

**ГБУ ДО «Республиканский эколого-биологический центр»
Министерства просвещения, науки и по делам молодежи КБР
Отдел естественных наук
Кабардино-Балкарская Республика**

ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИАЦИОННОГО ФОНА Г.НАЛЬЧИК

**Автор: Кертиева Лиана Эдуардовна
10 кл. МКОУ «Лицей № 2» г.о. Нальчик**

**Руководитель: Конгапшев Аскер Анибальевич
Педагог дополнительного образования
ГБУ ДО «Республиканский эколого-биологический центр»
Министерства просвещения, науки и по делам молодежи КБР
Магистр Экологии**

г. Нальчик
2020 г.

Оглавление

1. Введение.....	3
2. Теоретическая часть.....	4
2.1. Физическая природа излучений.....	4
2.1.1. Радиоактивность, радиация и радиационный фон.....	4
2.1.2. Единицы измерения радиоактивности.....	6
2.1.3. Нормы радиоактивности.....	6
2.2. Действие радиации на человека.....	8
2.2.1. Причины опасности радиации.....	8
2.2.2. Реакция человека на облучение.....	10
2.2.3. Оценка радиационного риска.....	14
2.3. Источники радиации.....	15
3. Практическая часть.....	16
3.1. Назначение дозиметра.....	16
3.2. Технические характеристики.....	17
3.3. Устройство и принцип работы дозиметра.....	17
3.4. Конструкция дозиметра.....	19
3.5. Подготовка к работе.....	19
3.6. Порядок работы.....	19
4. Обсуждение результатов.....	20
5. Выводы.....	24
6. Библиография.....	24

1. Введение

Вопрос о действии радиации на человека и окружающую среду привлекает к себе постоянное внимание общественности и вызывает много споров. Радиация действительно смертельно опасна. При больших дозах она вызывает серьезные поражения тканей, а при малых может вызвать рак и индуцировать генетические эффекты, которые, возможно проявятся у детей и внуков человека, подвергшегося облучению, или у его более отдаленных потомков.

Но для основной массы населения самые опасные источники радиации - это вовсе не те, о которых больше всего говорят. Наибольшую дозу человек получает от естественных источников радиации. Радиация связанная с развитием атомной энергетики, составляет лишь малую дозу радиации порождаемой деятельностью человека; значительно большие дозы мы получаем от других, вызывающих гораздо меньше нареканий, форм этой деятельности [1,2,3].

В обыденной жизни крайне мала вероятность столкнуться с источником радиации, представляющим непосредственную угрозу для здоровья. Тем не менее именно в обыденной жизни рекомендуется провести радиационные обследования при покупке квартиры, дома, земельного участка, при планировании строительных и отделочных работ, при выборе и приобретении строительных и отделочных материалов для квартиры или дома, а также материалов для благоустройства территории вокруг дома (грунт насыпных газонов, насыпные покрытия для теннисных кортов, тротуарная плитка и брусчатка и т.д.). Кроме того, такие формы повседневной деятельности, как сжигание угля и использование воздушного транспорта, постоянное пребывание в хорошо герметизированных помещениях, могут привести к значительному увеличению уровня облучения за счет естественной радиации [4,5,6].

В связи с выше сказанным, *целью* настоящей работы является исследование радиационного фона г. Нальчик.

В работе ставились следующие *задачи*: изучение методов измерения радиоактивности; ознакомление с приборами, измеряющими радиоактивность; установление уровня радиации в различных районах города.

Предмет исследования: радиационная безопасность человека.

Объект исследования: территория г.Нальчик.

2. Теоретическая часть

2.1. Физическая природа излучений

2.1.1. Радиоактивность, радиация и радиационный фон

Радиоактивность - неустойчивость ядер некоторых атомов, проявляющаяся в их способности к самопроизвольным превращениям (распаду), сопровождающимся испусканием ионизирующего излучения или радиацией. Далее мы будем говорить лишь о той радиации, которая связана с радиоактивностью.

Радиация, или *ионизирующее излучение* - это частицы и гамма-кванты, энергия которых достаточно велика, чтобы при воздействии на вещество создавать ионы разных знаков. Радиацию нельзя вызвать с помощью химических реакций.

Различают несколько видов радиации:

Альфа-излучение - это тяжелые положительно заряженные частицы, состоящие из двух протонов и двух нейтронов, крепко связанных между собой. В природе альфа-частицы возникают в результате распада атомов тяжелых элементов, таких как уран, радий и торий. В воздухе альфа-излучение проходит не более пяти сантиметров и, как правило, полностью задерживается листом бумаги или внешним омертвевшим слоем кожи. Однако если вещество, испускающее альфа-частицы, попадает внутрь организма с пищей или вдыхаемым воздухом, оно облучает внутренние органы и становится потенциально опасным.

Бета-излучение - это электроны, которые значительно меньше альфа-частиц и могут проникать вглубь тела на несколько сантиметров. От него можно защититься тонким листом металла, оконным стеклом и даже обычной одеждой. Попадая на незащищенные участки тела, бета-излучение оказывает воздействие, как правило, на верхние слои кожи. Если вещество, испускающее бета-частицы, попадет в организм, оно будет облучать внутренние ткани.

Гамма-излучение - это фотоны, т.е. электромагнитная волна, несущая энергию. В воздухе оно может проходить большие расстояния, постепенно теряя энергию в результате столкновений с атомами среды. Интенсивное гамма-излучение, если от него не защититься, может повредить не только кожу, но и внутренние ткани. Плотные и тяжелые материалы, такие как железо и свинец, являются отличными барьерами на пути гамма-излучения.

Нейтроны - электрически нейтральные частицы, возникают главным

образом непосредственно вблизи работающего атомного реактора, куда доступ, естественно, регламентирован.

Рентгеновское излучение подобно гамма-излучению, но имеет меньшую энергию. Кстати, наше Солнце - один из естественных источников рентгеновского излучения, но земная атмосфера обеспечивает от него надежную защиту [3, 7, 8, 9].

Следует различать радиоактивность и радиацию. *Источники радиации* - радиоактивные вещества или ядерно-технические установки (реакторы, ускорители, рентгеновское оборудование и т.п.) - могут существовать значительное время, а радиация существует лишь до момента своего поглощения в каком-либо веществе.

По происхождению радиоактивность делят на *естественную* (природную) и *техногенную*.

Естественная радиоактивность существует миллиарды лет, она присутствует буквально повсюду. Ионизирующие излучения существовали на Земле задолго до зарождения на ней жизни и присутствовали в космосе до возникновения самой Земли. Радиоактивные материалы вошли в состав Земли с самого ее рождения. Любой человек слегка радиоактивен: в тканях человеческого тела одним из главных источников природной радиации являются калий-40 и рубидий-87, причем не существует способа от них избавиться.

Учтем, что современный человек до 80% времени проводит в помещениях - дома или на работе, где и получает основную дозу радиации: хотя здания защищают от излучений извне, в стройматериалах, из которых они построены, содержится природная радиоактивность. Существенный вклад в облучение человека вносит радон и продукты его распада.

Техногенная радиоактивность возникает вследствие человеческой деятельности. Осознанная хозяйственная деятельность, в процессе которой происходит перераспределение и концентрирование естественных радионуклидов, приводит к заметным изменениям естественного радиационного фона. Сюда относится добыча и сжигание каменного угля, нефти, газа, других горючих ископаемых, использование фосфатных удобрений, добыча и переработка руд. Так, например, исследования нефтепромыслов на территории России показывают значительное превышение допустимых норм радиоактивности, повышение уровней радиации в районе скважин, вызванное отложением на оборудовании и прилегающем грунте солей радия-226, тория-232 и калия-40. Особенно

загрязнены действующие и отработавшие трубы, которые нередко приходится классифицировать как радиоактивные отходы. [3,5,6,10,11,12]

2.1.2. Единицы измерения радиоактивности

Мерой радиоактивности служит *активность*. Измеряется в Беккерелях (Бк), что соответствует 1 распаду в секунду. Содержание активности в веществе часто оценивают на единицу веса вещества (Бк/кг) или объема (Бк/куб.м).

Также встречается еще такая единица активности, как Кюри (Ки). Это - огромная величина: $1 \text{ Ки} = 37000000000 \text{ Бк}$. Активность радиоактивного источника характеризует его мощность. Так, в источнике активностью 1 Кюри происходит 37000000000 распадов в секунду.

Как было сказано выше, при этих распадах источник испускает ионизирующее излучения. Мерой ионизационного воздействия этого излучения на вещество является *экспозиционная доза*. Часто измеряется в Рентгенах (Р). Поскольку 1 Рентген - довольно большая величина, на практике удобнее пользоваться миллионной (мкР) или тысячной (мР) долями Рентгена.

Действие распространенных бытовых дозиметров основано на измерении ионизации за определенное время, то есть *мощности экспозиционной дозы*. Единица измерения мощности экспозиционной дозы - микроРентген/час.

Мощность дозы, умноженная на время, называется *дозой*. Мощность дозы и доза соотносятся так же, как скорость автомобиля и пройденное этим автомобилем расстояние (путь).

Для оценки воздействия на организм человека используются понятия *эквивалентная доза* и *мощность эквивалентной дозы*. Измеряются, соответственно, в Зивертах (Зв) и Зивертах/час. В быту можно считать, что 1 Зиверт = 100 Рентген. Необходимо указывать на какой орган, часть или все тело пришла данная доза.

Можно показать, что упомянутый выше точечный источник активностью 1 Кюри (для определенности рассматриваем источник цезий-137) на расстоянии 1 метр от себя создает мощность экспозиционной дозы приблизительно 0,3 Рентгена/час, а на расстоянии 10 метров - приблизительно 0,003 Рентгена/час. Уменьшение мощности дозы с увеличением расстояния от источника происходит всегда и обусловлено законами распространения излучения [9,10,13,14,15,16].

2.1.3. Нормы радиоактивности

В отношении радиоактивности существует очень много норм - нормируется буквально все. Во всех случаях проводится различие между *населением* и *персоналом*, т.е. лицами, чья работа связана с радиоактивностью (работники АЭС, ядерной промышленности и т.п.). Вне своего производства персонал относится к населению. Для персонала и производственных помещений устанавливаются свои нормы. Далее будем говорить только о нормах для населения - той их части, которая прямо связана с обычной жизнедеятельностью, опираясь на Федеральный Закон "О радиационной безопасности населения" № 3-ФЗ от 05.12.96 и "Нормы радиационной безопасности (НРБ-99) [17,18, 29].

Основная задача радиационного контроля (измерений радиации или радиоактивности) состоит в определении соответствия радиационных параметров исследуемого объекта (мощность дозы в помещении, содержание радионуклидов в строительных материалах и т.д.) установленным нормам.

а) воздух, продукты питания и вода

Для вдыхаемого воздуха, воды и продуктов питания нормируется содержание как техногенных, так и естественных радиоактивных веществ. В дополнение к НРБ-99 применяются "Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов [30]

б) стройматериалы

Нормируется содержание радиоактивных веществ из семейств урана и тория, а также калий-40 (в соответствии с НРБ-99). Удельная, эффективная активность ($A_{эфф}$) естественных радионуклидов в строительных материалах, используемых для вновь стоящих жилых и общественных зданий (1 класс), $A_{эфф} = A_{Ra} + 1,31A_{Th} + 0,085 A_K$ не должна превышать 370 Бк/кг, где A_{Ra} и A_{Th} - удельные активности радия-226 и тория-232, находящиеся в равновесии с остальными членами уранового и ториевого семейств, A_K - удельная активность К-40 (Бк/кг). Также применяются ГОСТ 30108-94 "Материалы и изделия строительные. Отметим, что согласно ГОСТ 30108-94 за результат определения удельной эффективной активности в контролируемом материале и установления класса материала принимается значение $A_{эфф м}$:

$$A_{эфф м} = A_{эфф} + DA_{эфф}, \text{ где } DA_{эфф} - \text{погрешность определения } A_{эфф}.$$

в) помещения

Нормируется суммарное содержание радона и торона в воздухе помещений: для новых зданий - не более 100 Бк/м³, для уже эксплуатируемых - не более 200 Бк/м³. В городе Москве применяются МГСН

2.02-97 "Допустимые уровни ионизирующего излучения и радона на участках застройки".

г) медицинская диагностика

Не устанавливаются предельные дозовые значения для пациентов, однако выдвигается требование минимально достаточных уровней облучения для получения диагностической информации.

д) компьютерная техника

Мощность экспозиционной дозы рентгеновского излучения на расстоянии 5 см от любой точки видеомонитора или персональной ЭВМ не должна превышать 100 мкР/час. Норма содержится в документе "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы" [31].

2.2. Действие радиации на человека

2.2.1 Причины опасности радиации

Радиация по самой своей природе вредна для жизни. Малые дозы облучения могут «запустить» не до конца еще установленную цепь событий, приводящую к раку или к генетическим повреждениям (рис. 1). При больших дозах радиация может разрушать клетки, повреждать ткани органов и явиться причиной скорой гибели организма.

Повреждения, вызываемые большими дозами облучения, обыкновенно проявляются в течение нескольких часов или дней. Раковые заболевания, однако, проявляются спустя много лет после облучения – как правило, не ранее чем через одно-два десятилетия. А врожденные пороки развития и другие наследственные болезни, вызываемые повреждением генетического аппарата, проявляются лишь в последующих поколениях: это дети, внуки и более отдаленные потомки индивидуума, подвергшегося облучению.

В то время как идентификация быстро проявляющихся («острых») последствий от действия больших доз облучения не составляет труда, обнаружить отдаленные последствия от малых доз облучения почти всегда оказывается очень трудно. Частично это объясняется тем, что для их проявления должно пройти много времени. Но даже и обнаружив какие-то эффекты, требуется еще доказать, что они объясняются действием радиации, поскольку и рак, и повреждения генетического аппарата могут быть вызваны не только радиацией, но и множеством других причин.

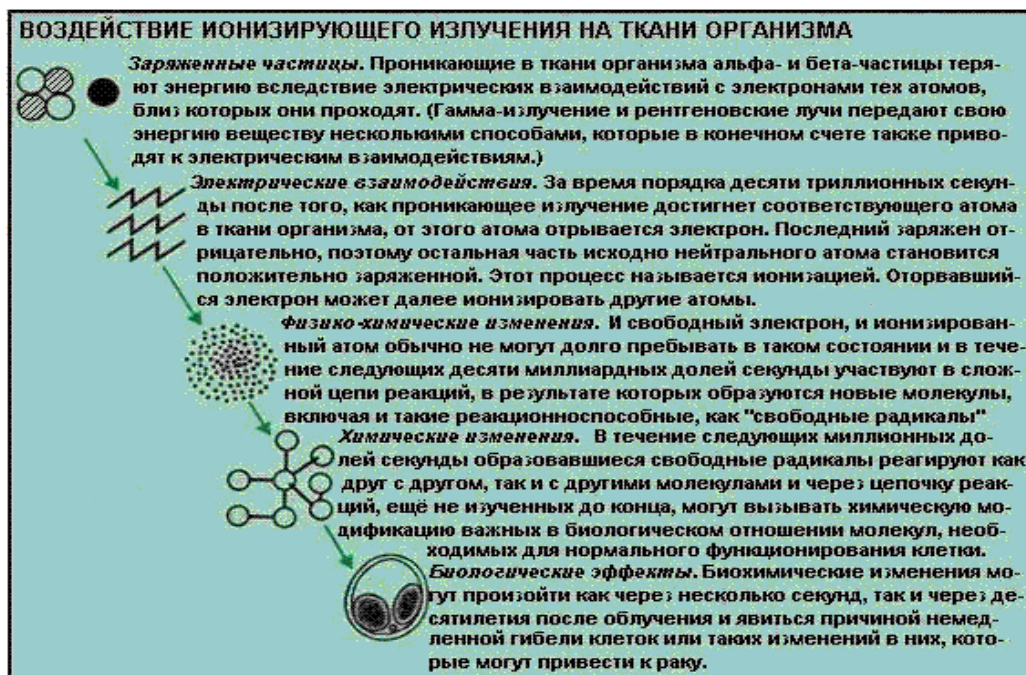


Рис. 1. Воздействие ионизирующего излучения на ткани организма.

Чтобы вызвать острое поражение организма, дозы облучения должны превышать определенный уровень. Однако, в то же самое время никакая доза облучения не приводит к этим последствиям во всех случаях. Даже при относительно больших дозах облучения далеко не все люди обречены на эти болезни: действующие в организме человека репарационные механизмы обычно ликвидируют все повреждения. Точно так же любой человек, подвергшийся действию радиации, совсем не обязательно должен заболеть раком или стать носителем наследственных болезней; однако вероятность, или риск, наступления таких последствий у него больше, чем у человека, который не был облучен. И риск этот тем больше, чем больше доза облучения



Рис. 2. Летальные дозы.

2.2.2. Реакция человека на облучение

Многолетний опыт позволил медикам получить обширную информацию о реакции тканей человека на облучение. Эта реакция для разных органов и тканей оказалась неодинаковой, причем различия очень велики (рис. 3).

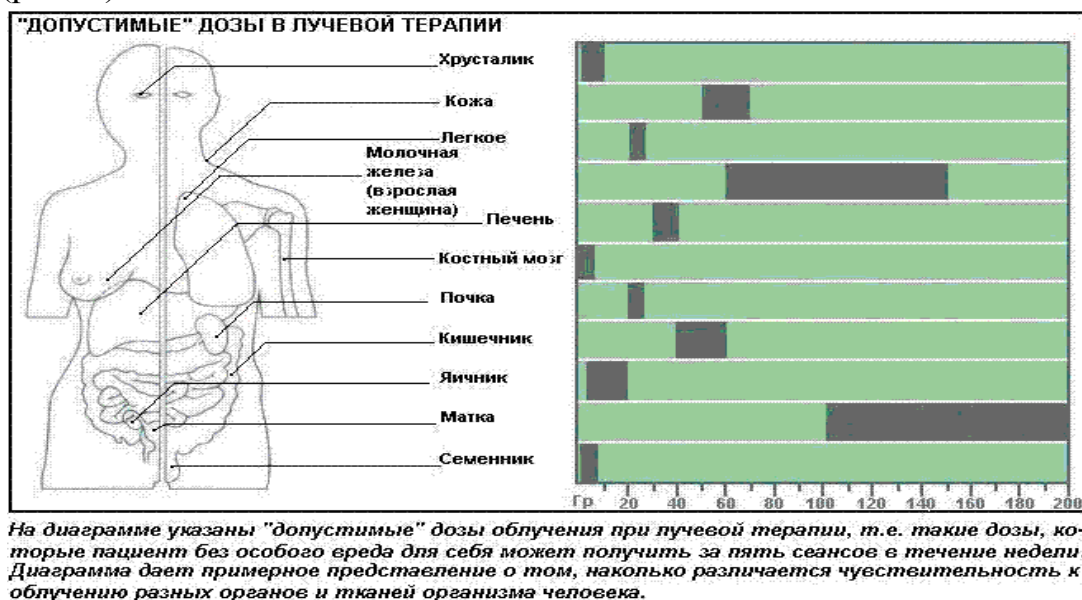


Рис. 3. Допустимые дозы в лучевой терапии

Величина же дозы, определяющая тяжесть поражения организма, зависит от того, получает ли ее организм сразу или в несколько приемов. Большинство органов успевает в той или иной степени залечить радиационные повреждения и поэтому лучше переносит серию мелких доз, нежели ту же суммарную дозу облучения, полученную за один прием.

Разумеется, если доза облучения достаточно велика, облученный человек погибнет. Во всяком случае, очень большие дозы облучения порядка 100 Гр вызывают настолько серьезное поражение центральной нервной системы, что смерть, как правило, наступает в течение нескольких часов или дней (рис. 34). При дозах облучения от 10 до 50 Гр при облучении всего тела поражение ЦНС может оказаться не настолько серьезным, чтобы привести к летальному исходу, однако облученный человек, скорее всего все равно умрет через одну-две недели от кровоизлияний в желудочно-кишечном тракте. При еще меньших дозах может не произойти серьезных повреждений желудочно-кишечного тракта или организм с ними справится, и тем не менее смерть может наступить через один-два месяца с момента облучения главным образом из-за разрушения клеток красного костного мозга-главного компонента кроветворной системы организма: от дозы в 3-5 Гр при облучении всего тела умирает примерно половина всех облученных. Таким

образом, в этом диапазоне доз облучения большие дозы отличаются от меньших лишь тем, что смерть в первом случае наступает раньше, а во втором – позже. Разумеется, чаще всего человек умирает в результате одновременного действия всех указанных последствий облучения. Исследования в этой области необходимы, поскольку полученные данные нужны для оценки последствий ядерной войны и действия больших доз облучения при авариях ядерных установок и устройств. [13,23]

Красный костный мозг и другие элементы кроветворной системы наиболее уязвимы при облучении и теряют способность нормально функционировать уже при дозах облучения 0,5-1 Гр. К счастью, они обладают также замечательной способностью к регенерации, и если доза облучения не настолько велика, чтобы вызвать повреждения всех клеток, кроветворная система может полностью восстановить свои функции. Если же облучению подверглось не все тело, а какая-то его часть, то уцелевших клеток мозга бывает достаточно для полного возмещения поврежденных клеток.

Репродуктивные органы и глаза также отличаются повышенной чувствительностью к облучению. Однократное облучение семенников при дозе всего лишь в 0,1 Гр приводит к временной стерильности мужчин, а дозы свыше двух грэев могут привести к постоянной стерильности: лишь через много лет семенники смогут вновь продуцировать полноценную сперму. Яичники гораздо менее чувствительны к действию радиации, по крайней мере у взрослых женщин. Но однократная доза > 3 Гр все же приводит к их стерильности, хотя еще большие дозы при дробном облучении никак не сказываются на способности к деторождению. Наиболее уязвимой для радиации частью глаза является хрусталик. Погибшие клетки становятся непрозрачными, а разрастание помутневших участков приводит сначала к катаракте, а затем и к полной слепоте. Чем больше доза, тем больше потеря зрения. Помутневшие участки могут образоваться при дозах облучения 2 Гр и менее. Более тяжелая форма поражения глаза – прогрессирующая катаракта – наблюдается при дозах около 5 Гр. Показано, что даже связанное с рядом работ профессиональное облучение вредно для глаз: дозы от 0,5 до 2 Гр, полученные в течение 10-20 лет, приводят к увеличению плотности и помутнению хрусталика.

Дети также крайне чувствительны к действию радиации. Относительно небольшие дозы при облучении хрящевой ткани могут замедлить или вовсе остановить у них рост костей, что приводит к аномалиям развития скелета.

Чем меньше возраст ребенка, тем сильнее подавляется рост костей. Суммарной дозы порядка 10 Гр, полученной в течение нескольких недель при ежедневном облучении, бывает достаточно, чтобы вызвать некоторые аномалии развития скелета. По-видимому, для такого действия радиации не существует никакого порогового эффекта. Оказалось также, что облучение мозга ребенка при лучевой терапии может вызвать изменения в его характере, привести к потере памяти, а у очень маленьких детей даже к слабоумию и идиотии. Кости и мозг взрослого человека способны выдерживать гораздо большие дозы.

Крайне чувствителен к действию радиации и мозг плода, особенно если мать подвергается облучению между восьмой и пятнадцатой неделями беременности. В этот период у плода формируется кора головного мозга, и существует большой риск того, что в результате облучения матери (например, рентгеновскими лучами) родится умственно отсталый ребенок.

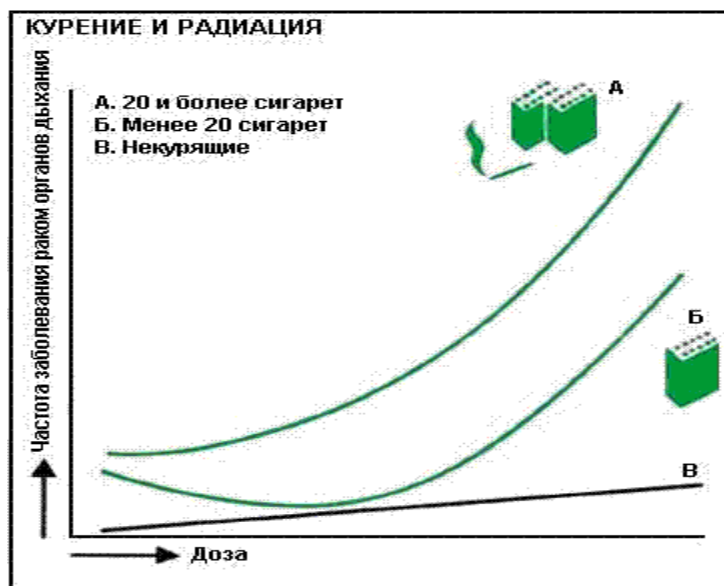
Большинство тканей взрослого человека относительно малочувствительны к действию радиации. Почки выдерживают суммарную дозу около 23 Гр, полученную в течение пяти недель, без особого для себя вреда, печень – по меньшей мере, 40 Гр за месяц, мочевой пузырь – по меньшей мере, 55 Гр за четыре недели, а зрелая хрящевая ткань – до 70 Гр. Легкие – чрезвычайно сложный орган – гораздо более уязвимы, а в кровеносных сосудах незначительные, но, возможно, существенные изменения могут происходить уже при относительно небольших дозах.

Рак – наиболее серьезное из всех последствий облучения человека при малых дозах, по крайней мере, непосредственно для тех людей, которые подверглись облучению. Несмотря на все исследования, оценка вероятности заболевания людей раком в результате облучения не вполне надежна. Имеется масса полезных сведений, полученных при экспериментах на животных, однако, несмотря на их очевидную пользу, они не могут в полной мере заменить сведений о действии радиации на человека. Для того чтобы оценка риска заболевания раком для человека была достаточно надежна, полученные в результате обследования людей сведения должны удовлетворять целому ряду условий. Должна быть известна величина поглощенной дозы. Излучение должно равномерно попадать на все тело либо, по крайней мере, на ту его часть, которая изучается в настоящий момент. Облученное население должно проходить обследования регулярно в течение десятилетий, чтобы успели проявиться все виды раковых заболеваний. Диагностика должна быть достаточно качественной,

позволяющей выявить все случаи раковых заболеваний. Очень важно также иметь хорошую «контрольную» группу людей, сопоставимую во всех отношениях (кроме самого факта облучения) с группой лиц, за которой ведется наблюдение, чтобы выяснить частоту заболевания раком в отсутствие облучения. И обе эти популяции должны быть достаточно многочисленны, чтобы полученные данные были статистически достоверны. Ни один из имеющихся материалов не удовлетворяет полностью всем этим требованиям.

Дети более чувствительны к облучению, чем взрослые, а при облучении плода риск заболевания раком, по-видимому, еще больше. В некоторых работах действительно сообщалось, что детская смертность от рака больше среди тех детей, матери которых в период беременности подверглись воздействию рентгеновских лучей, однако НКДАР пока не убежден, что причина установлена верно [12,20, 21, 22, 23]

Очевидно, что этот вопрос чрезвычайно важен, потому что радиация присутствует всюду, а в современной жизни много разнообразных агентов, которые могут с ней взаимодействовать. Серьезные доказательства были получены для табачного дыма. Оказалось, что шахтеры урановых рудников из числа курящих заболевают раком гораздо раньше (рис. 4). В остальных случаях данных явно недостаточно, и необходимы дальнейшие исследования.



Смертность от рака органов дыхания как функция дозы облучения, обусловленной дочерними продуктами радиоактивного распада радона, для трех групп рабочих урановых рудников: среди заядлых курильщиков, выкуривающих более 20 сигарет в день (кривая А), среди «умеренных» курильщиков, выкуривающих менее 20 сигарет в день (кривая Б), и среди некурящих (кривая В).

Рис. 4. Курение и радиация.

Изучение *генетических последствий* облучения связано с еще большими трудностями, чем в случае рака. Во-первых, очень мало известно о том, какие повреждения возникают в генетическом аппарате человека при облучении; во-вторых, полное выявление всех наследственных дефектов происходит лишь на протяжении многих поколений; и, в-третьих, как и в случае рака, эти дефекты невозможно отличить от тех, которые возникли совсем по другим причинам.

Около 10% всех живых новорожденных имеют те или иные генетические дефекты, начиная от необременительных физических недостатков типа дальтонизма и кончая такими тяжелыми состояниями, как синдром Дауна, хорей Гентингтона и различные пороки развития. Многие из эмбрионов и плодов с тяжелыми наследственными нарушениями не доживают до рождения: согласно имеющимся данным, около половины всех случаев спонтанного аборта связаны с аномалиями в генетическом материале. Но даже если дети с наследственными дефектами рождаются живыми, вероятность для них дожить до своего первого дня рождения в пять раз меньше, чем для нормальных детей.

2.2.3. Оценка радиационного риска

Несколько настораживает сообщение о том, что у людей, получающих малые избыточные дозы облучения, действительно наблюдается повышенное содержание клеток крови с хромосомными нарушениями. Этот феномен при чрезвычайно низком уровне облучения был отмечен у жителей курортного местечка Бадгастайн в Австрии и там же среди медицинского персонала, обслуживающего радоновые источники с целебными, как полагают, свойствами. Среди персонала АЭС в ФРГ, Великобритании и США, который получает дозы, не превышающие предельно допустимого, согласно международным стандартам, уровня, также обнаружены хромосомные аномалии. Но биологическое значение таких повреждений и их влияние на здоровье человека пока не выяснены.

Согласно оценкам, полученным при первом подходе, доза в 1 Гр, полученная при низком уровне радиации только особями мужского пола, индуцирует появление от 1000 до 2000 мутаций, приводящих к серьезным последствиям, и от 30 до 1000 хромосомных аберраций на каждый миллион живых новорожденных.

Оценки, полученные для особей женского пола, гораздо менее определены, но явно ниже; это объясняется тем, что женские половые

клетки менее чувствительны к действию радиации. Согласно ориентировочным оценкам, частота мутаций составляет от 0 до 900, а частота хромосомных aberrаций – от 0 до 300 случаев на миллион живых новорожденных.

Согласно оценкам, полученным вторым методом, хроническое облучение при мощности дозы в 1 Гр на поколение (для человека – 30 лет) приведет к появлению около 2000 серьезных случаев генетических заболеваний на каждый миллион живых новорожденных среди детей тех, кто подвергся такому облучению. Этим методом пользуются также для оценки суммарной частоты появления серьезных наследственных дефектов в каждом поколении при условии, что тот же уровень радиации будет действовать все время. Согласно этим оценкам, примерно 15 000 живых новорожденных из каждого миллиона будут рождаться с серьезными наследственными дефектами из-за такого радиационного фона.

2.3. Источники радиации

Основную часть облучения население земного шара получает от естественных источников радиации (рис.6). Большинство из них таковы, что избежать облучения от них совершенно невозможно. На протяжении всей истории существования Земли разные виды ионизирующие излучения падают на поверхность Земли из космоса и поступают от радиоактивных веществ, находящихся в земной коре. Человек подвергается облучению двумя способами. Радиоактивные вещества могут находиться вне организма и облучать его снаружи; в этом случае говорят о внешнем облучении. Или же они могут оказаться в воздухе, которым дышит человек, в пище или в воде и попасть внутрь организма. Такой способ облучения называют внутренним.

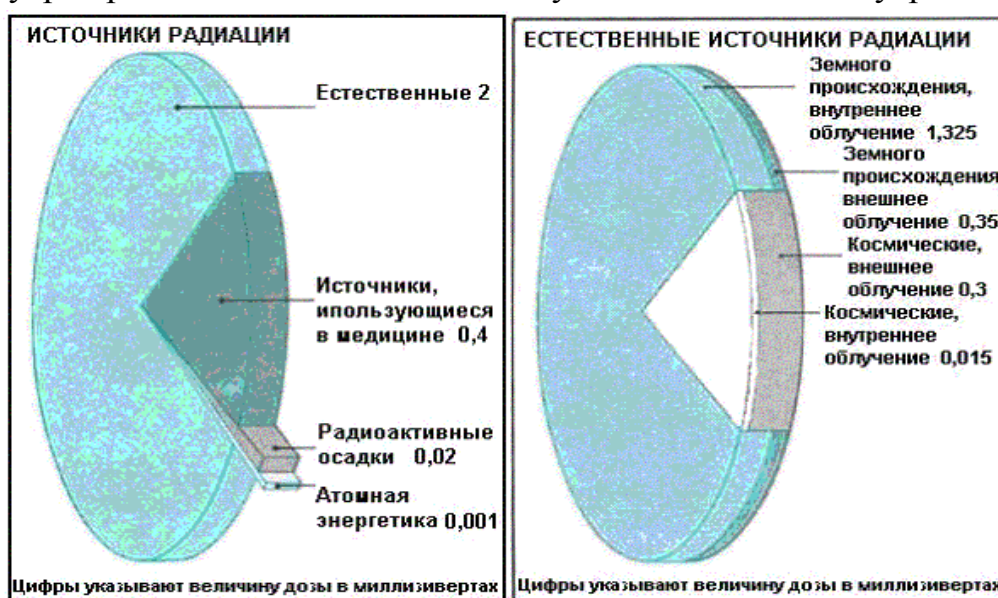


Рис. 5. Источники радиации.

Облучению от естественных источников радиации подвергается любой житель Земли, однако одни из них получают большие дозы, чем другие. Это зависит, в частности, от того, где они живут. Уровень радиации в некоторых местах земного шара, там, где залегают особенно радиоактивные породы, оказывается значительно выше среднего, а в других местах – соответственно ниже. Доза облучения зависит также от образа жизни людей. Применение некоторых строительных материалов, использование газа для приготовления пищи, открытых угольных жаровен, герметизация помещений и даже полеты на самолетах – все это увеличивает уровень облучения за счет естественных источников радиации. [6,11,24,25]

Земные источники радиации в сумме ответственны за большую часть облучения, которому подвергается человек за счет естественной радиации. В среднем они обеспечивают более 5/6 годовой эффективной эквивалентной дозы, получаемой населением, в основном вследствие внутреннего облучения. Остальную часть вносят космические лучи, главным образом путем внешнего облучения (рис. 5).

Источниками ионизирующих излучений в околоземном пространстве являются:

- потоки космических лучей, образованные галактическими космическими лучами и космическим излучением Солнца, возникающим при интенсивных хромосферных вспышках;
- радиационные пояса Земли (искусственные и естественные), расположенные на расстояниях от нескольких сотен до нескольких десятков тысяч километров от поверхности Земли;
- при полетах к некоторым планетам, например, к Юпитеру, КА может быть подвержен воздействию ИИ радиационных поясов этих планет.

3. Практическая часть

3.1. Назначение дозиметра



Модель ДРГ-01Т1 позволяет так же измерять и мощность рентгеновского излучения. Модель имеет подсвет шкалы, что позволяет использовать их в условиях плохой видимости. Имеется встроенный контроль разряда батареи. Дозиметр признан эталонным в странах СНГ и показал себя при

работе на Чернобыльской АЭС на уровне лучших зарубежных дозиметров этого класса. Дозиметры ДРГ-01Т1 широко используются также в структурах МЧС и Министерства Обороны. Данная модель сертифицирована и имеет сертификат: ДРГ-01Т1 сертификат № 5865 Гос. Реестр № 11036-98. Приемка осуществляется Госстандартом России.

Дозиметр ДРГ-01Т1 -цифровой широкодиапазонный носимый дозиметр мощности экспозиционной дозы фотонного излучения (далее - дозиметр).

3.2. Технические характеристики.

Дозиметр обеспечивает измерение мощности экспозиционной дозы в интервале энергий фотонов от 0,050 МэВ до 3,0 МэВ. Дозиметр обеспечивает измерение мощности экспозиционной дозы в двух режимах работы: режим-"Поиск"; режим-"Измерение"

Дозиметр в режиме работы "Измерение" обеспечивает измерение мощности экспозиционной дозы в диапазоне от 0,010 мР/ч до 9,999 Р/ч с разбивкой всего диапазона на два поддиапазона:
1 - от 0,010 мР/ч до 9,999 мР/ч;

2- от 0,010 Р/ч до 9,999 Р/ч

В режиме работы "Поиск" дозиметр обеспечивает измерение мощности экспозиционной дозы в диапазоне от 0,10 мР/ч до 99,99 Р/ч с разбивкой всего диапазона на два поддиапазона:

1 - от 0,10 мР/ч до 99,99 мР/ч

2 - от 0,10 Р/ч до 99,99 Р/ч

Время измерения в режиме работы "Измерение" не превышает 25 с, в режиме "Поиск"-2,5 с.

Время установления рабочего режима при нормальных условиях не более 5 с.

Примечание. Нормальным климатическим условиям соответствуют: температура окружающего воздуха (20 ± 5) °С; относительная влажность воздуха (от 30 до 80)%; атмосферное давление (от 84 до 106,7) кПа.

3.3. Устройство и принцип работы.

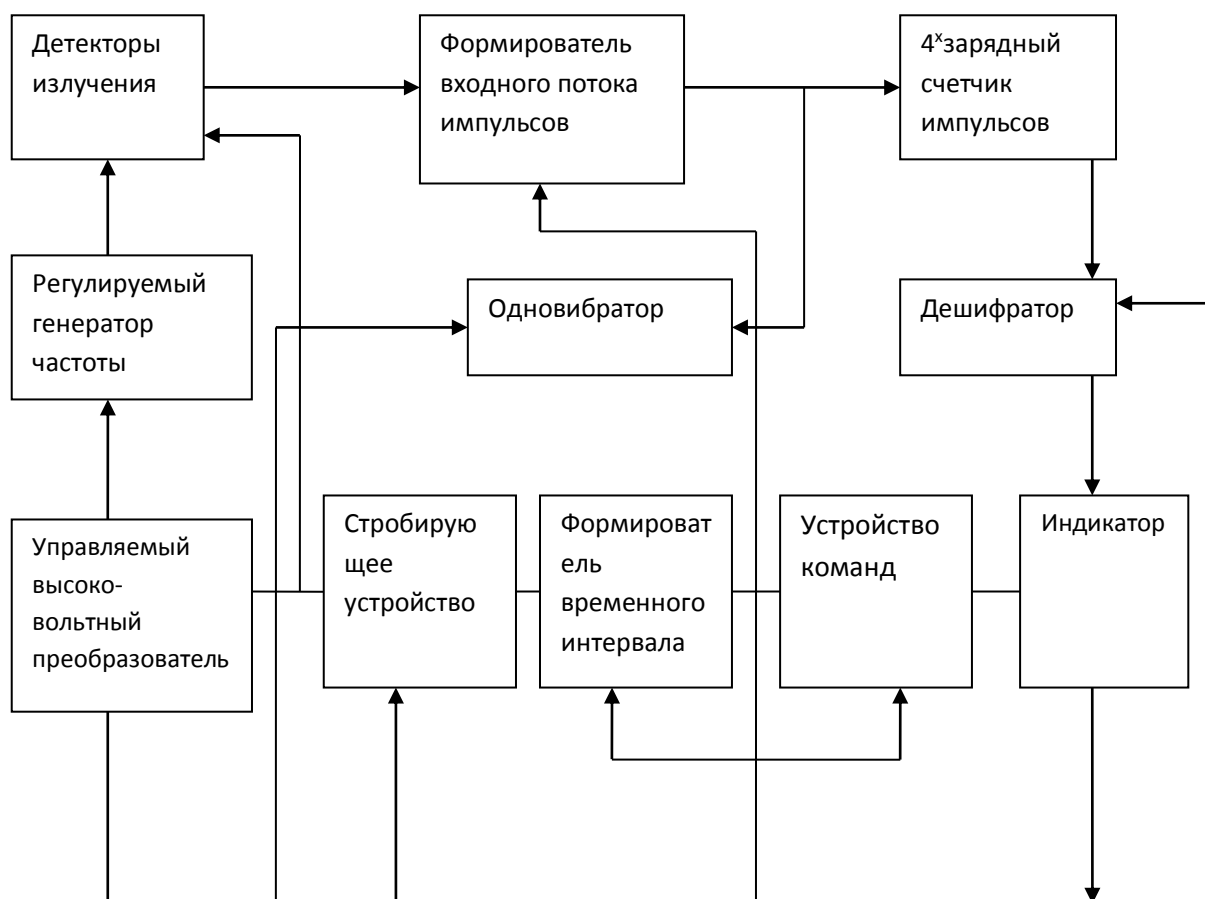


Рис.6. Структурная схема дозиметра

В газоразрядных счетчиках СБМ-20, СИ 34Г (СИ 40Г) под воздействием гамма-квантов генерируются электрические импульсы тока, поступающие на формирователь входного потока импульсов, входной каскад которого преобразует импульсы тока в импульсы напряжения с амплитудой, необходимой для регистрации дальнейшей счетной схемой. С выхода делителя частоты формирователя импульсного потока импульсы поступают на четырехразрядный счетчик.

Принцип работы дозиметра

Принцип работы дозиметра заключается в следующем:

фотонное излучение, воздействуя на газоразрядные счетчики, вызывает появление в них электрических импульсов тока, которые поступают на входной каскад, выполненный на транзисторе А2 - VT1, по схеме с общей базой. Входной каскад преобразует импульсы тока в импульсы напряжения, которые с коллектора А2 - VT1 через контакты переключателя режимов работы (ИЗМЕР - ПОИСК) поступают на С вход делителя частоты А2-ДД2.1.

С выхода делителя входная частота с детекторов, пересчитанная с коэффициентом 2, поступает в устройство индикации А1 для дальнейшей обработки.

3.4. Конструкция дозиметра

Конструктивно дозиметр выполнен из двух частей: литого корпуса и крышки, соединенных между собой тремя винтами.

Внутри литого корпуса расположены три платы печатного монтажа с размещенными на них деталями электронной схемы: плата индикации (А1); плата управления (А2); плата детекторов (А3).

На лицевую панель корпуса вынесены: 1)табло жидкокристаллического индикатора; 2)ручка переключателя поддиапазонов измерения и включения дозиметра: мР/ч-Р/ч-ВЫКЛ; 3)ручка переключателя режимов работы: ИЗМЕР - ПОИСК - КОНТР;

4)кнопка сброса показаний СБРОС; 5)кнопка подсветки шкалы индикатора.

На боковой поверхности корпуса имеется паз для доступа к регулировочным винтам потенциометров, закрываемый планкой .

3.5. Подготовка к работе.

Изучить до начала работы с дозиметром настоящий паспорт, принцип работы и назначение органов управления. Произвести внешний осмотр. Установить в отсеке питания батарею "Корунд", соблюдая полярность.

Включить дозиметр, для чего установить переключатель поддиапазона в одно из положений: мР/ч или Р/ч, а переключатель режимов работы в положение КОНТР.

Осуществить сброс показаний нажатием кнопки СБРОС. На цифровом табло при правильном функционировании счетных устройств дозиметра

и пригодности источника питания должно отображаться число **0513+1**

Прибор готов к работе.

3.6. Порядок работы.

Установить переключатель режимов работы в положение ПОИСК, переключатель поддиапазонов измерения в положение мР/ч.

Произвести сброс показаний нажатием кнопки СБРОС.

Определить направление излучения по максимальным показаниям на цифровом табло, ориентируя дозиметр в пространстве. Отсчет показаний производится непосредственно в единицах установленного поддиапазона измерения.

При эксплуатации дозиметра в условиях повышенной влажности воздуха и минусовой температуре необходимо использовать форсированный режим работы преобразователя высокого напряжения, для чего нажать кнопку СБРОС и удерживать ее в течение всего цикла измерения в режимах работы "Поиск" или "Измерение". [26, 27,28, 29]

4. Обсуждение результатов

Современная радиозэкологическая обстановка на территории КБР характеризуется суммарным воздействием естественных (природных) и техногенных (антропогенных) факторов. По данным [4] природный радиационный фон (гамма-фон) до Чернобыльской катастрофы в среднем по республике составлял 12 мкР/час. В таблице 1 приведены значения уровня радиации после Чернобыльской катастрофы.

Таблица 1.

Изменение средних значений гамма - фона после Чернобыльской катастрофы 1986г. по территории КБР.

Дата замера	Средние значения радиационного фона, мкР/час
Май 1986 г.	60-80
Июль 1986 г.	25-30
1987 г.	21
1988 г.	20
1989 г.	18
1990 г.	17
1995 г.	17
2000 г.	16
2010 г.	15,8
2015 г.	15,5
2019 г.	15,5

Как видно на рисунке 7, после взрыва на Чернобыльской АЭС 26 апреля 1986 года идет резкий скачок значений гамма-фона.

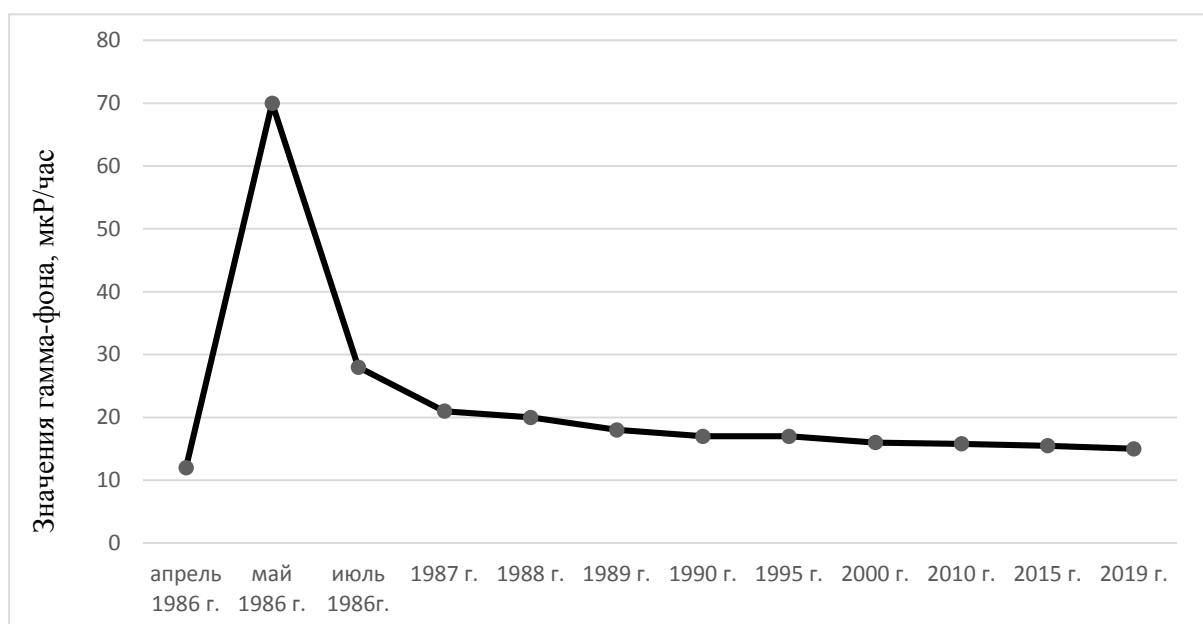


Рис. 7. Зависимость среднего значения гамма-фона от времени на территории Кабардино-Балкарской Республики

Измерение радиационного фона было проведено в ряде районов города Нальчика в различное время суток и время года. В ходе проделанных исследований получен ряд результатов, представленных в таблице 2. Из таблицы видно, что ни в одном из пунктов исследования не наблюдается превышение допустимого фона. Также можно сделать вывод, что в дневное время суток наблюдается небольшое увеличение мощности экспозиционной дозы. Вероятно, это зависит от солнечной радиации, которая наибольшей активности достигает в обеденное время.

Таблица 2.

Измерение мощности экспозиционной дозы в зависимости от времени суток и времени года.

№	Место замера	Время суток	Мощность экспозиционной дозы, мкР/ч			Погрешность измерения, мкР/ч (\pm)		
			январь	март	апрель	январь	март	апрель
1.	Стрелка (район рынка)	Утро	12,2	10,4	14,4	4,49	3,95	3,68
		Обед	17,8	13,8	15,8	2,82	3,97	3,22
		Вечер	13,2	12	14,8	4,27	4,13	3,16
2.	Долинск (угол, Канукоева-	Утро	14	15,6	15,4	3,91	3,94	3,57
		Обед	13	12	15,2	4,09	4,23	3,06
		Вечер	12,6	12,8	15,6	4,18	4,26	3,45

Шогенцукова)								
3.	Дубки (район рынка)	Утро	13,2	13,2	14,8	4,09	4,78	3,97
		Обед	14,6	13	16,6	3,82	3,48	2,98
		Вечер	12,6	13,4	16,4	4,18	3,45	3,51
4.	Угол улиц Головки-Колужного	Утро	12,6	12,6	15,8	4,23	4,29	3,73
		Обед	15,4	13,2	15	3,41	4,39	3,82
		Вечер	14	13,2	15,2	3,75	3,47	3,61
5.	Угол улиц 2-Промпоезд - Кабардинская	Утро	12,6	12,6	15,8	4,23	4,64	3,69
		Обед	15,4	13,2	15	3,41	4,17	3,39
		Вечер	17,4	18	16,8	3,08	2,73	3,21
6.	Улица Ногмова (около центральной библиотеки)	Утро	17,2	15	16,8	2,69	3,81	2,97
		Обед	17,6	17,6	18,8	2,46	3,07	2,97
		Вечер	15	15,4	17,2	3,48	3,67	2,98

На рисунке 8 представлена диаграмма, отражающая зависимость мощности экспозиционной дозы от времени года. Из рисунка видно, что наибольшие значения наблюдаются в апреле месяце. Опять же, можно сказать, что увеличение радиационного фона связано с естественным источником излучения – Солнцем, которое было более активным в данном месяце.

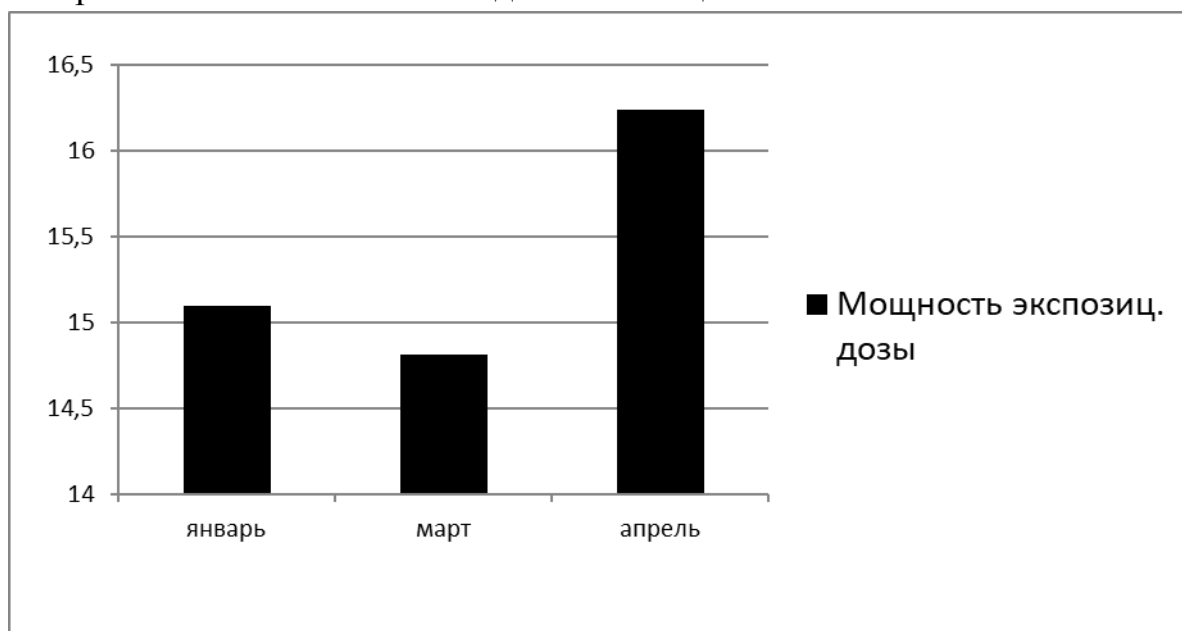


Рис. 8. Зависимость мощности экспозиционной дозы от времени года.

Участки со средними значениями радиационного фона закономерно занимают направления с юго-востока на северо-восток, которое вполне согласуется, с одной стороны, с направлением преобладающих для г. Нальчик ветров, а с другой – с простиранием основных магистралей города (пр. Ленина, пр.Шогенцукова). Повышенные значения радиации имеются в промышленных зонах, в частности район гидromетзавода.

5. Выводы

1) Основываясь на полученных результатах, можно сделать выводы о том, что превышения допустимой нормы естественного радиационного фона в местах, где были проведены замеры, не обнаружено.

2) Наибольшее значение мощности экспозиционной дозы наблюдается в дневное время суток в апреле месяце.

3) Усреднив значения мощности экспозиционной дозы за каждый месяц, в ходе которых делались измерения, мы выявили, что наибольшее среднее значение наблюдается в мае месяце и составляет -16,24 мкР/ч, далее идет декабрь - 15,12 мкР/ч, и последний март - 14,81 мкР/ч.

4) Полученные результаты могут быть использованы при выборе места жительства, при планировании предприятий сельского хозяйства и для дальнейшего изучения радиационного фона данной местности.

6. Библиография

1. О.И. Василенко, Радиационная экология. М.: Медицина, 2004 – 216 с.
- Н.П.Дубинин, Эволюция популяций и радиация, 1966
2. Десмет Г .,Радиоэкология: тенденции развития и будущее в свете социальных изменений. Рад. биол. Радиоэкология. 2001, 40, № 3 331
3. Пивоваров, Ю. П. Радиационная экология : учеб. пособие для вузов / Ю. П.
4. Пивоваров, В. П. Михалев. - М. : Академия , 2004. - 238 с., ил.
4. Конгапшев А.А., Кертиева Л.Э. Исследование радиационного фона г.Нальчик // Экология, биология: Сборник докладов Всер. науч.- практ. конференции «Актуальные проблемы естественных наук». Грозный, 2019. С. 221-225.
5. Смирнов, С. Н. Радиационная экология : учеб. пособие / С. Н. Смирнов. - М. : МНЭПУ , 2000. - 334 с.
- 6.Максимов М.Т., Радиоактивные загрязнения и их измерения., 1968 г., 256с.
7. Радиоактивные индикаторы в химии. 1975 г. 328 с.
8. Несмеянов А.Н., Радиохимия., 1972 г.
9. Ширинов Х., Дозиметрические величины и единицы ., 1968 г.,450 с.
10. Ниеолаев А.В., Краткий курс радиохимии., 1969 г., 198 с.

11. Барабой В.А., Кириченский Б.Р., Ядерные излучения и жизнь., 1972 г.
12. Рекомендации по использованию в системе ГО дозиметрических приборов выпускаемых для народного хозяйства., 1962 г.
13. Радиационные риски и безопасность населения. //ЭкиП, 2001 г. июль.
14. Гусев Н.Г., Беляев В.А., Радиоактивные выбросы в биосфере.1991г.,169с.
15. Цыпина С.Г., Защита от ядерных излучений., 1969 г., 223 с.
16. Фельолока Г., Радиационная химия УВ., 1985 г., 267 с.
17. Гольцев В.П., Радиационное материаловедение., 1977 г.
18. Несмеянов А.Н., Прошлое и настоящее радиохимии. 1985 г.
19. Чистов Е.Д., Ларичев А.В., Обеспечение радиационной безопасности в радиационной химической технологии.
20. Оптимизация радиационной защиты на основе анализа соотношения затрат-выгода., 1985 г.
21. Гл.ред. Прохоров А.М., Советский энциклопедический словарь., 1990 г.
22. Егорова Ю.А., Биологическая защита ядерных реакторов.,1965 г.
23. Голубев Б.П., Дозиметрия и защита от ионизирующих излучений., 1971г.
24. Радиоактивные индикаторы в химии., Пособие.,1977 г., 183с.
25. Старик И.Е., Основы радиохимии., 1962 г.
26. Абрамов И.Г. Глобальные проблемы тепловой энергетики. //ЭкиП, апрель 2003 г. 29 с.
27. Какая энергетика экономичней . //ЭкиП, март 2003 г.
28. Паспорт дозиметра ДРГ- 01Т1, ГБ 2.805.002 ПС.
29. Санитарные правила СП 2.6.1.1292-03".
30. СанПиН 2.3.2.560-96.
31. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.