

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова
Кафедра морфологии

В. Е. Середняков

Е. В. Шитова

Е. А. Заботкина

БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Занятие 11

Учебно-методическое пособие

Ярославль
ЯрГУ
2019

УДК 502.58(075.8)
ББК Ц69я73
С32

*Рекомендовано
Редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного издания. План 2019 года*

Рецензент
кафедра морфологии ЯрГУ

Середняков, Владимир Евгеньевич.

С32 Безопасность жизнедеятельности. Занятие 11 :
учебно-методическое пособие / В. Е. Середняков,
Е. В. Шитова, Е. А. Заботкина ; Яросл. гос. ун-т
им. П. Г. Демидова. — Ярославль : ЯрГУ, 2019. — 32 с.

В пособии отражено содержание основных понятий, связанных с ионизирующей радиацией, радиоактивностью, дозой, мощностью дозы; бактериологическим (биологическим) оружием. Указаны последствия облучения для человека и способы защиты от радиации и биологического оружия.

Предназначено для студентов, изучающих дисциплину «Медико-биологическая подготовка и безопасность жизнедеятельности».

УДК 502.58(075.8)
ББК Ц69я73

© ЯрГУ, 2019

Вопросы к занятию

1. Понятие радиоактивности. Единицы её измерения. Загрязнение территории.
2. Что такое радионуклид? Основные радионуклиды, образующиеся в результате ядерного взрыва, их характеристики.
3. Радиация: характеристики альфа-, бета-, гамма-лучей и потока нейтронов по способности вызывать ионизацию и проникающим свойствам.
4. Принципы защиты от ионизирующей радиации. Толщина слоя экранирующих материалов, в два раза ослабляющих поток радиации.
5. Радиационный фон, его компоненты. Последствия превышения естественного радиоактивного фона.
6. Что такое общее, внешнее, локальное облучение, внутреннее облучение?
7. Определение и единицы измерения доз: экспозиционной, поглощённой, эквивалентной. Понятие мощности ионизирующей радиации.
8. Механизмы действия ионизирующего излучения на организм человека. Понятие о критическом органе.
9. Понятие допустимых доз облучения; изменение работоспособности при них.
10. Эффекты воздействия радиации на человека: смерть, острая лучевая болезнь, мутации половых и соматических клеток.
11. Первая помощь при облучении. Профилактика последствий облучения.
12. Понятие об оружии массового поражения. Бактериологическое оружие.

1. Понятие радиоактивности.

Единицы её измерения. Загрязнение территорий радионуклидами

Радиоактивность — это самопроизвольный распад неустойчивых ядер некоторых атомов, сопровождающийся испусканием ионизирующего излучения (альфа-, бета- или гамма-лучи либо поток нейтронов). Превращение идет самопроизвольно, скорость его у каждого элемента своя, мы не можем на нее влиять.

Единицей измерения радиоактивности является Беккерель (Бк). 1 Бк — это активность источника, в котором за одну секунду происходит в среднем один радиоактивный распад. Единица мелкая и в практике гражданской обороны не используется. Применяют более крупную единицу — Кюри (Ки). 1 Ки — это $3,7 \times 10^{10}$ Бк.

После ядерного взрыва или аварии на предприятии ядерного цикла (в том числе атомной электростанции) бывает выпадение радиоактивных осадков. Это радионуклиды в виде аэрозолей. Территория после выпадения радиоактивных осадков считается загрязнённой, если уровень радиоактивности на ней $0,1 \text{ Ки/км}^2$ и более. При этом население получает льготный социально-экономический статус; чем больше загрязнение, тем больше льгот государство предоставляет населению. Но есть верхний предел этого роста. Территория, загрязнение которой составляет 1 Ки/км^2 , считается непригодной для проживания, и население подлежит эвакуации. Ближайшая к Ярославлю АЭС находится в поселке Удомля Тверской области, на северо-запад, расстояние до нее 250 км.

2. Что такое радионуклид?

Основные радионуклиды, образующиеся в результате ядерного взрыва, их характеристики

Радионуклидом мы называем любой элемент периодической системы элементов Менделеева или его изотопы, которые обладают радиоактивностью. Попробуем ответить, сколько всего радионуклидов. В таблице элементов Менделеева их два десятка. Если брать изотопы элементов, а один элемент может иметь не-

сколько изотопов, причем большинство из них радионуклиды, то счет дойдет до семи сотен. Если же добавить радионуклиды, которые можно синтезировать путём наведённой радиоактивности, облучая стабильные элементы или их изотопы, то всего радионуклидов будет порядка 1 200. При ядерном взрыве за счет наведённой радиоактивности и распада ядерного топлива образуется около 200 радионуклидов. Основная их масса короткоживущие, т. е. период полураспада исчисляется секундами или долями секунды. Следует сказать, что период полураспада ($T^{1/2}$) — это время, в течение которого распадается 50 % имеющихся атомов, иначе говоря, радиоактивность уменьшается в два раза.

После ядерного взрыва в атмосфере будет преобладать углерод-14, он даст 69 % общей дозы. $T^{1/2}$ его 5 730 лет. На втором месте (14 % от общей дозы) будет представлен цезий-137. $T^{1/2}$ его 30 лет. На третьем месте (5,3 % от общей дозы) будет цирконий-95, $T^{1/2}$ в 65 дней. На четвертом — стронций-90, $T^{1/2}$ 28 лет (3,2 % от общей дозы). Следует напомнить, что поскольку многие радионуклиды, образующиеся в результате ядерного взрыва, короткоживущие, в течение 7 суток их общая активность снизится в 10 раз, через 49 суток — в 100 раз, через 343 дня — в 1 000 раз. Таким образом, выжившим после ядерного взрыва через неделю можно взглянуть из убежища, а через полтора месяца можно сходить «в разведку», т. к. радиоактивность на открытой местности уменьшится на два порядка, а это уже не смертельная доза облучения.

3. Радиация: характеристики альфа-, бета-, гамма-лучей и потока нейтронов по способности вызывать ионизацию и проникающим свойствам

Радиация — это излучение, которое распространяется прямолинейно. Для того чтобы можно было сравнивать биологическую эффективность лучей, им присвоен коэффициент. Бета-лучи, гамма-лучи имеют коэффициент 1, альфа-лучи имеют коэффициент 20, поток нейтронов до 10, в зависимости от их энергии. Этот коэффициент отражает способность ионизировать ткани организма. При сравнении глубины проникновения лучей следует отметить,

что альфа-лучи задерживаются кожей человека, они её повреждают, но глубже проникнуть не могут. Бета-лучи проникают на 3–5 см в тело человека, т. е. они будут активны в скелетной мускулатуре. Гамма-лучи тело человека проходят насквозь, даже несколько тел. Поток нейтронов по проникающей способности не уступает гамма-лучам. По биологической эффективности и по проникающей способности самым биологически эффективным, т. е. опасным для человеческого организма, будет поток нейтронов. Поскольку коэффициент их биологической эффективности до 10, глубина проникновения — все тело человека.

4. Принципы защиты от ионизирующей радиации.

Толщина слоя экранирующих материалов, в два раза ослабляющих поток радиации

Принципов защиты от радиации три. *Первый принцип* — защита расстоянием. Его можно сформулировать следующим образом: чем дальше от источника радиации, тем безопаснее. *Второй принцип* — защита временем: чем короче время контакта с радиацией, тем безопаснее. *Третий принцип* защиты — это защита с помощью экранирования, т. е. между человеком и потоком радиации ставим экран. Какие материалы можно использовать в качестве экрана? Уже было сказано, что гамма-лучи по проникающей способности наиболее эффективны. Чтобы ослабить их поток в два раза, требуется обеднённый уран 0,2 см толщиной, лист свинца 1,8 см толщиной, лист стали 2,5 см, бетон должен иметь толщину слоя 6,1 см, слежавшийся грунт — 9,1 см, вода — 18 см, древесина 29 см. Закономерность тут следующая: чем плотнее материал, тем эффективнее защита. Толщина слоя заданного материала, уменьшающая уровень радиации в два раза, называется **слоем половинного ослабления**. Соотношение уровня радиации до и после защиты называется коэффициентом защиты. С увеличением толщины слоя противорадиационной защиты количество пропущенной радиации падает экспоненциально. Так, если слой половинного ослабления слежавшегося грунта составляет для гамма-излучения 9,1 см, то насыпь грунта толщиной

91 см (типичная насыпь над противорадиационным убежищем) уменьшит количество радиации в 2^{10} , или 1 024 раза.

Для потока нейтронов закономерность другая: чем меньше плотность материала, тем эффективнее степень защиты (вода, полиэтилен, парафин, стеклопластик). Например, обычный полиэтилен с толщиной слоя в 3 см в два раза ослабляет поток радиации. А если взять свинец для защиты от потока нейтронов, то требуется толщина слоя порядка 9 см, чтобы в 2 раза ослабить поток нейтронов. Считается, что слой воды толщиной в 70 см ослабляет поток нейтронов в 100 раз. Экипажи танков, зная о том, что альфа-, бета-, гамма-лучи задерживаются стальным корпусом танка, больше опасаются потока нейтронов. Для того чтобы защититься от них, танк сверху прикрывают металлическими матами из алюминиевого сплава толщиной в 5 см. Это лучше, чем сталь толщиной 5 см, ослабляет поток нейтронов, и экипаж в такой ситуации уже не получает смертельной дозы радиации, т. е. сможет выполнить боевую задачу.

5. Радиационный фон, его компоненты.

Последствия превышения естественного радиоактивного фона

Естественная радиация гамма-фона в учебных аудиториях ЯрГУ составляет 0,05–0,15 мкЗв/час. Радиоактивность на Земле никогда не равнялась нулю. Основную часть облучения население земного шара получает от естественных источников радиации. Существует даже понятие «естественный радиационный фон». Основными составляющими фона являются радионуклиды, содержащиеся в земной коре, это примерно до 85 % естественного фона, и космические лучи, которые составляют величину порядка 15 % фона. Например, в Ярославле до 56 % годовой эффективной эквивалентной дозы человек получает от одного вещества — от радиоактивного газа радона, до 8 % от такого радионуклида, как калий-40, который преимущественно находится в зольных остатках. Есть и другие продукты распада урана. Поскольку $T^{1/2}$ урана — это 4,7 миллиарда лет, а возраст Земли не более 3,5 мил-

лиардов лет, у него не прошёл даже один период полураспада с момента образования нашей планеты, а его запасы огромны.

Радон — бесцветный инертный газ в 7 раз тяжелее воздуха. Накапливается в герметичных непроветриваемых помещениях. В основном выходит из грунта и строительных материалов, горячей воды и природного газа. Поэтому в жилых помещениях его больше всего в ванной комнате и на кухне. ПДУ в старых домах 200 Бк/м^3 , в новых — 100 Бк/м^3 .

На уровне моря радиационный фон меньше, чем в горах, где минералы и горные породы содержат много включений радионуклидов. Основные радионуклиды здесь — калий-40, рубидий-87, дочерние продукты урана-238 и тория-232.

С подъёмом уровень радиационного фона возрастает, экипажи самолётов — лётчики, стюардессы — имеют увеличенный уровень фоновой радиации. В самолёте уровень радиации примерно в 25 раз выше, чем на высоте 4 000 м от поверхности Земли.

Звезды — это огромные природные термоядерные реакторы, в них непрерывно происходит синтез химических элементов, они непрерывно излучают электромагнитные лучи. Кроме них, излучение может состоять из протонов (92 %), ядер гелия (6 %), электронов (1 %) и различных химических элементов периодической системы элементов. Космические лучи, взаимодействуя с атмосферой Земли, вызывают в ней вторичное космическое излучение: фотоны, электроны, протоны, нейтроны, мезоны и другие частицы. Поскольку оно в основном состоит из заряженных частиц, частицы будут отклоняться магнитным полем Земли. При этом они могут пролететь мимо либо упасть на Землю в районе северного и южного геомагнитных полюсов нашей планеты. В других местах они почти не выпадают. Кроме того, толстый слой атмосферы разрушает, замедляет и останавливает многие частицы, поэтому на экваторе и вблизи него радиация за счёт космического компонента незначительна.

Второй компонент фона — антропогенный. В результате деятельности человека происходит перераспределение естественных радионуклидов. Чернобыльская радиация, которая дала загрязнение территории России от меридианной линии Курск —

Орел до Сахалина, — антропогенное творение. Радионуклиды, выброшенные в атмосферу при испытаниях ядерного оружия, тоже. Пример антропогенного влияния на увеличение уровня радиационного фона — это производство золы, из которой формируются отвалы вблизи тепловых электростанций, в ней много такого элемента, как калий-40. Например, если вы гуляете по облицованной гранитом набережной Москва-реки, то примерно в 3 раза фон в этой местности выше по сравнению со средними значениями радиации в столице. Гранит — горная порода — содержит включения радионуклидов. Кроме того, необходимо помнить, что пищевые продукты могут накапливать радионуклиды: плодовые культуры, плодово-ягодные культуры, грибы. Продукты, богатые пектином, способствуют очищению организма от радионуклидов. Это корнеплоды, груши и яблоки.

Последствия превышения радиационного фона следующие: увеличение числа мутаций как половых клеток, так и соматических. А что будет с мутациями соматических клеток через 10–12 лет? Разовьётся онкологический процесс или нет? Мутации половых клеток могут привести к гибели плода, если изменился геном, тератогенным эффектам, если пострадали большие участки хромосом, изменениям в генах.

6. Что такое общее, внешнее, локальное облучение, внутреннее облучение?

Как человек подвергается облучению? Радиоактивные вещества могут находиться вне организма и облучать его снаружи — так называемое внешнее облучение. Например, ядерный взрыв в атмосфере даст общее внешнее облучение. Как вариант внешнего локального облучения можно рассматривать рентгеновский снимок легких или зуба. Радиоактивные вещества, которые поступают в организм с воздухом, пищей и водой, дают нам внутреннее общее облучение. Радионуклиды, введенные в организм с диагностической целью, например йод-131 для оценки функции щитовидной железы, даст внутреннее облучение. Примерно 66 % эффективной эквивалентной дозы облучения, которые человек

получает от естественных источников радиации, он получает от радионуклидов, поступающих в организм с пищей, водой, воздухом. Некоторые пищевые продукты способны активно накапливать в себе радионуклиды, например красная и черная смородина; меньше — земляника, яблоки, груши. Грибы радионуклиды накапливают умеренно, особенно в Нечерноземье. Сало меньше других продуктов животного происхождения накапливает радионуклиды, кроме того, при перетапливании до 95 % цезия-137 остается в шкварках. При засолке мяса часть цезия-137 переходит в рассол; меняя многократно рассол, снижаем содержание радионуклида в мясе. При переработке молока в сметану, масло, творог радионуклиды остаются в сыворотке и пахте. Из овощей минимальный кумулятивный эффект у капусты, огурцов, томатов; а максимальный — у щавеля, бобовых, редиса.

7. Определение и единицы измерения доз: экспозиционной, поглощённой, эквивалентной. Понятие мощности ионизирующей радиации

Экспозиционная доза — это мера ионизации воздуха, подвергнувшегося воздействию фотонов, равная отношению образованного в результате ионизирующего излучения общего электрического заряда ионов одного знака к массе воздуха, в котором оно было поглощено. Измеряется экспозиционная доза в Кл/кг (кулон на килограмм, в соответствии с СИ), а также в рентгенах (внесистемная единица). $1 \text{ Кл/кг} = 3\,876 \text{ Р}$. В переводе на метрическую систему 1 Р приблизительно равен $0,0098 \text{ Зв}$.

Измерение экспозиционной дозы позволяет определить радиационную обстановку на местности, которая в данном случае будет характеризоваться количеством затраченной на ионизацию 1 кг воздуха энергии гамма-излучения. Эффект, наблюдаемый при экспозиционной дозе, принято сопоставлять с количеством поглощенной воздухом энергии или дозы радиации, поскольку этот процесс является первичным и именно он дает начало цепи последовательно протекающих физико-химических преобразований в облученном объекте.

Практическая польза от измерения экспозиционной дозы очень велика, поскольку далеко не всегда есть возможность измерить дозу излучения, уже полученную организмом. Чтобы получить эту величину, необходимо сначала определить экспозиционную дозу в воздухе, а затем после проведения определенных расчетов получают поглощенную тканями и органами организма человека дозу.

Поглощённая доза — это энергия ионизирующего излучения, поглощённая облучаемым объектом в пересчёте на массу этого объекта.

Размерность её 1 джоуль на килограмм массы объекта (Дж/кг), это 1 Грей (Гр). Свое название «Гр» получил в честь английского физика Льюиса Харольда Грея, изучавшего влияние ионизирующего излучения на организмы и признанного одним из основателей радиобиологии. 1 Гр достаточно крупная единица измерения, поэтому иногда для удобства используется другая, внесистемная единица — рад (1 Рад = 0,01 Гр).

Эквивалентная доза — это поглощённая доза с учётом коэффициента биологической эффективности облучения.

Измеряется эквивалентная доза в Зивертах (Зв) — в честь шведского физика Рольфа Максимильяна Зиверта, изучавшего воздействие радиационного излучения на организмы. До её введения в 1979 г. эквивалентную дозу измеряли другой единицей — бэр (биологический эквивалент рентгена).

Таким образом, если в человека попало 1 Гр альфа-лучей, это даст 20 Зв эффекта, 1 Гр бета- или гамма-лучей — 1 Зв эффекта, а 1 Гр потока нейтронов — до 10 Зв эффекта.

Мощность ионизирующей радиации — это доза, полученная в единицу времени. В системе СИ время измеряют в секундах. В измерениях и расчетах гражданской обороны применяют другую единицу — час (Гр/час или Зв/час).

При замерах мощности следует учитывать ошибку измерений, которая может достигать 30 %. Откуда она берется? Во-первых, распад во времени неравномерный, нет прямолинейной зависимости от времени. Во-вторых, замер длится 30–40 с, а результат прибор выдает в часах (Гр\час или Зв\час). От ошибки легко избавиться-

ся: надо замерять радиацию целый час, но замеряющий всю её получит в свой организм, может заболеть, погибнуть.

8. Механизмы действия ионизирующего излучения на организм человека

Понятие о критическом органе

Поскольку тело человека состоит примерно на 70 % из воды, самое главное явление отрицательного действия ионизирующей радиации на организм человека — вызывает радиолиз воды. Радиолиз воды — это распад воды на ионы. Образуются два иона: H^+ и OH^- . При этом из названных ионов могут синтезироваться такие вещества, как водород, перекись водорода и атомарный кислород. Все три названные вещества являются токсичными для организма человека, и эта стадия радиолиза воды в клинике лучевой болезни носит название «токсемия», что можно перевести как «яд в крови». Что касается других молекул человеческого организма, таких как белки, жиры, углеводы, то в норме они химически нейтральны, а при действии ионизирующей радиации в них образуются реактогенные центры, которые могут вступать в химические реакции как между собой, так и с другими элементами. Так образуются соединения, которые не встречаются в норме в организме: в норме белки не соединяются с углеводами, жиры не соединяются с белками, а при действии ионизирующей радиации соединиться. Все эти соединения участвуют в образовании атипичных клеток, т. е. получают клетки, которые не свойственны данному организму, которые могут погибнуть, могут вызвать гибель организма человека. А если выживут, то из них через 10–12 лет (95 %) после облучения может сформироваться опухоль — как доброкачественная, так и злокачественная.

Следует помнить: чем меньше дифференцировка клеток и чем выше скорость митоза, тем чувствительнее клетки к действию ионизирующей радиации (правило Бергонье — Трибондо).

Говоря о критическом органе или критической ткани человека, следует различать половые и соматические клетки. Известно, что биологическая эффективность ионизирующей радиации,

прямо зависит от интенсивности деления клеток. Иными словами, чем эффективнее процесс деления клеток, тем они более чувствительны к действию радиации. В этом плане сперматозоиды, пожалуй, самые чувствительные клетки нашего организма, и их повреждение представляет угрозу для нашего потомства. Если же брать органы, которые наиболее чувствительны к действию радиации, ткани человеческого организма, то максимальной чувствительностью обладают клетки красного костного мозга, стволовые клетки. На втором месте стоит ткань грудной железы, на третьем месте — ткань лёгких. Что их объединяет? Пожалуй, грудная клетка. Таким образом, флюорография грудной клетки, особенно аналоговая, не такой уж безобидный процесс, каким кажется на первый взгляд.

9. Понятие допустимых доз облучения, изменение работоспособности при них

Острой называют дозу радиации, полученную за короткое время, минуты или часы. Хронической называют дозу, полученную за несколько дней или недель. Острая однократная доза 0,25 Зв не вызовет клинических симптомов острой лучевой болезни (ОЛБ), как и хроническая доза 0,5 Зв, полученная за четверо суток. Острая доза в 0,75 Зв даст минимальные клинические симптомы и снизит работоспособность. Острая доза 1 Зв вызовет ОЛБ у 80 % облученных. Хроническая доза 1 Зв, полученная за месяц не вызовет ОЛБ. Острая доза 1,5 Зв вызывает у 100 % облучённых развитие клинических симптомов ОЛБ со вторых суток, их работоспособность будет снижаться со вторых суток заболевания. Поэтому в первые сутки людей можно использовать на работах, они могут воевать, принести пользу, но со вторых суток им потребуется госпитализация и лечение. Хроническая доза в 2 Зв не вызовет развития ОЛБ, если получена в течение 3 месяцев, как и годовая доза в 3 Зв.

10. Эффекты воздействия радиации на человека: смерть, острая лучевая болезнь, мутации половых и соматических клеток

Начальной смертельной дозой воздействия радиации на человека мы считаем величину 2,5 Зв. При такой дозе число погибших составляет около 5 %. При величине дозы 10 Зв погибнет 100 % облученных. ОЛБ — это то, от чего человек погибает после действия ионизирующей радиации, это последствия ионизации организма человека. Причем, чем выше доза, полученная облучённым человеком, тем стремительнее течение ОЛБ и тем чаще она заканчивается смертью.

Мутационный процесс, мы уже говорили, затрагивает половые клетки; следует отметить, что сперматогенез примерно через 6 месяцев практически полностью восстанавливается. В этой ситуации женские половые клетки более уязвимы, поскольку сперматозоиды могут обновляться, а женские половые клетки не могут, у девочки заложено примерно 500 яйцеклеток, постепенно созревающих в течение всей жизни. Поэтому женский организм считается более уязвимым к воздействию радиации по сравнению с мужским. В ряде стран у военнослужащих, чья профессиональная деятельность связана с ионизирующей радиацией, до начала службы забирают на хранение семенной материал, как сперматозоиды, так и женские половые клетки. Они хранятся за счёт государства до 20 лет, например в США и Израиле. При планировании ребенка половые клетки извлекают из хранилища. Это гарантирует здоровое потомство. В России такой программы, к сожалению, нет.

11. Первая помощь при облучении. Профилактика последствий облучения

Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности содержатся в одноименном нормативном документе (сокращенно ОСПОРБ 99/2010), принятом в 2010 г. Основой и одновременно законодательной базой для введения в действие

ОСПОРБ-99 стал «Закон о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», утвержденный в 1999 г., который регламентирует особый порядок ведения любой деятельности, относящейся к радиационному фактору. В частности, сюда относятся контроль и паспортизация используемой населением продукции, разработка санитарно-эпидемиологических требований для различных объектов, проведение санитарно-гигиенических экспертиз, осуществление радиационного мониторинга и санитарно-эпидемиологического нормирования.

Суть и основные положения санитарных правил ОСПОРБ 99/2010

Именно в соответствии с ОСПОРБ 99/2010 устанавливаются требования к обеспечению достаточного уровня защиты людей от вредного воздействия различных источников (в различных дозах) ионизирующего излучения. Правила, отраженные в данном документе, являются обязательными для всех лиц, занятых в следующих сферах:

- производство, добыча, хранение, проектирование, транспортировка и использование источников ионизирующего излучения;
- монтаж, наладка и ремонт оборудования, аппаратов и установок, работа которых основана на использовании энергии ионизирующего излучения;
- проектирование, строительство, перепрофилирование, реконструкция, эксплуатация и вывод из эксплуатации радиационных объектов;
- переработка и захоронение радиоактивных отходов.

Помимо этого, нормы ОСПОРБ 99/2010 должны соблюдать сотрудники организаций, выполняющих работы на загрязненной радиоактивными веществами территории, а также люди, от действий которых зависит уровень облучения других людей природными источниками радиации.

За обеспечением радиационной безопасности следят государственные структуры. За нарушение норм ОСПОРБ 99/2010 предусмотрена административная ответственность.

В случае облучения населения применяют меры различных направлений профилактики последствий. Первое направление защиты — применение аминокислот. Считается, что они нейтрализуют ионы, образующиеся в организме человека при радиолизе воды, что уменьшает последствия ионизирующей радиации. Защита организма аминокислотами дает примерно 10 %, т. е. с их помощью полностью защитить человека от действия ионизирующей радиации мы не можем. Второе направление защиты — это выдача йодистого калия в таблетках для насыщения организма нейтральным йодом. В этом случае радиоактивный йод не будет усваиваться щитовидной железой, т. к. она уже будет иметь нужное количество йода. Йодистый калий, накопившийся в щитовидной железе, препятствует накоплению в ней радиоактивного йода. Если радиоактивный йод накопится в ткани щитовидной железы, он вызовет мутации её клеток и может дать толчок к формированию опухоли.

12. Понятие об оружии массового поражения. Бактериологическое (биологическое) оружие

Оружие массового поражения, в отличие от обычного летального оружия, убивает не десятки людей, даже не сотни, а десятки и сотни тысяч людей при однократном применении. Его использование осуждено и запрещено ООН. Страны могут иметь, но не применять в обычных конфликтах ядерное оружие и его аналоги (термоядерное, нейтронное). Иметь химическое и бактериологическое оружие странам запрещено, как и применять.

Применение бактериологического оружия запрещено международной конвенцией, принятой на основе решения 26-й Генеральной Ассамблеи ООН, состоявшейся 16 декабря 1971 г. Наша страна и наши противники имеют коллекции возбудителей, в небольших количествах достаточных для научной работы эпидемиологов, в том числе и военных. Коллекции бактерий в РФ хранят в лабораториях г. Сергиева Посада и Новосибирска.

Бактериологическое (биологическое) оружие и его поражающие факторы

Бактериологическое оружие имеет ряд особенностей, отличающих его от ядерного и химического. Оно может вызвать массовые заболевания, попадая в организм в ничтожных количествах (6–12 микробных клеток чумы, 30–50 туляремии). Оно способно передаваться от больного к здоровому, т. е. обладает контагиозностью (заразностью). Его характеризует способность к быстрому воспроизводству: попав в ничтожных количествах в организм, оно воспроизводится там и распространяется дальше. Оно может длительно сохраняться во внешней среде, сохраняя поражающее действие, и впоследствии давать вспышку инфекции. Имеет скрытый (инкубационный) период (время от момента заражения до проявления заболевания), в течение которого носители инфекции могут покинуть пределы первичного очага и широко распространить заболевание по области, региону, стране. Зараженный воздух проникает в помещения и вызывает заболевания (поражения) людей и животных. Определить возбудителя по внешней среде можно только специальными лабораторными методами, что представляет трудность и требует больших временных затрат.

Бактериологическое оружие — это специальные боеприпасы и боевые приборы, снаряженные биологическими средствами, предназначенные для поражения людей, животных, растений и заражения запасов продовольствия и источников воды. Бактериологическое оружие, как и химическое, не наносит ущерба зданиям, сооружениям и другим материальным ценностям.

При поражении бактериальными средствами заболевание наступает не сразу, почти всегда имеется скрытый (инкубационный) период, в течение которого заболевание не проявляет себя внешними признаками, а пораженный не теряет работоспособности. Установить факт применения бактериальных средств и определить вид возбудителя достаточно трудно, поскольку ни микробы, ни токсины не имеют ни цвета, ни запаха, ни вкуса, а эффект их действия может проявиться через большой промежуток времени. Обнаружение бактериальных средств возможно только путем проведения специальных лабораторных исследований, на что требует-

ся значительное время, а это затрудняет своевременное проведение мероприятий по предупреждению эпидемических заболеваний.

Особенности бактериологического оружия:

- возможность вызывать массовое поражение людей на обширных территориях за короткое время;
- высокая токсичность;
- контагиозность — способность передаваться при контакте с человеком, животным, предметами и т. п.;
- короткий инкубационный период;
- возможность консервации микроорганизмов, при которой их жизнеспособность сохраняется в течение 5–10 лет;
- дальность распространения — имитаторы биологических аэрозолей при испытаниях проникали на расстояния до 700 км;
- трудность своевременной диагностики;
- психологическое воздействие (паника, страх и т. п.).

Виды болезнетворных микробов: в зависимости от строения и биологических свойств микробы подразделяют на бактерии, вирусы, риккетсии и грибки.

Бактерии — микроорганизмы растительного происхождения, преимущественно одноклеточные, видимые только с помощью микроскопа. При благоприятных условиях они размножаются очень быстро простым делением через каждые 20–30 мин. При воздействии солнечных лучей, дезинфицирующих веществ и кипячения бактерии быстро погибают, но некоторые из них (сибирской язвы, столбняка, ботулизма), превращаясь в споры, обладают высокой устойчивостью к указанным факторам. Попадая в благоприятные для развития условия, споры прорастают и превращаются в вегетативную (деятельную) форму бактерий. К низким температурам бактерии мало чувствительны и легко переносят замораживание. Бактерии вызывают заболевания чумой, холерой, сапом, сибирской язвой и др.

Риккетсии по размерам и формам приближаются к некоторым бактериям, но развиваются и живут только в тканях пораженных ими органов. Они вызывают заболевание сыпным тифом.

Вирусы — мельчайшие организмы, в тысячи раз меньше бактерий. В отличие от бактерий вирусы размножаются только в жи-

вых тканях. Многие из них выдерживают высушивание и температуру выше 100 °С. Вирусы могут вызывать такие заболевания, как натуральная оспа, грипп и др.

Грибки, как и бактерии, имеют растительное происхождение, но более совершенны по строению. Устойчивость грибов к воздействию физико-химических факторов значительно выше, чем у бактерий; они хорошо переносят воздействие солнечных лучей и высушивание.

Некоторые микробы, например микробы ботулизма, столбняка, дифтерии, вырабатывают сильно действующие яды — токсины, которые вызывают тяжелые отравления. По действующей классификации мы относим их к химическим средствам поражения.

Существуют микробы, которые могут вызывать заболевания животных. К числу таких опасных инфекционных заболеваний относятся ящур, чума крупного рогатого скота, чума свиней, оспа овец, сап, сибирская язва и др.

Опасными являются также возбудители некоторых заболеваний растений, например возбудители стеблевой ржавчины злаковых культур, фитофторозы картофеля, пирикуляртиоз риса и др.

Признаками применения биологического оружия могут служить конструктивные особенности биологических боеприпасов, найденных на месте их падения (округлой формы осколки, тонкостенные осколки из легких металлических сплавов или пластмасс, остатки деталей резьбовых соединений, ребер (наплывов) в виде элементов крыльчатки на осколках корпусов; контейнеры с теплозащитным покрытием и парашютной системой с признаками доставленных насекомых, невзорвавшиеся бомбочки шарообразной формы диаметром около 10 см или в виде укороченных цилиндров аналогичных размеров весом около 0,5–1 кг; глухой звук их разрывов с образованием легкого, быстро рассеивающегося облака аэрозоля (дыма, тумана) или в местах падения боеприпасов капли жидкости или порошкообразных веществ на почве, растительности и различных предметах; появление за пролетающим самолетом полосы, которая постепенно оседает и рассеивается; скопление насекомых и грызунов, наиболее опасных разносчиков бактериальных средств, необычных для данной

местности и данного времени года; появление массовых заболеваний среди людей и животных.

При обнаружении признаков применения бактериологического оружия нужно немедленно надеть противогаз (респиратор, маску), а также средства защиты кожи и сообщить об этом в ближайший штаб ГО, директору учреждения, руководителю предприятия, организации. Бактериологическое оружие смертельно опасно, и защититься от него сложно. Основными средствами защиты являются вакцины и антибиотики; кроме этого, стоит использовать индивидуальные и коллективные средства защиты. Успех будет зависеть от своевременности использования этих средств, их исправности и герметичности. Если под рукой не оказалось противогаза или респиратора, то в первое время для защиты органов дыхания можно воспользоваться сложенной в несколько слоев марлей, полотенцем или носовым платком, которые надо предварительно смочить; медицинская защита личного состава: вакцинопрофилактика, экстренные общая и специальная профилактика, изоляционно-ограничительные мероприятия (обсервация и карантин), лечебно-эвакуационные мероприятия (в медицинские пункты и госпитали) и др.; специальная обработка войск и дезинфекционные мероприятия. Мероприятия по защите от биологического оружия, проводимые до биологического нападения (в повседневной боевой деятельности): гигиеническое воспитание солдат и сержантов (закаливание организма, использование только проверенных пищевых продуктов и питьевых источников, выработка навыков обработки порезов, ран и т. д.); иммунизация личного состава против тех болезней, возбудители которых, по данным разведки, могут быть использованы противником в качестве биологических средств; обеспечение личного состава средствами индивидуальной защиты.

Бактериологические средства являются источником инфекционных (заразных) болезней, поражающих людей, животных, растения. Болезни, общие для человека и животных, называются **антропозоонозами** (зооантропонозами).

Массовые заболевания, распространившиеся за короткое время на обширные территории, называются **эпидемией** (ес-

ли болеют люди), **эпизоотией** (при заболевании животных), **эпифитотией** (при заболевании растений). Заболевание, распространившееся на целые материки, называют **пандемией**.

Возможные способы применения бактериологического оружия:

- аэрозольный способ — заражение приземного слоя воздуха частицами аэрозоля путем распыления бактериологических рецептур;

- трансмиссивный способ — рассеивание искусственно зараженных кровососущих переносчиков заболевания : клещей, блох, комаров и т. п.;

- диверсионный способ — преднамеренное скрытное заражение биологическими (бактериологическими) средствами замкнутых пространств воздуха, воды, продовольствия в заранее выбранных районах.

Способами доставки бактериологического оружия могут быть авиационные бомбы, артиллерийские мины и снаряды, пакеты (мешки, коробки, контейнеры), сбрасываемые с самолетов, специальные аппараты, рассеивающие насекомых с самолетов. В некоторых случаях для распространения инфекционных заболеваний противник может оставлять при отходе зараженные предметы обихода: одежду, продукты, папиросы и т. д. Заболевание в этом случае может произойти в результате прямого контакта с зараженными предметами. Возможна и такая форма распространения возбудителей болезней, как преднамеренное оставление при отходе инфекционных больных с тем, чтобы они явились источником заражения среди войск и населения. Возбудители могут передаваться с продуктами животноводства (молоком, мясом, шерстью, шкурами), полученными от больных животных.

Наиболее эффективным способом распространения бактериологических средств является аэрозольный, при котором «воротами» инфекции являются органы дыхания, поврежденные кожные покровы, слизистые оболочки рта, глаз. Аэрозоли могут осаждаться на одежде человека, шерстном покрове животных, загрязнять продовольствие, корма и воду. Облако аэрозоля, распространяясь по ветру, рассеивается и оседает на землю, образуя за-

раженный участок, площадь которого зависит от количества рецептуры, её свойств и скорости ветра.

Краткая характеристика особо опасных инфекций человека

Сибирская язва — самая опасная форма легочная. Она представляет собой своеобразное воспаление легких: температура тела резко повышается, появляется кашель с выделением кровянистой мокроты, сердечная деятельность ослабевает и при отсутствии лечения через 2–3 дня наступает смерть.

Кишечная форма заболевания проявляется в язвенном поражении кишечника, острых болях в животе, кровавой рвоте, поносе; смерть наступает через 3–4 дня.

При кожной форме сибирской язвы поражаются чаще всего открытые участки тела (руки, ноги, шея, лицо). На месте попадания микробов возбудителя появляется зудящее пятно, которое через 12–15 часов превращается в пузырек с мутной или кровянистой жидкостью. Пузырек вскоре лопается, образуя черный струп, вокруг которого появляются новые пузырьки, увеличивая размер струпа до 6–9 сантиметров в диаметре (карбункул). Карбункул болезненный, вокруг него образуется массивный отек. При прорыве карбункула возможно заражение крови и смерть. При благоприятном течении болезни через 5–6 дней температура у больного снижается, болезненные явления постепенно проходят.

Передается при контакте с больным, распылением в воздухе, через зараженные пищевые продукты, корма, предметы домашнего обихода. Инкубационный период 1–7 дней. Возбудитель — спорообразующий микроб, сохраняющий жизнеспособность во внешней среде в течение нескольких лет и даже нескольких столетий. Смертность без лечения при сибироязвенной пневмонии у людей до 100 %, у животных до 90 %, при кожной форме смертность не более 15 %. Против сибирской язвы имеются сыворотки и вакцины, но штаммы её возбудителей очень мобильны морфологически, и на каждый из них нужно разрабатывать свою вакцину.

Чума. Острое заразное заболевание. Прививки не разработаны. Инкубационный период 1–6 дней. Возбудителем является микроб, не обладающий высокой устойчивостью вне организма;

в мокроте, выделяемой человеком, он сохраняет свою жизнеспособность до 10 дней. Распространяется блохами, воздушно-капельным путем, заражением воды, пищи. Смертность без лечения при бубонной форме до 90 %, при легочной и септической — 100 %. При лечении смертность менее 10 %.

Заболевание начинается остро: появляется общая слабость, озноб, головная боль, температура быстро повышается, сознание затемняется. Наиболее опасна так называемая легочная форма чумы. Заболевание ею возможно при вдыхании воздуха, содержащего возбудитель чумы. Признаки заболевания: наряду с тяжелым общим состоянием появляются боль в груди и кашель с выделением большого количества мокроты с чумными бактериями; силы больного быстро падают, наступает потеря сознания; смерть наступает в результате нарастающей сердечно-сосудистой слабости. Заболевание длится от 2 до 4 дней.

Холера. Контагиозное заболевание, характеризующееся тяжелым течением и склонностью к быстрому распространению. Прививок нет. Скрытый период 1–5 дней. Заражение происходит через воду, пищу, насекомых, распыление в воздухе. Возбудитель устойчив в воде до 1 месяца, в пищевых продуктах до 20 дней. Смертность без лечения до 100 %.

Основные признаки поражения холерой: рвота, понос, судороги; рвотные массы и испражнения больного холерой принимают вид рисового отвара. С жидкими испражнениями и рвотой больной теряет большое количество жидкости, быстро худеет, температура тела у него понижается до 35 градусов.

Натуральная оспа. Контагиозное заболевание. Инкубационный период 5–21 день. Возбудитель — вирус, устойчивый во внешней среде. Смертность среди вакцинированных до 10 %, среди непривитых — до 40 %. С 1986 г. население РФ не прививают. Эта болезнь характеризуется лихорадкой и сыпью, оставляющей рубцы. Передается через воздух и предметы.

К особоопасным инфекциям иногда относят сыпной тиф и туляремию.

Сыпной тиф. Больной опасен для окружающих. Заражение аэрозольным путем, через насекомых и предметы домашнего

обихода. Возбудитель — риккетсии, сохраняющиеся в высушенном виде до 3–4 недель. Смертность без лечения до 40 %, при лечении — 5 %.

Туляремия — инфекционное заболевание. Передается человеку от больных живых или павших грызунов и зайцев, через загрязненную ими воду, солому, продукты, а также насекомыми, клещами при укусах. Возбудитель туляремии долго сохраняется в воде, почве, пыли. Заражение происходит через дыхательные пути, пищеварительный тракт, слизистые оболочки и кожу. Заболевание начинается резким повышением температуры и появлением головной боли и боли в мышцах. Протекает в трех формах: легочной, кишечной и тифоидной. Смертность людей без лечения 7–30 %, животных — 30 %. Для защиты имеется вакцина, для лечения применяются антибиотики.

Возможно применение биологических средств возбудителей болезней, поражающих только **животных**.

Сап. Контагиозное заболевание однокопытных животных, от которых может передаваться человеку. Инкубационный период 2–14 дней. Распространяется распылением в воздухе, заражением воды, пищи, предметов домашнего обихода. Возбудитель во внешней среде неустойчив. Смертность — 50–100 %. Все больные животные подлежат уничтожению, т. к. средств лечения нет.

Мелиоидоз (ложный сап). Возбудитель передается распылением в воздухе, заражением воды и пищи, неустойчив к солнечному свету. Инкубационный период — 1–5 дней. Смертность до 90–100 %, уменьшается при лечении.

Ящур. Острое контагиозное заболевание. Болеют крупный рогатый скот, свиньи. Ящуром может заболеть человек. Вирус устойчив к холоду. При злокачественной форме падеж молодняка крупного рогатого скота достигает 70 %, свиней — 80 %. Кроме антропозоонозов, могут распространяться заболевания, поражающие человека.

В качестве биологического оружия могут быть применены возбудители **болезней растений и вредители сельскохозяйственных культур**. Главный удар может быть направлен против

основных для нашей страны культур — пшеницы, ржи, картофеля, риса.

Болезни злаков. Ржавчина — распространенное заболевание, вызываемое грибом. Наиболее опасной считается линейная (стеблевая) ржавчина злаков, поражающая пшеницу, ячмень, рожь. Потери урожая могут достигать 60–70 %. Из вирусных болезней известны **карликовость** ржи, ячменя и другие болезни.

Болезни картофеля. Самое вредоносное заболевание — **фитофтороз**, или **картофельная гниль**. Возбудитель — гриб. При сильном поражении может быть потеряно 70 % урожая.

Большой ущерб даже в условиях мирного времени наносят колорадский жук, уничтожающий листья и стебли помидоров, баклажанов, картофеля; саранча, уничтожающая любую зеленую растительность, особенно злаковые и хлопчатник; гессенская муха — вредитель колосовых культур; хлопковая совка, гусеницы которой повреждают более 120 видов культурных и дикорастущих растений; хлопковая моль, вызывающая гибель 20–50 % урожая.

Бурное развитие молекулярной генетики, расшифровка в 2000 г. генома человека обуславливает возможность создания принципиально новых типов бактериологического оружия. С помощью генной инженерии можно получить сильнодействующие токсины и, включая генетический материал с токсическими свойствами в вирулентные бактерии или вирусы человека, можно получить бактериологические средства, способные вызвать тяжелые эпидемии.

В результате применения бактериологического оружия и распространения на местности болезнетворных микроорганизмов могут образоваться зоны биологического заражения и очаги биологического поражения (рис. 1).

Зоной биологического заражения называют территорию, подвергшуюся непосредственному воздействию бактериологического оружия, и территорию, на которую распространились биологические рецептуры и зараженные кровососущие переносчики инфекционных заболеваний.

Очагом бактериологического заражения является территория, подвергшаяся непосредственному воздействию бактериальных средств, создающих источник распространения инфекционных заболеваний и отравлений, вызывающих поражение людей. Очаг бактериологического заражения характеризуется видом примененных бактериологических средств, количеством пораженных людей, животных, растений, продолжительностью сохранения поражающих свойств возбудителей болезней.

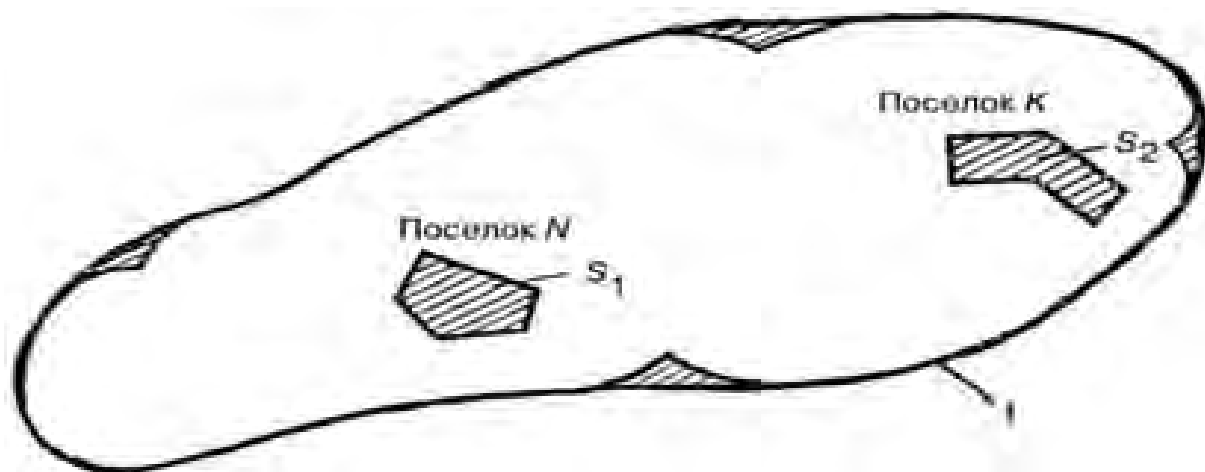


Рис. 1. Схема зоны биологического заражения с очагами биологического поражения: 1 — внешняя граница зоны биологического заражения; поселок N (к) — очаг биологического поражения

Для предотвращения распространения инфекционных болезней, локализации и ликвидации зон и очагов бактериологического поражения устанавливают карантин или обсервацию.

Карантин — это система мероприятий, проводимых для предупреждения распространения инфекционных заболеваний из очага заражения и для ликвидации самого очага. На территории, где введен карантин, прекращается работа всех предприятий и учреждений, кроме тех, которые имеют особо важное значение для экономики или для обороны. Прекращается работа учебных заведений, детских учреждений, рынков и др. Организация карантина включает в себя полную изоляцию эпидемиологического очага. Для этого

- устанавливается вооруженная охрана (оцепление) на прилегающих к очагу территориях;

- на всех дорогах, ведущих в зону эпидемиологического очага, организуются заградительные посты;

- устанавливается строгий контроль за въездом и выездом населения из зоны карантина. Запрещается проезд через очаг заражения автотранспорта и остановок вне отведенных мест при проезде транзитного железнодорожного и водного транспорта;

- на основных маршрутах, по которым осуществляется подвоз дополнительных сил и средств для ликвидации очага, организуются контрольно-пропускные пункты (КПП);

- организуются приемно-передаточные пункты (ППП), через которые в зону карантина доставляется сырье, продукты питания, имущество, техника; через них идет вывоз готовой продукции.

- для лиц, выбывающих за пределы карантинной зоны, создаются обсерваторы — места, где в целях предотвращения эпидемии пребывают люди, которые контактировали с больными;

- проводится раннее выявление инфекционных больных, их госпитализация и изоляция в специализированные лечебные учреждения;

- общение между отдельными группами населения ограничивается, а именно: прекращается деятельность зрелищных учреждений, учебных заведений, рынков и т. д.;

- устанавливается охрана инфекционных больниц, водисточников, продскладов, организуется комендантская служба;

- устанавливается противоэпидемиологический режим работы медучреждений, находящихся в очаге;

- проводится экстренная неспецифическая и специфическая профилактика и другие мероприятия.

При организации карантина в крупном административном или промышленном центре в границы карантина включаются прилегающие к нему населенные пункты, связанные с ним местным транспортом, общей системой снабжения и торговли, производственной деятельностью. В условиях проведения эвакуации и рассредоточения из организованных в карантин городов его границы расширяются с включением населенных пунктов, где размещается эвакуируемое население. Введение карантина сопровождается одновременным введением режима обсервации в сопредельных с зоной карантина административных территориях.

Обсервация — это специальные мероприятия, предотвращающие распространение инфекции в другие районы, предусматривающие усиление медицинского наблюдения с целью своевременного обнаружения случаев появления инфекционных болезней; принятия экстренных мер по их локализации; устранение причин, способствующих их распространению. Эти мероприятия включают максимальное ограничение въезда и выезда, вывоза из очага имущества без предварительного обеззараживания и разрешения эпидемиологов; усиление медицинского контроля за питанием и водоснабжением и другие мероприятия. В очаге бактериального заражения проводятся профилактические и санитарно-гигиенические мероприятия, санитарная обработка и дезинфекция.

Организация обсервации включает в себя:

- ограничение выезда, въезда и транзитного проезда всех видов транспорта через данную территорию. Для этого выставляются регулировочные посты;
- проведение экстренной профилактики среди контактных лиц (проведение вакцинации);
- усиление медицинского контроля за состоянием территории, организацией питания, водоснабжения, правилами торговли;
- проведение активного и своевременного выявления инфекционных больных и их госпитализация;
- усиление санитарно-просветительной работы;
- ограничение передвижения и перемещения населения;
- проведение санитарной обработки зараженных объектов внешней среды.

Обсервация и карантин отменяются по истечении срока максимального инкубационного периода инфекционного заболевания с момента изоляции заболевших, проведения заключительной дезинфекции и санобработки обслуживающего персонала и населения. Снятие карантина или обсервации проводится распоряжением председателя санитарно-противоэпидемической комиссии (СПК), по рекомендациям органов здравоохранения и может осуществляться постепенно в отдельных населенных пунктах или сразу во всей зоне.

Литература

1. Середняков, В. Е. Радиационная экология : практикум / В. Е. Середняков. — Ярославль : ЯрГУ, 2006. — 60 с.
2. Термины и понятия радиационной экологии : словарь справочник / сост. В. Е.Середняков. — Ярославль : ЯрГУ, 2011. — 48 с.
3. Старков, В. Д. Радиационная экология / В. Д. Старков, В. И. Мигунов. — Тюмень : Тюмень, 2003. — 304 с.
4. Биофизика : учебник для вузов / под ред. В. Г. Артюхова. — М. :Академический проект, 2013. — 294 с.
5. Ядерная энциклопедия / главн. ред. А. А. Ярошинская. — М. : Благотворительный фонд Ярошинской, 1996. — 656 с.
6. Джойнер, М. С. Основы клинической радиобиологии / М. С. Джойнер. — М. : БИНОМ, 2014. — 600 с.
7. Холл, Э. Дж. Радиация и жизнь / Э. Дж. Холл. — М. : Медицина, 1989. — 256 с.
8. Ярмоненко, С. П. Радиобиология человека и животных : учеб. пособие / С. П. Ярмоненко. — М. : Высшая школа, 2004. — 549 с.
9. Гражданская оборона / под общ. ред. В. А. Пучкова. — М. : ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2016. — 377 с.
10. Гражданская оборона : учебник для вузов / В. Г. Атаманюк и др. — М. : Высшая школа, 1986. — 207 с.
11. Гражданская оборона : учеб. для студентов пед. ин-тов / под ред. Е. П. Шубина. — М. : Просвещение, 1991.— 223 с.

Оглавление

Вопросы к занятию	3
1. Понятие радиоактивности. Единицы её измерения.	
Загрязнение территорий радионуклидами.....	4
2. Что такое радионуклид? Основные радионуклиды, образующиеся в результате ядерного взрыва, их характеристики	4
3. Радиация: характеристики альфа-, бета-, гамма-лучей и потока нейтронов по способности вызывать ионизацию и проникающим свойствам	5
4. Принципы защиты от ионизирующей радиации. Толщина слоя экранирующих материалов, в два раза ослабляющих поток радиации	6
5. Радиационный фон, его компоненты. Последствия превышения естественного радиоактивного фона	7
6. Что такое общее, внешнее, локальное облучение, внутреннее облучение?	9
7. Определение и единицы измерения доз: экспозиционной, поглощённой, эквивалентной. Понятие мощности ионизирующей радиации.....	10
8. Механизмы действия ионизирующего излучения на организм человека.....	12
9. Понятие допустимых доз облучения, изменение работоспособности при них	13
10. Эффекты воздействия радиации на человека: смерть, острая лучевая болезнь, мутации половых и соматических клеток	14
11. Первая помощь при облучении. Профилактика последствий облучения	14
12. Понятие об оружии массового поражения. Бактериологическое (биологическое) оружие	16
Литература.....	29

Учебное издание

Середняков Владимир Евгеньевич

Шитова Елена Валерьевна

Заботкина Елена Анатольевна

Безопасность жизнедеятельности

Занятие 11

Учебно-методическое пособие

Редактор, корректор М. Э. Левакова

Верстка М. Э. Леваковой

Подписано в печать 10.09.2019. Формат 60×84 1/16.

Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,5.

Тираж 2 экз. Заказ

Оригинал-макет подготовлен
в редакционно-издательском отделе ЯрГУ.

Ярославский государственный университет
им. П. Г. Демидова.

150003, Ярославль, ул. Советская, 14.

