**Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение средняя общеобразовательная школа №18 имени Героя Советского Союза С.В.Суворова с. Тенгинка МО Туапсинский район**

Научно-исследовательский проект

**«Влияние радиации на организм человека»**

Проект выполнила:

Крылова Анастасия Александровна,

ученица 9 а класса МБОУ СОШ №18 им. С.В.Суворова с.Тенгинка;

*Руководитель проекта:*

Фатеева Анастасия Юрьевна,

учитель биологии и географии

МБОУ СОШ №18 им. С.В.Суворова с.Тенгинка

с. Тенгинка – 2021г

**Оглавление**

Введение……………………………………………………….……..3

Глава 1. Теоретическая часть………………………………………….………4

1.1. Краткая характеристика радиации………………….………….4

1.2. Техногенное и лечебное воздействие радиации на организм человека………………………………………………………………6

Глава 2. Практическая часть………………………………………………….13

2.1. Определение состояния радиационного фона бытовых приборов…………………………………………………………13

2.2. Способы защиты от радиации………………………………….14

Заключение……………………………………………………..........................17

Список литературы…………………………………………………………….19

Приложение…………………………………………………………………….20

**Введение**

В нашем мире, в мире компьютерных технологий, множество приборов и предприятий излучают много радиационного излучения. Люди сжигают, сбрасывают в океаны радиоактивные отходы, тем самым отравляя среды и их жителей. Это приносит вред не только животным, но и людям. Но есть и такие случаи, когда радиация приносит пользу человеку. В своей работе я хочу раскрыть подробно понятие «Радиация», рассказать её плюсы и минусы и общее влияние на организм.

**Цель исследования:** изучить влияние радиации на организм с помощью медицинских исследований и примеров техногенных катастроф мирового масштаба, измерить и проанализировать радиационный фон, окружающий нас дома.

**Задачи:**

1. Изучение понятия «Радиация».
2. Техногенное воздействие на примерах катастроф (Чернобыль, Хиросима и Нагасаки).
3. Проанализировать состояние радиационного фона бытовых приборов.
4. Выявление способов защиты от радиации

**Методы исследования:** анализ информации из научной литературы и интернет ресурсов, измерение радиационного фона дома.

**Объект исследования:** бытовые приборы общего пользования.

**Предмет исследования:** радиационный фон бытовых приборов.

**Глава 1. Теоретическая часть**

**1.1. Краткая характеристика радиации**

Радиация (ионизирующее излучение) – потоки фотонов, элементарных частиц или атомных ядер, способные ионизировать вещество.

Излучение с достаточно высокой энергией может ионизировать атомы; то есть оно может выбивать электроны из атомов, создавая ионы. Ионизация происходит, когда электрон вырывается из электронной оболочки атома, таким образом оставляет атом с положительным зарядом. Так как живые клетки и ДНК могут быть повреждены этой ионизацией, считается, что излучение увеличивает процент возникновение рака. Вероятность возникновение рака зависит от поглощенной дозы ионизирующего вещества и эффективной дозы – величина, используемая в радиационной безопасности как мера риска возникновения отдаленных последствий облучения всего тела человека или отдельных частей тела.

Наиболее значимые типы ионизирующего излучения:

● Рентгеновские лучи.

● Гамма-излучение.

О существовании ионизирующего излучения стало известно в результате открытия 1860-х годах катодных лучей (потоки электронов, ускоряемых в вакуумной трубке высоким напряжением). Открыл катодные лучи Юлиус Плюккер в 1859 году. В 1854 году начались эксперименты с высоким напряжением в разряжённом воздухе. И было замечено, что искры пробегают заметно большее расстояние под вакуумом, в сравнении с обычными условиями. Катодные лучи состоят из электронов, ускоряемых в вакууме разностью потенциалов между катодом и анодом, то есть электродами, находящимися соответственно под отрицательным и положительным потенциалом относительно друг друга. Катодные лучи обладают кинетической энергией и способны придавать механическое движение, например, лопастями вертушки. Катодные лучи отклоняются под действием магнитного или электронных полей. Катодные лучи способны вызывать свечение люминофоров. Поэтому при нанесении люминофоров на внутреннюю поверхность прозрачной трубки, свечение можно видеть на внешней поверхности трубки. Это используется в вакуумных электронных приборах, например в электронно-лучевых трубках, электронных микроскопах, рентгеновских трубках и радиолампах.

Следующим открытым видом ионизирующего излучения стали рентгеновские лучи, открытые Вильгельмом Рентгеном в 1895 году. [3]

В XIX веке Мария Кюри придумала и сконструировала прибор, позволяющий определять количественного эффекта ионизации, состоящий из пьезоэлектрических весов, разработанных мужем Мари, Пьером Кюри и его братом Жаком. Радиоактивное вещество помещалось в ионизационную камеру, где испускаемые лучи ионизировали воздух. Ионы, перемещаясь к полюсам батареи, генерировали ток, что приводило к отклонению стрелки электрометра. Затем заряд электрометра компенсировался равным по величине зарядом, который давал кварцевый пьезоэлемент при деформации под весом гирек на весах.

Также Мария со своим супругом заметила, что радиация довольно - таки плохо сказывается на организме. Во время исследований радиации у Марии понижался вес, также обнаружилась катаракта, которая могла быть ранним симптомом лучевой болезни. Мария Кюри с супругом долгое время не задумывались над возможным негативным воздействием радиации. Супруг Марии обнаружил негативное воздействие только после опытов над мышами, которым вживляли капсулы с солями радия. Было установлено, что даже весь архив супругов излучал опасную для человека радиоактивность. [2]

В наше время радиация широко используется в науке, технике, медицине, промышленности. Радиация естественного происхождения находится повсюду, но её количество не настолько большое, чтобы её вред оказывал на человека влияние. Но существует радиация искусственного происхождения, созданная человеком. Её количество иногда превышает норму и может нанести огромный вред на живой организм.

Естественные (природные) источники радиации:

● Термоядерные реакции, например, на Солнце.

● Спонтанный радиоактивный распад.

● Космические лучи.

Искусственные источники радиации:

● Ядерные реакторы.

● Ускорители элементарных частиц.

● Рентгеновский аппарат. [5]

**1.2. Техногенное и лечебное воздействие радиации на организм человека**

Человечество довольно настороженно относится к предприятиям, деятельность которых направлена на создание радиации. Такая настороженность предпринята впоследствии крупных аварий и некомпетентности.

Привлекательность использования АЭС связана с ограниченностью и постоянным ростом стоимости энергоносителей для тепловых электростанций, меньшими радиоактивными и значительно более низкими химическими загрязнениями окружающей среды, гораздо меньшими объемами транспортных перевозок у предприятий с радиационной направленностью, отнесенными к единице производимой в конечном счете электроэнергии, по сравнению с аналогичными показателями для предприятий топливного цикла.  
    Альтернативы использованию АЭС в глобальной экономике в настоящее время нет, а в будущем она может появиться только со стороны термоядерных установок.

Первая в мире опытно-промышленная АЭС мощностью в 5 МВт была пущена в СССР 27 июня 1954 г. в г. Обнинске. В последующий период производство электроэнергии на АЭС быстро росло и в настоящее время в развитых странах они превратились в основного поставщика электроэнергии.  
    Работа предприятий ядерного цикла в режиме нормальной эксплуатации не наносит человеку заметного вреда и значительно безопаснее последствий других видов деятельности. Аварии на АЭС значительно увеличивают экологическую угрозу и воздействие на организм.

Например, рассмотрим *аварию на Чернобыльской АЭС*. Катастрофа произошла 26 апреля 1986 года в городе Припять. В этот день на Чернобыльской атомной электростанции произошло разрушение реактора четвертого энергоблока. Реактор был полностью разрушен, а в окружающую среду было выброшено большое количество радиоактивных веществ. Авария расценивается как крупнейшая в своём роде за всю историю атомной энергетики.

В течение первых трех месяцев скончался 31 человек. 134 людям из числа ликвидаторов поставили диагноз «Острая лучевая болезнь» . Высокие облучения людей послужили или могли послужить причиной 4 тысяч смертей от отдалённых последствий облучения. Тем не менее число жертв явно больше, если обосновываться на общественном мнении. В Европе было зафиксировано 10 тысяч случаев уродств у новорождённых, 10 тысяч случаев рака щитовидной железы. У детей, родившихся после взрыва реактора Чернобыля, в ДНК было обнаружено изменение генов.

Основным поражающим фактором было облако радиоактивного загрязнения. Оно разнесло различные радиоактивные материалы, например, такие как изотопов урана, плутония, йода-131. Наибольшие загрязнения отмечаются на территории Украины, Белоруссии и Российской Федерации.

Рассмотрим также атомную *бомбардировку Хиросимы и Нагасаки* – это два единственных случая применения ядерного оружия в боевых действий. Бомбардировка Хиросимы произошла 6августа 1945 года, а бомбардировка Нагасаки – 9 августа 1945 года. Общее число погибших впоследствии бомбардировок составило от 90 до 166 тысяч в Хиросиме, а Нагасаки – от 60 до 80 тысяч людей. Люди умирали от ран и лучевой болезни в последующие несколько месяцев. У многих выпадали волосы, присутствовали ожоги, были ранения стеклом. У пострадавших температура поднималась до 39-40 градусов. Имелось сильное кровотечения из глаз, носа, горла, у женщин – маточное кровотечение.

Эти примеры показывают вредоносные последствия радиации, а сейчас мы рассмотрим лечебное воздействие. [1]

В настоящее время в медицине широко используется рентгенография – исследование внутренней структуры объектов, которые проецируются с помощью рентгеновских лучей на специальную пленку или бумагу.

История рентгенографии начинается с 1895 года, когда Вильгем Кондрад Рентген впервые зарегистрировал затемнение фотопластинки под действием излучения. До этого открытия нельзя было обнаружить внутренние повреждения внутренних органов и костей. Это стало прорывом в медицине.

В основном рентгенография применяется для работы с повреждениями костно-опорной системы. Рентгенография применяется для диагностики рентгенологических исследований (РИ) органов, позволяет уточнить форму органов, их положение, тонус, состояние рельефа слизистой оболочки. Рентгенологические исследования проводятся, например, для таких органов:

● (РИ) желудка и двенадцатиперой кишки

● РИ желчного пузыря

● РИ толстой кишки

● РИ грудкой клетки

● РИ позвоночника

● РИ брюшной полости

● Зубов

● РИ молочной железы

● РИ полости матки и проходимости фаллопиевых труб

Рассмотрим плюсы рентгенографии:

● Широкая доступность

● Не требуется специальной подготовки пациента

● Относительно низкая стоимость

● Снимки могут быть использованы для консультации у другого специалиста или в другом учреждении

Но существуют и минусы таких исследований:

● Сложность оценки функции органа

● Наличие ионизирующего излучения, способное оказать вредное влияние на пациента.

● Без применения контрастирующих веществ рентгенография недостаточно информативна.

Системная лучевая терапия – это лечение всего организма с помощью облучения, которое применяется в терапии злокачественных опухолей щитовидной железы. Методика основана на способности это органа вытягивать йод из организма. Тактика такова: радиоактивный йод упаковывают специальным способом – он находится в небольшом флаконе, который помещается в свинцовую капсулу, её же упаковывают в металлическую банку. Чтобы применить лекарство, техник вскрывает банку консервным ножом и открывает капсулу, затем переливает йод в стакан. Пациент должен выпить весь раствор до дна. После этого человек прикрывает рот салфеткой, чтобы не испускать опасные пары в воздух. После этого пациент проводит в палате 3-4 дня, пока уровень радиации не понизится. Палата обустроена так, чтобы радиации, исходящая от человека, не попала в окружающую среду: нет плинтусов, окна плотно закрыты, вода из крана не утекает в канализацию, а в специальную ёмкость, в которой есть фильтры.

Брахитерапия – это один из видов радиотерапии, который используется для лечения рака предстательной железы. Во время брахитерапии медицинский сотрудник вводит в ткани предстательной железы радиоактивные имплантаты, размером с зернышко кунжута. Имплантаты будут излучать радиацию в течение определённого времени, после излучение прекратится. Брахитерапия может быть:

● Постоянной. Имплантат вводится в организм и остаётся там навсегда. Со временем излучение затихает.

● Временной. Материал помещается внутрь на несколько минут, часов или дней.

Заболевания и изменения в организме под воздействием излучения:

Лучевая болезнь – заболевание, возникающее в результате воздействия различных видов излучения на тело живого существа. Заболевание может быть вызвано внешним или внутренним облучением при попадании радиации через дыхательные пути, через органы желудочно-кишечного тракта, кожу, слизистые оболочки, а также в результате инъекции.

Лучевая болезнь развивается за счет долгого процесса облучения в больших количествах. Кратковременное сильное поражение может развиться при техногенных катастрофах на атомных станциях, испытание и применение ядерного оружия, при лечении онкологических заболеваний и болезней крови. Хроническая болезнь может развиваться у медицинских работников отделений лучевой диагностики и терапии, а также у больных, которые долгое время проходят радиоизотопные и рентгенологические исследования.

В результате поражения радиационного излучения развивается лучевая токсемия, когда изменения происходят на клеточном и молекулярном уровне. Поражающие вещества затрагивают клетки костного мозга, лимфатической системы и кожи, железы внутренней секреции, эпителий кишечника. Выраженность тяжести заболевания зависит от дозы и длительности облучения. Выделяют острую и хроническую формы лучевой болезни.

При получении дозы в количестве от 1 до 10 Гр(грей) возникает типичная форма лучевой болезни и происходит 4 фазы. В первой фазе выделяют такие симптомы: слабость, головокружение, головная боль, рвота, тошнота. Во второй фазе симптомы первой исчезают, и больной начинает чувствовать себя лучше, но при врачебном осмотре появляются другие симптомы: неустойчивость кровяного давления и пульса, нарушение координации, заторможенность рефлексов. Через две-три недели у больного начинают выпадать волосы. В третьей фазе симптомы резко ухудшаются. Характеризуется третья фаза такими симптомами: носовые и желудочно-кишечные кровотечения, кровоизлияния в мозг. Нередко начинают возникать инфекционные заболевания: ангина, воспаление легких. Нарушается работа надпочечников, щитовидной железы, выпадение волос. При четвертой фазе снова начинается улучшение организма, но из-за остаточных явлений могут проявляться осложнения.

Хроническая болезнь характеризуется тремя степенями болезни: легкая, средняя тяжесть, и тяжелая. При легкой присутствуют такие симптомы: недомогание, снижение аппетита, бессонница, головные боли. Средняя тяжесть характеризуется эмоциональной неустойчивостью, стойким понижение артериального давления, тахикардией, возможно появление сыпи. При тяжелой степени происходят изменения в тканях и органах. Симптомы: язвы на коже и слизистых, постоянная головная боль, выпадение зубов, полное облысение. Высокая вероятность летального исхода.

Лечение острой лучевой болезни.

При острой лучевой болезни необходимо создать стерильные условия, поэтому больного помещают в отдельный бокс. В первую очередь проводятся обработка ран и промывание желудка, вводятся противорвотные препараты. При внутреннем облучении назначаются лекарственные препараты для нейтрализации радиоактивных веществ. В первые сутки проводится массовое вливание плазмозамещающих и солевых веществ. Для борьбы с геморрагическим синдромом проводится вливание тромбоцитарной и эритроцитарной массы. Также назначается антибактериальная терапия.

Лечение хронической лучевой болезни.

При хронической болезни лечение проводится в стационаре, срок пребывания не менее 1.5-2 месяцев. После подавления основных симптомов заболевания и нормализации показателей крови больному показано санаторно-курортное лечение, рекомендован активный двигательный режим. Период реабилитации может затянуться на месяцы и даже годы.

Прогноз лучевой болезни напрямую зависит от полученной дозы радиации и длительности времени облучения. Важными для прогноза являются первые 3 месяца после облучения, больные, пережившие этот срок, имеют все шансы на выживание. К сожалению, даже при благоприятном прогнозе после поражения радиацией сохраняется высокая вероятность развития онкологических заболеваний, нарушений в системе кроветворения, генетических аномалий у следующих поколений.

Рассмотрев последствия радиации, минусы и плюсы в сфере медицины, отметим пользу и вред радиационного излучения.

Польза:

● Благодаря излучению, медицина двигается вперёд, придумывая новые способы лечения.

● Применение радиации в техническом плане развивает экономику.

● Незначительные дозы радиации активизируют иммунную систему. Получив малую дозу облучения можно стать относительно здоровее: лучшее сопротивление инфекциям.

Вред:

● При большом излучении у организма может развиться лучевая болезнь, которая может привести к летальному исходу.

● Оружие ядерного происхождения, произведенное человеком, очень опасное и смертельное.

● Радиационный фон растет, поэтому у ещё не родившегося населения, если родители подвергались достаточно большому уровню радиации, могут быть изменения в будущей ДНК. [5]

**Глава 2. Практическая часть**

**2.1. Определение состояния радиационного фона бытовых приборов**

В ходе исследования были проведены замеры бытовых приборов, с помощью счетчика Гейгера. (Приложение 1)

Счетчик Гейгера — основной сенсор для измерения радиации. Он регистрирует гамма-, альфа-, бета-излучение и рентгеновские лучи. Обладает самой высокой чувствительностью в сравнении с другими способами регистрации радиации, например, ионизационными камерами.

С помощью счетчика мы можем узнать излучение следующих приборов: компьютер, телефон, телевизор, электрический чайник, микроволновая печь и тепловентилятор. Также подсчитаем излучение окружающей среды.

Измерив излучение каждого прибора и среды примерно в минуту, узнаем, сколько излучения возможно каждый день, предварительно переведя показатели с микрорентгенов из минуты в час и в официальную систему измерения ионного излучения – микрозиверты.

В соответствии с НРБ – 99/2009 Санитарные правила и нормативы СанПин 2.6.1.2523 – 09 допустимый уровень радиации составляет 0,04 - 0,23 мкЗв/ч, это считается безопасной величиной;

0,24 - 0,6 мкЗв/ч - допустимая величина радиационного фона. Повышенный уровень может быть вызнан естественными причинами (излучение от гранитов и других минералов, влияние космического излучения и т.д.). Здоровье человека, постоянно живущего при такой мощности дозы, не подвергается опасности;

0,61 - 1,2 мкЗв/ч - тревожный (подозрительный) уровень: обнаружив подобный уровень радиации, необходимо сообщить о нем в ближайшую санитарно-эпидемиологическую станцию для тщательной проверки. Кратковременное пребывание на такой местности не отражается на состоянии здоровья;

Выше 1,2 мкЗв/ч - опасный уровень: не рекомендуется даже кратковременное пребывание - необходимо по возможности быстрее покинуть это место. [4]

Результаты измерения приведены в таблице 1.

Таблица 1. Уровень радиации бытовых приборов

|  |  |
| --- | --- |
| Название прибора | мкЗв/ч (микрозиверт в час) |
| 1. Компьютер | ≈0,0005 |
| 1. Телевизор | ≈0,0005 |
| 1. Телефон | ≈0,0005 |
| 1. Чайник | ≈0,0004 |
| 1. Микроволновая печь | ≈0,0007 |
| 1. Тепловентилятор | ≈0,0007 |
| Окружающая среда | ≈0.0001 |
| Итого: | ≈0,00274 |

Проанализировав данные из таблицы можно сделать вывод о том, что уровень радиационного фона бытовых приборов соответствует нормам СанПиН 2.6.1.2523-09.

**2.2. Способы защиты от радиации**

Существуют 3 типа защита от радиации:

— профессиональный (для людей находящихся непосредственно в очаге радиации)

— медицинский (используется в медицинских учреждениях)

— общественный (виды защиты, созданные для населения)

Как было сказано выше, для защиты от радиации всегда обращайте внимание на время нахождения в опасной зоне, расстояние от источника и преграды.

Защита временем. Чем меньше времени человек находится рядом с источником радиации, тем меньше заражение. Такой метод защиты использовался при ликвидации аварии в Чернобыле. Ликвидаторам отводилось на работу всего несколько минут.

Защита расстоянием. Радиация с расстоянием уменьшается. Поэтому необходимо держаться подальше от радиоактивных источников.

Преграды. Находясь в зоне с повышенной радиацией необходимо использовать средства индивидуальной защиты. Используйте экраны из материалов, которые могут задержать излучение. Хорошими преградами для излучения могут быть вода, грунт, кирпич, сталь, свинец. Для работы в месте с повышенной радиацией существуют радиационные костюмы.

Для защиты от альфа-излучения достаточно защитить кожный покров. Используйте перчатки, респиратор, плащи, одежду.

Для защиты от бета-излучения достаточно укрыться в помещении.

Для защиты от гамма-излучения придется использовать специальную экипировку, содержащую свинец, чугун, сталь. Такая экипировка будет достаточно тяжелой и дорогой.

Продукты для выведения радиации из организма

Снизить последствия облучения помогут некоторые продукты:

— чеснок

— орехи

— морская капуста

— редис

В перечисленных продуктах содержится селен, который препятствуют образованию опухолей. Эффективными считаются биодобавки на основе водорослей.

Очень хорошо зарекомендовал себя такой препарат как «корень женьшеня». Приобрести его можно в любой аптеке. Также можно приобрести экстракт элеутерококка. Эффективны такие травы как медуница, левзея, заманиха.

Для профилактики рекомендуется принимать йодосодержащие продукты. [6]

Важно помнить, что опасна не мощность дозы, а сама накопленная организмом доза, которая зависит от времени пребывания в загрязненной зоне. Даже при очень большой мощности дозы вы не подвергнетесь серьезной опасности, если быстро удалитесь из опасного места.

**Заключение**

Исследовав радиацию бытовых приборов, выяснила, что, не смотря на наличие большого количества электроприборов, уровень радиации не высок. Слабое электромагнитное излучение от бытовых приборов оказывает на нас минимальное воздействие, поскольку электромагнитное поле ослабевает уже в нескольких сантиметрах от прибора, а в непосредственной близости к нему мы находимся, как правило, непродолжительное время.

Радиация опасное явление. Радиационное излучение мы получаем каждый день: бытовые приборы, употребляем во внутрь вместе с продуктами питания. Но такие уровни излучения малы и не особо приносят вред человеку. Большую радиацию излучают предприятия, созданные человеком. Иногда радиация на предприятия выходит из-под контроля и приносит больше разрушения и вред человеку. За этим нужно следить и контролировать процесс. Но радиация может приносит пользу человеку. Открытие излучения, как способ лечения, произвёл переворот в медицине, ёе активно начали использовать. Сейчас даже серьёзные заболевания могут вылечить с помощью доз радиации. Но и этого могут быть серьёзные последствия, поэтому за уровнем излучения нужно следить всегда и везде.

Вероятность повторения крупномасштабных радиационных аварий присутствует всегда. При резком возрастании радиационных показателей и в экстренных ситуациях действие радиации требует интенсивных мер предосторожности.

Существуют специальные реабилитационные программы для пострадавших от активного облучения. Они применяются еще с советских времен. Выброс радиации требует незамедлительного вывода из организма вредных радионуклидов. Для этой цели существуют проверенные лекарства и пищевые добавки.

Проникающая радиация и борьба с ее последствиями подразумевают определенный режим питания. В рационе должны присутствовать натуральные молочные продукты, белый хлеб, грецкие орехи, цитрусовые, свекла, яблоки, мед, перепелиные яйца и морепродукты. Они способны повысить иммунитет и нейтрализовать действие радиации. Выводу радионуклидов способствует умеренная физическая активность. Повышенное потоотделение ускоряет метаболизм, что приводит к нейтрализации вредных веществ.

Проникающая радиация и ее продукты содержат нестабильное вещество – йод-131. Попадая в организм человека, он поражает щитовидную железу. Для защиты этого жизненно важного органа необходима йодная профилактика. Она включает в себя препараты стабильного йода.

Допустимая радиация для большинства стала нормой жизни. Некоторые специалисты считают, что она не всегда приводит к опасным болезням и последующему умиранию, так как человеческий организм обладает эффективными репарационными механизмами.

Действие радиации пока не изучено до конца и продолжает будоражить лучшие умы. Ученым всего мира еще предстоит подвести итог исследований в этой области.

**Список литературы**

1. Ихшанов, Б. С. Радиоактивность / под ред. В. И. Баранова. — М.: Университетская книга, 2011. — 378 с.

2. Лауреаты Нобелевской премии: Энциклопедия: А—Л / Пер. с англ / Отв. ред. Е. Ф. Губский. — М.: Прогресс, 1992. — 775 с.

3. Пивоваров, Ю.П. Радиационная экология: учебное пособие для студентов вузов / Ю.П. Пивоваров, В.П. Михалев. – М.: Академия, 2004. – 240 с.

4. СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009», п.5.3.2, п.5.3.3; - <http://docs.cntd.ru/document/902170553>

5. Стожаров, А.Н. Радиационная медицина: учебно-методическое пособие / А.Н. Стожаров и др. - Издание третье. — Минск: БГМУ, 2007. — 144 с.

6. https://www.quarta-rad.ru/useful/vse-o-radiacii/radiaciya-v-medicine/

**Приложение 1.**

****

****