 2 МэВ до 20 МэВ | 10 |
| более 20 МэВ | 5 |
| Протоны с энергией более 2 МэВ, кроме протонов отдачи | 5 |
| Альфа-частицы, осколки деления, тяжелые ядра | 20 |

Примечание: Все значения относятся к излучению, падающему на тело, а в случае внутреннего облучения - испускаемому при ядерном превращении.

9. **Взвешивающие коэффициенты для тканей и органов при расчете эффективной дозы (W_T)** - множители эквивалентной дозы в органах и тканях, используемые в радиационной защите для учета различной чувствительности разных органов и тканей в возникновении

стохастических эффектов радиации:

| | |
|-----------------------------|-------|
| Гонады | 0,20 |
| Костный мозг (красный) | 0,12 |
| Толстый кишечник | 0,12 |
| Легкие | 0,12 |
| Желудок | 0,12 |
| Мочевой пузырь | 0,05 |
| Грудная железа | 0,05 |
| Печень | 0,05 |
| Пищевод | 0,05 |
| Щитовидная железа | 0,05 |
| Кожа | 0,01 |
| Клетки костных поверхностей | 0,01 |
| Остальное | 0,05* |

* При расчетах учитывать, что "Остальное" включает надпочечники, головной мозг, экстрагортальный отдел органов дыхания, тонкий кишечник, почки, мышечную ткань, поджелудочную железу, селезенку, вилочковую железу и матку. В тех исключительных случаях, когда один из перечисленных органов или тканей получает эквивалентную дозу, превышающую самую большую дозу, полученную любым из двенадцати органов или тканей, для которых определены взвешивающие коэффициенты, следует приписать этому органу или ткани взвешивающий коэффициент, равный 0,025, а оставшимся органам или тканям из рубрики "Остальное" приписать суммарный коэффициент, равный 0,025.

10. **Вмешательство** - действие, направленное на снижение вероятности облучения, либо дозы или неблагоприятных последствий облучения.

11. **Группа критическая** - группа лиц из населения (не менее 10 человек), однородная по одному или нескольким признакам - полу, возрасту, социальным или профессиональным условиям, месту проживания, рациону питания, которая подвергается наибольшему радиационному воздействию по данному пути облучения от данного источника излучения.

12. **Дезактивация** - удаление или снижение радиоактивного загрязнения с какой-либо поверхности или из какой-либо среды.

13. **Доза поглощенная (D)** - величина энергии ионизирующего излучения, переданная веществу:

$$D = d\bar{e} / d_m, \text{ где}$$

$d\bar{e}$ - средняя энергия, переданная ионизирующим излучением веществу, находящемуся в элементарном объеме,

d_m - масса вещества в этом объеме.

Энергия может быть усреднена по любому определенному объему, и в этом случае средняя доза будет равна полной энергии, переданной объему, деленной на массу этого объема. В единицах СИ поглощенная доза измеряется в джоулях, деленных на килограмм ($\text{Дж} \cdot \text{кг}^{-1}$), и имеет специальное название - грей (Гр). Используемая ранее внесистемная единица **рад** равна 0,01 Гр.

14. **Доза в органе или ткани (D_t)** - средняя поглощенная доза в определенном органе или ткани человеческого тела:

$$D_t = \left(\frac{1}{m_t} \right) \cdot \int_{m_t} D \cdot d_m$$

где m_t - масса органа или ткани, а D - поглощенная доза в элементе массы d_m .

15. **Доза эквивалентная (H_{T,R})** - поглощенная доза в органе или ткани, умноженная на соответствующий взвешивающий коэффициент для данного вида излучения, W_R :

$$H_{T,R} = W_R \times D_{T,R},$$

где $D_{T,R}$ - средняя поглощенная доза в органе или ткани T , а W_R - взвешивающий коэффициент для излучения R .

При воздействии различных видов излучения с различными взвешивающими коэффициентами **эквивалентная доза определяется как сумма эквивалентных доз для этих видов излучения.**

$$H_t = \sum_R H_{T,R}$$

Единицей эквивалентной дозы является зиверт (Зв).

16. Доза эффективная (Е) - величина, используемая как мера риска возникновения отдаленных последствий облучения всего тела человека и отдельных его органов и тканей с учетом их радиочувствительности. Она представляет сумму произведений эквивалентной дозы в органах и тканях на соответствующие взвешивающие коэффициенты:

$$E = \sum_t W_T \cdot H_T$$

где H_T - эквивалентная доза в органе или ткани T , а W_T - взвешивающий коэффициент для органа или ткани T .

Единица эффективной дозы - зиверт (Зв).

17. Доза эквивалентная $\{H_T(\tau)\}$ или эффективная $\{E(\tau)\}$ ожидаемая при внутреннем облучении - доза за время τ , прошедшее после поступления радиоактивных веществ в организм:

$$H_{T(\tau)} = \int_{t_0}^{t_0+\tau} H_T(t) dt$$

где t_0 - момент поступления, а $H_T(t)$ - мощность эквивалентной дозы к моменту времени t в органе или ткани T .

$$E_\tau = \sum_T W_T \cdot H_T(\tau)$$

Когда t не определено, то его следует принять равным 50 годам для взрослых и $(70-t_0)$ - для детей.

18. Доза эффективная (эквивалентная) годовая - сумма эффективной (эквивалентной) дозы внешнего облучения, полученной за календарный год, и ожидаемой эффективной (эквивалентной) дозы внутреннего облучения, обусловленной поступлением в организм радионуклидов за этот же год.

Единица годовой эффективной дозы - зиверт (Зв).

19. Доза эффективная коллективная - мера коллективного риска возникновения стохастических эффектов облучения; она равна сумме индивидуальных эффективных доз.

Единица эффективной коллективной дозы - человеко-зиверт (чел.-Зв).

20. Доза предотвращаемая - прогнозируемая доза вследствие радиационной аварии, которая может быть предотвращена защитными мероприятиями.

21. Загрязнение радиоактивное - присутствие радиоактивных веществ на поверхности, внутри материала, в воздухе, в теле человека или в другом месте, в количестве, превышающем уровни, установленные настоящими Нормами и Правилами.

22. Загрязнение поверхности не снимаемое (фиксированное) - радиоактивные вещества, которые не переносятся при контакте на другие предметы и не удаляются при дезактивации.

23. Загрязнение поверхности снимаемое (нефиксированное) - радиоактивные вещества, которые переносятся при контакте на другие предметы и удаляются при дезактивации.

24. Захоронение отходов радиоактивных - безопасное размещение радиоактивных отходов без намерения последующего их извлечения.

25. Зона наблюдения - территория вокруг радиационного объекта за пределами санитарно-

- защитной зоны, где проводится радиационный контроль и на которой при возникновении проектной радиационной аварии может потребоваться проведение мер защиты населения.
26. **Зона радиационной аварии** - территория, где уровни облучения населения или персонала, обусловленные аварией, могут превысить пределы доз, установленные для нормальной эксплуатации техногенных источников ионизирующего излучения.
27. **Источник ионизирующего излучения** - (в рамках данного документа - источник излучения) радиоактивное вещество или устройство, испускающее или способное испускать ионизирующее излучение, на которые распространяется действие настоящих Норм и Правил (НРБ-99 и ОСПОРБ-99).
28. **Источник излучения природный** - источник ионизирующего излучения природного происхождения, на который распространяется действие настоящих Норм Правил (НРБ-99 и ОСПОРБ-99).
29. **Источник излучения техногенный** - *источник ионизирующего излучения специально созданный для его полезного применения или являющийся побочным продуктом этой деятельности.*
30. **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.
31. **Источник радионуклидный открытый** - источник излучения, при использовании которого возможно поступление содержащихся в нем радионуклидов в окружающую среду.
32. **Категория объекта радиационного** - характеристика объекта по степени потенциальной опасности объекта для населения в условиях его нормальной эксплуатации и при возможной аварии.
33. **Квота** - часть предела дозы, установленная для ограничения облучения населения от конкретного техногенного источника излучения и пути облучения (внешнее, поступление с водой, пищей и воздухом).
34. **Класс работ** - характеристика работ с открытыми источниками ионизирующего излучения по степени потенциальной опасности для персонала, определяющая требования по радиационной безопасности в зависимости от радиотоксичности и активности нуклидов.
35. **Контроль радиационный** - получение информации о радиационной обстановке в организации, в окружающей среде и об уровнях облучения людей (включает в себя дозиметрический и радиометрический контроль).
36. **Место рабочее** - место постоянного или временного пребывания персонала для выполнения производственных функций в условиях воздействия ионизирующего излучения в течение более половины рабочего времени или двух часов непрерывно.
37. **Мощность дозы** - **доза излучения за единицу времени (секунду, минуту, час).**
38. **Население** - все лица, включая персонал вне работы с источниками ионизирующего излучения.
39. **Облучение** - воздействие на человека ионизирующего излучения.
40. **Облучение аварийное** - облучение в результате радиационной аварии.
41. **Облучение медицинское** - облучение пациентов в результате медицинского обследования или лечения.
42. **Облучение планируемое повышенное** - планируемое облучение персонала в дозах, превышающих установленные основные пределы доз, с целью предупреждения развития радиационной аварии или ограничения ее последствий.
43. **Облучение потенциальное** - облучение, которое может возникнуть в результате радиационной аварии.
44. **Облучение природное** - облучение, которое обусловлено природными источниками излучения.
45. **Облучение производственное** - облучение работников от всех техногенных и природных источников ионизирующего излучения в процессе производственной деятельности.

46. **Облучение профессиональное** - облучение персонала в процессе его работы с техногенными источниками ионизирующего излучения.
47. **Облучение техногенное** - облучение от техногенных источников как в нормальных, так и в аварийных условиях, за исключением медицинского облучения пациентов.
48. **Обращение с отходами радиоактивными** - все виды деятельности, связанные со сбором, транспортированием, переработкой, хранением и (или) захоронением радиоактивных отходов.
49. **Объект радиационный** - организация, где осуществляется обращение с техногенными источниками ионизирующего излучения.
50. **Органы государственного надзора за радиационной безопасностью** - органы, которые уполномочены правительством Российской Федерации или ее субъектов осуществлять надзор за радиационной безопасностью.
51. **Отходы радиоактивные** - не предназначенные для дальнейшего использования вещества в любом агрегатном состоянии, в которых содержание радионуклидов превышает уровни, установленные настоящими Нормами и Правилами.
52. **Паспорт радиационно-гигиенический организации** - документ, характеризующий состояние радиационной безопасности в организации и содержащий рекомендации по ее улучшению.
53. **Паспорт радиационно-гигиенический территории** - документ, характеризующий состояние радиационной безопасности населения территории и содержащий рекомендации по ее улучшению.
54. **Паспорт санитарный** - документ, разрешающий организации в течение установленного времени проводить регламентированные работы с источниками ионизирующего излучения в конкретных помещениях, вне помещений или на транспортных средствах.
55. **Персонал** - лица, работающие с техногенными источниками излучения (группа А) или находящиеся по условиям работы в сфере их воздействия (группа Б).
56. **Предел дозы (ПД)** - величина годовой эффективной или эквивалентной дозы техногенного облучения, которая не должна превышать в условиях нормальной работы. Соблюдение предела годовой дозы предотвращает возникновение детерминированных эффектов, а вероятность стохастических эффектов сохраняется при этом на приемлемом уровне.
57. **Предел годового поступления (ПГП)** - допустимый уровень поступления данного радионуклида в организм в течение года, который при монофакторном воздействии приводит к облучению условного человека ожидаемой дозой, равной соответствующему пределу годовой дозы.
58. **Радиационная авария** - потеря управления источником ионизирующего излучения, вызванная неисправностью оборудования, неправильными действиями персонала, стихийными бедствиями или иными причинами, которая привела к облучению людей или радиоактивному загрязнению окружающей среды, превышающим величины, регламентированные для контролируемых условий.
59. **Радиационная безопасность населения** - состояние защищенности настоящего и будущих поколений людей от вредного для их здоровья воздействия ионизирующего излучения.
60. **Работа с источником ионизирующего излучения** - все виды обращения с источником излучения на рабочем месте, включая радиационный контроль.
61. **Работа с радиоактивными веществами** - все виды обращения с радиоактивными веществами на рабочем месте, включая радиационный контроль.
62. **Риск радиационный** - вероятность возникновения у человека или его потомства какого-либо вредного эффекта в результате облучения.
63. **Санитарно-защитная зона** - территория вокруг радиационного объекта, на которой уровень облучения людей в условиях нормальной эксплуатации техногенных источников ионизирующего излучения может превысить установленный предел дозы облучения

населения.

64. **Санпропускник** - комплекс помещений, предназначенных для смены одежды, обуви, санитарной обработки персонала, контроля радиоактивного загрязнения кожных покровов, средств индивидуальной защиты, специальной и личной одежды персонала.

65. **Саншлюз** - помещение между зонами радиационного объекта, предназначенное для предварительной дезактивации и смены дополнительных средств индивидуальной защиты.

66. **Средство индивидуальной защиты** - средство защиты персонала от внешнего облучения, поступления радиоактивных веществ внутрь организма и радиоактивного загрязнения кожных покровов.

67. **Уровень вмешательства (УВ)** - уровень радиационного фактора, при превышении которого следует проводить определенные защитные мероприятия.

68. **Уровень контрольный** - значение контролируемой величины дозы, мощности дозы, радиоактивного загрязнения и т.д., устанавливаемое для оперативного радиационного контроля, с целью закрепления достигнутого уровня радиационной безопасности, обеспечения дальнейшего снижения облучения персонала и населения, радиоактивного загрязнения окружающей среды.

69. **Устройство (источник), генерирующее ионизирующее излучение** - электрофизическое устройство (рентгеновский аппарат, ускоритель, генератор и т.д.), в котором ионизирующее излучение возникает за счет изменения скорости заряженных частиц, их аннигиляции или ядерных реакций.

70. **Эффекты излучения 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.

71. **Эффекты излучения 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.

Методические рекомендации составили:

И.В. Шурупова, профессор кафедры внутренних болезней, доктор медицинских наук
А.А. Котляров – декан медицинского факультета, доктор медицинских наук, профессор

Рецензент:

И.Д. Корнилецкий – доцент кафедры хирургических болезней, кандидат медицинских наук

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

| | |
|---|---|
| Методические рекомендации рассмотрены на заседании отделения биотехнологий ИАТЭ НИЯУ МИФИ (протокол № ____ от « ____ » ____ 20 ____ г.) | Начальник отделения биотехнологий ИАТЭ НИЯУ МИФИ «__»____20__ г. _____ А.А. Котляров |
|---|---|