DOI: 10.17117/na.2016.02.02.258

<http://ucom.ru/doc/na.2016.02.02.258.pdf>

Поступила (Received): 18.02.2016

Тимкин А.В.
Решение задач на определение последствий
воздействия ионизирующего излучения на здоровье
человека при изучении вопросов радиационной
безопасности в школе и вузе

Timkin A.V.
Solution of the problem to determine impacts of ionizing radiation
on human health in the study of the radiological safety in the
schools and universities

Рассмотрены подходы к оценке детерминированных пороговых и стохастических беспороговых эффектов воздействия ионизирующего излучения на организм. Показана необходимость решения расчетных задач для овладения основами экологического проектирования безопасной жизнедеятельности с учетом потенциальных рисков на территории проживания

Ключевые слова: *риск радиационный, решение ситуационных задач*

Were studied approaches to the estimation threshold of deterministic and stochastic effects nonthreshold effects of ionizing radiation on the organism. Shows the necessity solving computation tasks for mastering the basics of environmental design of life safety considering the potential risks in the territory of residence

Key words: *risk of radiation, solution of situation tasks*

Тимкин Алексей Викторович

*Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Мичуринский государственный аграрный
университет*

г. Мичуринск, ул. Интернациональная, 101

Timkin Alexey Viktorovich

*Candidate of Agricultural Sciences, Associate
Professor*

*Michurinsk state agrarian university
Michurinsk, Internationalnaya st., 101*

В соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами среди предметных результатов изучения образовательной области ОБЖ и БЖ выделяется овладение основами экологического проектирования безопасной жизнедеятельности с учетом природных, техногенных и социальных рисков на территории проживания [1]. Особого внимания заслуживает радиационный риск, под которым понимают вероятность возникновения у человека или его потомства какого-либо вредного эффекта в результате воздействия ионизирующего излучения.

В школе и вузе вопросы радиационной безопасности рассматриваются при изучении оружия массового поражения, радиационных аварий, экологических

проблем загрязненных территорий и акваторий, охраны труда персонала радиационных объектов и горнодобывающих предприятий и т.д. При этом если в высшей школе решение расчетных задач по нормированию радиационного воздействия и оценке его последствий достаточно распространено, то в средней школе подобная форма работы практически не используется. Тем не менее, обучающиеся 8-11-х классов легко могут овладеть математическим аппаратом для решения таких задач. Рассмотрим примеры расчетов по оценке детерминированных пороговых и стохастических беспороговых эффектов воздействия ионизирующего излучения на организм.

I. 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 [3]. Это острая лучевая болезнь, лучевой ожог, лучевая катаракта, лучевое бесплодие, аномалии в развитии плода и другие последствия. Они возможны, если предполагаемая доза излучения за короткий срок (2 суток) достигает 1 Гр для всего тела, 3 Гр для кожи, 2 Гр для хрусталика глаза, 3 Гр для половых клеток, 0,1 Гр для плода и т.д. Увеличение дозы приводит к возникновению лучевой болезни (лучевого ожога и т.д.) второй, третьей или четвертой степени, а также к более тяжелым состояниям (смерть под лучом) [2].

Задача 1. По показаниям индивидуального дозиметра ДКП-50А в результате проведения аварийно-спасательных работ в зоне радиоактивного загрязнения ликвидатором аварии была получена экспозиционная доза внешнего гамма-излучения 16 рентген. Оцените риск здоровью и возможность продолжения аварийно-спасательных работ.

Решение:

1. Определяем поглощенную дозу. Для биологических тканей соотношение между экспозиционной и поглощенной дозой ионизирующего излучения составляет $1 \text{ Р} = 0,0093 \text{ Гр}$. Соответственно $16 \text{ Р} = 16 \times 0,0093 = 0,1488 \text{ Гр}$.

2. Определяем эквивалентную дозу. Взвешивающий коэффициент для фотонов любых энергий (в том числе и гамма-излучения) при расчете эквивалентной дозы равен 1, поэтому $0,1488 \text{ Гр} \times 1 = 0,1488 \text{ Зв} = 148,4 \text{ мЗв}$. Полученная доза почти в несколько раз меньше дозы, необходимой для возникновения детерминированных эффектов.

3. Безопасно ли это? С учетом того, что полученная в течение года доза облучения не превышала 20 мЗв, суммарная доза облучения составляет менее 160 мЗв. Потенциально опасным считается облучение эффективной дозой свыше 200 мЗв в течение года.

4. Может ли он продолжать участие в проведении аварийно-спасательных работ в условиях планируемого повышенного облучения? Лица, подвергшиеся облучению в эффективной дозе, превышающей 100 мЗв, при дальнейшей работе не должны подвергаться облучению в дозе свыше 20 мЗв за год.

Задача 2. В результате аварии на АЭС жители населенного пункта в течение 48 часов находились в зоне опасного заражения (зона В). По показаниям при-

бора ДП-5В мощность экспозиционной дозы гамма-излучения при этом составила 2,5 Р/ч. Оцените возможность возникновения детерминированных эффектов облучения.

1. Определяем мощность поглощенной дозы гамма-излучения. Если 1 Р/ч = 0,0093 Гр/ч, то 2,5 Р/ч = $2,5 \times 0,0093 = 0,02325$ Гр/ч. За 48 часов доза облучения составила 1,116 Гр.

2. Возможно ли возникновение детерминированных эффектов? У лиц, получивших общее равномерное облучение всего тела в дозе 1-2 Гр, наблюдается первая (легкая) степень лучевой болезни. Такие дозы приведут к нарушениям развития эмбриона, поэтому эвакуация беременных женщин должна быть проведена в кратчайшие сроки (1-2 часа), до получения пороговой дозы в 0,1 Гр.

II. 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. К ним относятся онкологические заболевания и генетические последствия. Их возникновение определяется произведением эффективной коллективной дозы на коэффициент радиационного риска (0,055 на 1 Зв для злокачественных образований и 0,002 на 1 Зв для наследственных эффектов) [3].

Задача 3. По данным «Единой системы контроля и учета индивидуальных доз облучения граждан» средняя индивидуальная годовая эффективная доза внешнего и внутреннего техногенного облучения у жителей г. "N" за год составила – 0,54 мЗв. Вычислить количество злокачественных новообразований, которые возникнут в течение предстоящей жизни этих людей, если численность населения города составляет 63038 человек.

1. Коллективная доза облучения составляет: $0,00054 \text{ Зв} \times 63038 \text{ человек} = 34 \text{ чел.-Зв}$.

2. Определяем количество злокачественных образований: $34 \text{ чел.-Зв} \times 0,055 \text{ Зв}^{-1} = 1,87 \approx 2 \text{ человека}$. Следовательно, злокачественные новообразования за счет облучения в этом году могут возникнуть в течение предстоящей жизни у 2-х человек.

Таким образом, решение предложенных задач позволяет обучающимися сделать самостоятельный вывод, о том, что радиационная безопасность достигается:

1) предотвращением детерминированных эффектов путем контроля над источниками излучений;

2) снижением дополнительного риска стохастических эффектов путем ограничения доз облучения и числа облучаемых лиц.

Моделирование последствий возможных аварий на радиационных объектах, а также использование результатов по определению уровня радиационного загрязнения территорий позволяет составлять расчетные задачи по оценке экологических рисков и проектированию безопасной жизнедеятельности на территории проживания.

В заключение следует отметить, что решение подобных задач является одним из примеров реализации системно-деятельностного подхода при преподавании как школьного курса «Основы безопасности жизнедеятельности», так и дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» в вузе.

Список используемых источников:

1. Государственные образовательные стандарты общего образования. Российское образование. Федеральный портал. URL: <http://www.edu.ru/db/portal/obschee/al.2015.11.01.pdf>
2. Кудряшов Ю.Б. Радиационная биофизика (ионизирующие излучения). М., 2004. 448 с.
3. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009): Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. М., 2009. 100 с.

© 2016, Тимкин А.В.

Решение задач на определение последствий воздействия ионизирующего излучения на здоровье человека при изучении вопросов радиационной безопасности в школе и вузе

© 2016, Timkin A.V.

Solution of the problem to determine impacts of ionizing radiation on human health in the study of the radiological safety in the schools and universities