

Всероссийский конкурс исследовательских и проектных работ школьников  
«Высший пилотаж»

Всероссийский конкурс-конференция школьников «Авангард»

**Мониторинговые исследования радиационного фона**

**в школе и жилых помещениях села Шаткино**

Исследовательская работа

Направление «Физика»

Авторы: Плаксина Кристина Владимировна,  
Шиндина Дарина Васильевна,  
учащиеся 8 класса,  
МБОУ ООШ с. Новое Шаткино

2024 г.

## Содержание

1. Введение .....	с. 3-4
• актуальность проблемы, гипотеза исследования .....	4
• цель и задачи исследования .....	4
• обзор литературы, методы исследования .....	4
2. Радиоактивность, радиация и радиационный фон .....	5 – 7
3. Технические характеристики дозиметра РАДЕКС 1503.....	8
4. Исследование радиационного фона с. Шаткино .....	с. 9-10
4.1. Социологический опрос.....	9
4.2. Исследование радиационного фона в МОУ СОШ с. Н. Шаткино .....	9
4.3. Исследование радиационного фона в квартирах .....	10
5. Выводы .....	10
6. Литература .....	11
7. Приложения .....	12-18

## 1. Введение

«Мой дом — моя крепость», — гласит популярная пословица. В своем доме каждый человек должен быть уверенным в том, что ничто не угрожает его здоровью. Однако для этого надо знать, какие именно могут возникнуть опасности и как их избежать. Краткие сведения об этом приведены в таблице 1 «Физика и экология жилища»<sup>1</sup> (приложение А).

Отношение людей к той или иной опасности определяется тем, насколько хорошо она им знакома. Имеются опасности, о существовании которых люди часто и не подозревают и которые почти не привлекают к себе внимания. Возможно, именно этим объясняется тот факт, что в большинстве стран не обсуждается вопрос об облучении, связанном с наличием радона в закрытых помещениях, или вопрос о неоправданно больших дозах облучения при рентгенологических обследованиях. С другой стороны, то, что слишком хорошо известно, перестает вызывать страх<sup>2</sup>.

Среди вопросов, представляющих научный интерес, немногие приковывают к себе столь постоянное внимание общественности и вызывают так много споров, как вопрос о действии радиации на человека и окружающую среду. Есть все основания утверждать, что дебаты по поводу радиации и ее воздействия вряд ли утихнут в ближайшем будущем. Радиация действительно смертельно опасна. При больших дозах она вызывает серьезные поражения тканей, а при малых может вызвать рак и индуцировать генетические дефекты, 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 долю радиации, порождаемой деятельностью человека; значительно большие дозы мы получаем от других, вызывающих гораздо меньше нареканий, форм этой деятельности, например, от применения рентгеновских лучей в медицине. Кроме того, такие формы повседневной деятельности, как сжигание угля и использование воздушного транспорта, в особенности же постоянное пребывание в хорошо герметизированных помещениях, могут привести к значительному увеличению уровня облучения за счет естественной радиации<sup>3</sup>.

Слово «радиация» у большинства людей вызывает страх. И это понятно. Радиация не имеет запаха, вкуса, не причиняет боли — у человека отсутствуют органы чувств, которые могли бы воспринимать даже значительные дозы ионизирующих излучений. О том, что они есть, говорят

---

<sup>1</sup> Миннуллина Р.Н. Экологические таблицы по физике

<sup>2</sup> Радиация. Дозы, эффекты, риск: Пер. с англ. Ю.А. Банникова, - М.: Мир, 1990.- с. 45

<sup>3</sup> Радиация. Дозы, эффекты, риск: Пер. с англ. Ю.А. Банникова, - М.: Мир, 1990 - с. 5

показания дозиметрической аппаратуры и последствия – результат взаимодействия излучений с веществом. Эта особенность радиации и породила многочисленные страхи, которые усилились после аварий на атомных электростанциях, предприятиях по переработке радиоактивных материалов и обнаружений свалок радиоактивных отходов.

Есть ли сегодня основания для беспокойства у жителей села Шаткино? Считаем, что проблема исследования радиационного фона является очень **актуальной**. Поэтому мы решили проверить радиационную обстановку в школе и в некоторых квартирах с. Шаткино.

**Гипотеза:** если измерить уровень радиации при помощи бытового дозиметра, то можно оценить степень радиационной опасности в данной местности, а также выяснить, от чего зависит этот уровень.

**Целью** работы является определение уровня радиационного фона жилых и учебных помещений села Шаткино.

**Задачи исследования:**

1. Изучить научно-популярную литературу по теме исследования.
2. Изучить принцип работы дозиметра РАДЕКС 1503.
3. Измерить уровень радиационного фона в школе и некоторых домах при помощи дозиметра.
4. Провести сравнение со стандартами нормальных показаний и сделать выводы.

**Обзор используемой литературы**

Основой нашего исследования стала информация, опубликованная в книге «Радиация. Дозы, эффекты, риск». Книга представляет собой обзор данных, собранных Научным комитетом по действию атомной радиации при ООН за 30 лет его деятельности. Рассмотрены вопросы влияния радиации на жизнедеятельность, предельно допустимые дозы, а также наблюдаемые уровни радиоактивности в окружающей среде. В книге «Радиация, жизнь, разум» подробно рассматривается проблема сквозь призму исторического опыта и дается аргументированный ответ на вопрос, не преувеличиваем ли мы степень той опасности, которая связана с радиацией.

Методы исследований излагаются в книге В. Ф. Шилова «Лабораторные работы в школе и дома: квантовая физика». Пособие предназначено для учащихся средней школы. В нём описывается система лабораторных работ по атомной и ядерной физике с использованием традиционных и современных цифровых приборов.

Значения величин, полученных в ходе выполнения измерений дозиметром, сравнивали с нормами радиационной безопасности НРБ-99/2009, описанными в санитарных правилах и нормах СанПин 2.6.1.2523-09.

**Методы исследования:** теоретические (анализ, сравнение, обобщение); эмпирические (беседа, обследование, эксперимент).

## 2. Радиоактивность, радиация и радиационный фон

Радиоактивность – отнюдь не новое явление; новизна состоит лишь в том, как люди пытались ее использовать. И радиоактивность, и сопутствующие ей ионизирующие излучения существовали на Земле задолго до зарождения на ней жизни и присутствовали в космосе до возникновения самой Земли. Ионизирующее излучение сопровождало и Большой взрыв, с которого, как мы сейчас полагаем, началось существование нашей Вселенной около 20 миллиардов лет назад. С того времени радиация постоянно наполняет космическое пространство. Радиоактивные материалы вошли в состав Земли с самого ее рождения. Даже человек слегка радиоактивен, так как во всякой живой ткани присутствуют в следовых количествах радиоактивные вещества<sup>4</sup>.

Радиоактивность — это процесс самопроизвольного выделения энергии с постоянной скоростью, присущей данному виду ядер (радионуклидов, т.е. ядер, способных к радиоактивному распаду). Термин «радиоактивность» был предложен Марией Кюри, одной из первых, начавших исследования этого природного явления<sup>5</sup>. Явление радиоактивности было открыто в 1896 году французским ученым Анри Беккерелем. В настоящее время оно широко используется в науке, технике, медицине, промышленности. Радиоактивные элементы естественного происхождения присутствуют повсюду в окружающей человека среде. В больших объемах образуются искусственные радионуклиды, главным образом в качестве побочного продукта на предприятиях оборонной промышленности и атомной энергетики. Попадая в окружающую среду, они оказывают воздействия на живые организмы, в чем и заключается их опасность<sup>6</sup>.

Радиационный фон - это то, что является естественным и неизбежным фактором в окружающей нас среде. Уровни радиационного фона могут быть очень разными и непостоянными. Так, например, люди, живущие в областях, богатых гранитом или на минерализованных песках, получают больше земной радиации чем другие, в то время как люди, проживающие или работающие на высокогорье, получают большее количество космической радиации. Достаточно высокий уровень экспозиции (более 50 %) мы получаем из-за радона, радиоактивного газа, который просачивается из-под земной коры и всегда присутствует в воздухе, который мы вдыхаем<sup>7</sup>.

---

<sup>4</sup> Радиация. Дозы, эффекты, риск: Пер. с англ. Ю.А. Банникова, - М.: Мир, 1990.- с. 6

<sup>5</sup> Бейлин В.А., Боровик А.С., Малышевский В.С. Радиация, жизнь, разум: Научно-популярное издание, Ростов-на-Дону, 2001 – с. 12

<sup>6</sup> Лекции по дозиметрии и защите. СПб.: Политехн. ун-т, 2016. с. 4

<sup>7</sup> Бейлин В.А., Боровик А.С., Малышевский В.С. Радиация, жизнь, разум: Научно-популярное издание, Ростов-на-Дону, 2001 – с. 33

Избежать облучения ионизирующим излучением невозможно. Жизнь на Земле возникла и продолжает развиваться в условиях постоянного облучения. Радиационный фон Земли складывается из трех компонентов:

1. естественный фон излучения – космическое излучение и излучение от рассеянных в земной коре, воздухе и других объектах внешней среды природных радионуклидов;
2. технологически повышенный радиационный фон – облучение от естественных радионуклидов, повышенное в результате технической деятельности человека;
3. излучение от искусственных (техногенных) радионуклидов и других источников излучения, созданных человеком.

Примерную структуру природных и техногенных источников ИИ, формирующих годовую дозу облучения населения России, можно представить следующим образом:

- 54% – радон, содержащийся в жилище и атмосфере;
- 14% – медицинская радиология;
- 11% – излучения от вдыхаемого воздуха, потребления пищи и воды;
- 8% – горные породы и почвы;
- 8% – космические излучения;
- 3% – антропогенные источники;
- 2% – ядерные испытания.

Таким образом, более 90% облучения человек получает за счет природных ИИ и при медицинских обследованиях. В условиях нормальной радиационной обстановки эффективная доза облучения населения от всех источников излучения в среднем по России составляет приемлемый уровень – до 5 мЗв в год<sup>8</sup>.

Основные понятия, формулы и единицы доз, соотношения между единицами доз и биологическое действие разовых эффективных доз приведены в таблицах 2–4 (прилож. Б).

Сегодня мы с вами живём в век повышенной радиоактивности, и, величина допустимого уровня в 0,1- 0,2 мкЗв/ч (10- 20 мкР/с) считается нормальной, уровень 0,2- 0,6 мкЗв/ч (20- 60 мкР/ч) считается допустимым, а уровень свыше 0,6-1,2 мкЗв/ч (60- 120 мкР/ч) признан повышенным<sup>9</sup>.

В ходе работы мы изучили нормы радиационной безопасности, изложенные в документе НРБ-99/2009 (приложение В).

---

<sup>8</sup> Лекции по дозиметрии и защите. СПб.: Политехн. ун-т, 2016. с. 28

<sup>9</sup> Государственные санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009):

Среди источников естественной радиации наибольшую опасность для человека представляет невидимый тяжёлый инертный газ радон. Он поступает из почвы и скапливается в подвалах и помещениях (приложение Г).

Радон – тяжелый газ без вкуса и запаха. В природе встречается в двух основных формах: радон-222 (продукт распада урана-238) и радон-220 (продукт распада тория-132). Период его полураспада – 3,8 суток. Радон является излучателем альфа-частиц, представляющих опасность при внутреннем облучении. Вдыхая в помещении обогащенный радоном воздух, человек облучает органы дыхания, особенно легкие. Основную часть дозы облучения люди получают, находясь в закрытом, непрветриваемом помещении, где повышена его концентрация. Среди причин возникновения рака легких радон занимает второе место после курения.

Опасен не сам радон, а продукты его распада: полоний-218, висмут-214, свинец-214. Газ радон выделяется из почв, содержащих уран и торий, и накапливается в подвальных помещениях, а затем поднимается по первому и второму этажам зданий. Он может выделяться из строительных материалов, которые использовались при строительстве зданий – пемзы, некоторых марок бетона, глинозема, литоидного туфа и др. Вода, используемая для бытовых и пищевых целей, обычно содержит мало радона, однако глубоко залегающие водяные пласты могут иметь повышенную его концентрацию, поэтому вода из артезианских скважин должна подвергаться санитарному контролю. Высокое содержание радона образуется в ваннных комнатах, где радон, испаряясь из горячей воды, попадает в организм человека.

Концентрация радона в помещениях зданий создается за счет поступления газа из следующих источников:

- почвы под зданием – 70%;
- наружного воздуха – 13%;
- строительных материалов – 7%;
- воды – 5%;
- природного газа в доме – 4%;
- других источников – 1%.

При плохой естественной и искусственной вентиляции жилых, общественных и производственных зданий концентрация радона может увеличиваться до 740 Бк/м<sup>3</sup> и более. Человек, находящийся в таких помещениях, подвергается значительному облучению<sup>10</sup>.

---

<sup>10</sup> Ластовкин В. Ф. Основы радиационной безопасности [Текст]: учеб. пособие /В.Ф. Ластовкин; Нижегород. гос. архитектур.- строит. ун-т – Н. Новгород: ННГАСУ, 2017. – с. 23

### 3. Технические характеристики дозиметра РАДЕКС 1503

Для оценки радиоактивности люди пользуются дозиметрами. Дозиметр РАДЕКС 1503 предназначен для оценки величины мощности дозы гамма-излучения в бытовых условиях. Прибор подсчитывает количество гамма и бета-частиц с помощью счётчика Гейгера-Мюллера в течение 40 секунд и индуцирует показания в мкЗв/ч или мкР/ч на жидкокристаллическом дисплее. Регистрация каждой частицы сопровождается звуковым сигналом, что позволяет реализовать режим «Поиск».

#### Технические характеристики

Диапазон показаний мощности дозы	0,05 – 9,99 мкЗв/ч
Диапазон показаний мощности экспозиционной дозы	5,0 – 999 мкР/ч
Диапазон энергий гамма-излучения	0,1 – 1,25 МэВ
Пороги звуковой сигнализации	0,3 (30); 0,6 (60); 1,2 (120) мкЗв/ч (мкР/ч)
Время наблюдения	40 секунд
Индикация показаний	непрерывная
Элемент питания типа "AAA"	один или два
Время непрерывной работы, не менее	550 часов
Габариты	105 х 60 х 26 мм
Масса	90 грамм



## 4. Исследование радиационного фона села Шаткино

### 4.1. Анализ анкетирования учащихся

Мы провели опрос учащихся 7–9-х классов нашей школы по теме «Радиация вокруг нас». В нём участвовали 31 человек. Были предложены вопросы:

- Что Вы знаете о радиации?
- Как Вы думаете, повышен ли уровень радиации в нашем селе?

Результаты представлены на диаграммах (рис. 1 и 2, приложение Д).

На первый вопрос практически все ответили, что в больших количествах радиация вредна для всего живого: вызывает мутацию клеток, что сказывается на будущих поколениях; снижает иммунитет, приводит к различным заболеваниям, в том числе онкологическим. 34 % считают, что она одновременно и опасна, и полезна, т. к. используется в лечении раковых заболеваний, в сельском хозяйстве для улучшения роста растений.

На второй вопрос 90 % опрошиваемых считают, что в нашем селе уровень радиации нормальный, 3% думают, что повышен, 2 человека затрудняются с ответом.

Все учащиеся считают, что они регулярно подвергаются радиации в повседневной жизни. Многие хотели бы узнать об уровне радиации в нашем селе.

При анализе ответов на вопросы анкеты мы пришли к выводу, что слово «радиация» ассоциируется у ребят с опасностью. И они хотели бы знать, превышает ли уровень радиации в нашем селе допустимые нормы.

### 4.2. Исследование радиационного фона в МБОУ ООШ с. Н. Шаткино

Мы решили оценить радиационную безопасность, используя дозиметр РАДЕКС РД 1503. Преимуществом данного метода является простой и быстрый контроль радиационной обстановки на местности, в жилых и рабочих помещениях.

Недостатком этого способа является то, что дозиметры имеют значительные погрешности измерения (до 30 %), и результаты, полученные с помощью прибора, не могут быть использованы для официальных заключений о радиационной обстановке, но вполне могут служить сигналом для обращения в органы Госсанэпиднадзора.

Изучив технические характеристики дозиметра, и убедившись в готовности прибора, мы начали своё исследование. Сначала произвели измерения в МБОУ ООШ с. Новое Шаткино. Мы измеряли мощность эквивалентной дозы облучения (фото 1-6, прилож. Е). В каждом помещении производили не менее трёх измерений и вычисляли среднее арифметическое значение. Результаты представлены в таблице 5 (приложение Ж).

**Вывод:** в школе значения мощности дозы излучения не превышают предельно допустимого уровня фоновой радиации.

### **4.3. Исследование радиационного фона в квартирах с. Шаткино**

Мы провели исследование уровня мощности эквивалентной дозы в жилых помещениях с. Шаткино. Результаты измерений приведены в таблицах 6, 7 (приложение 3).

Проанализировав полученные результаты, мы сделали вывод, что уровни радиационного фона в квартирах с. Шаткино не превышают допустимых значений «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99).

#### **Измерение радиационного фона вблизи работающих бытовых приборов**

Мы провели измерение радиационного фона вблизи работающих бытовых приборов и сравнили его с радиационным фоном в помещении при выключенных приборах.

Результаты представлены в таблицах 8, 9 (приложение 3).

**Вывод:** результаты измерений вблизи работающих бытовых приборов показали, что они не влияют на уровень радиации в помещении. Значит, они не представляют опасности для людей, животных и растений в плане радиоактивности.

### **5. Выводы**

Где бы ни находился человек – на предприятии или в доме, в самолете или в поезде, в горах или на поверхности океана, он всегда подвержен воздействию радиации. Все живые существа, населяющие нашу планету, в том числе и человек, развивались и развиваются в условиях постоянного контакта с радиоактивными веществами. Проблема радиации актуальна в современном обществе. У большинства людей она вызывает чувство беспокойства. Многие хотели бы знать уровень радиации в том месте, где они живут, учатся, работают, чтобы быть уверенными в личной безопасности.

В ходе работы мы изучили литературу по исследуемой теме, законодательные документы о допустимом уровне радиации; изучили принцип работы дозиметра РАДЕКС 1503; провели исследование уровня радиации в школе и некоторых жилых помещениях с. Шаткино; проанализировали полученные результаты и сделали вывод, что уровни радиационного фона в с. Шаткино не превышают допустимых значений, т. е. здания безопасны для находящихся в них людей. Бытовая техника не повышает уровень радиации помещения, где она расположена.

Поставленные нами цель и задачи выполнены. Гипотеза о том, что если измерить уровень радиации при помощи бытового дозиметра, то можно оценить степень радиационной опасности в данной местности, подтвердилась.

Основную часть дозы облучения от радона человек получает, находясь в закрытом, непроветриваемом помещении. Необходимо чаще проветривать помещения, особенно небольшой площади. Чаще бывать на открытом воздухе. В дальнейшем мы планируем продолжить исследование влияния радиационных источников на здоровье человека.

## 6. Литература

1. Бейлин В.А., Боровик А.С., Малышевский В.С. Радиация, жизнь, разум: Научно-популярное издание, Ростов-на-Дону, 2001 – 66 с.
2. Ластовкин В. Ф. Основы радиационной безопасности [Текст]: учеб. пособие /В.Ф. Ластовкин; Нижегород. гос. архитектур.- строит. ун-т – Н. Новгород: ННГАСУ, 2017. – 143 с.
3. Лекции по дозиметрии и защите. СПб.: Политехн. ун-т, 2016. 150 с.
4. Маркитанова Л.И. Защита от радиации: Учеб.-метод. пособие. СПб.: Университет ИТМО; ИХиБТ, 2015. 39 с
5. Миннуллина Р.Н. Экологические таблицы по физике. 2017  
<https://compedu.ru/publication/ekologicheskie-tablitsy-po-fizike.html>
6. Радиация, дозы, эффекты, риск, перевод с английского Ю.А. Банникова, Москва, «Мир», 1990.-79 с.
7. Санитарные правила и нормативы СанПиН 2.6.1. 2523-09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)». – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009.
8. Санитарные правила и нормативы СП 2.6.1. 799-99. «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010)». – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010.
9. Ситников Г.А., Леухин А.В., Сазонов А.Р., Динамика естественного радиоактивного фона и радиоактивность осадков
10. Таирбеков М.Г., Петров В.М. Медико-биологические эффекты ионизирующих излучений. М.: МИФИ, 2005. – 106 с
11. <https://cyberleninka.ru/article/n/dinamika-estestvennogo-radioaktivnogo-fona-i-radioaktivnost-osadkov/viewer>

## 7. Приложения

*Приложение А*

**Таблица 1. Физика и экология жилища**

<b>Фактор опасности</b>	<b>Опасное действие</b>	<b>Как оно возникает</b>	<b>Как уменьшить (избежать) это действие</b>
Радон	Повышенная радиация	Радон просачивается в помещение вместе с воздухом из грунта	Герметизация полов, вентиляция подпола и проветривание комнат
Радиоактивность стройматериалов	Повышенная радиация	Стройматериалы (особенно вулканического – гранит, пемза, туф) содержит радиоактивные породы	Не допускать использования радиоактивных стройматериалов, контролировать уровень радиации помещения
Бытовой уголь (для отапливания и приготовления пищи)	Радиация золы и дыма	Уголь содержит радиоактивные примеси	Контролировать радиоактивность угля
Электромагнитные волны	Ухудшение здоровья человека	Их излучают линии электропередач, электропроводка, радио- и телеаппаратура	Не строить дома ближе сотен метров от ЛЭП, ограничивать время работы радио- и телеустройств, стараться не быть в непосредственной близости от них
Питьевая вода	Попадание в организм примесей – твердых частиц, растворенных твердых веществ	Загрязнение источников кислотными дождями, промышленными стоками	Использовать фильтры для очистки воды
Акустический фон	Ухудшение здоровья в случае превышения шумовым фоном 20 – 30 дБ и наличия в нем инфра- и ультразвуков	Вследствие работы транспортных магистралей, промышленных предприятий, громкого звучания музыки и т.п.	Установка третьего стекла в окнах или шумоизолирующих стеклопакетов, уничтожения бытовых источников шума, тихая речь и музыка

**Приложение Б**

**Таблица 2. Основные понятия и формулы**

Поглощённая доза (D)	Величина, равная отношению энергии $\Delta E$ , переданной элементу облучаемого вещества, к массе $\Delta m$ этого элемента: $D = \Delta E / \Delta m$
Коэффициент качества (K)	Безразмерная величина, которая показывает, во сколько раз биологическое действие данного вида излучения больше, чем действие фотонного излучения, при одинаковой поглощенной дозе
Эквивалентная доза (H)	Величина, равная поглощенной дозе, умноженной на коэффициент качества для данного вида излучения $H = K \cdot D$
Экспозиционная доза (X)	Величина, равная заряду всех положительных ионов, образующихся под действием излучения в единице массы воздуха при нормальных условиях
Мощность дозы (N)	Величина, определяющая дозу, полученную объектом за единицу времени: $N_D = D/t$ , $N_H = H/t$ , $N_X = X/t$

**Таблица 3. Соотношения между единицами доз**

Доза	Единицы в СИ	Внесистемные единицы
Экспозиционная доза	Кл/кг $1 \text{ Кл/кг} = 3876 \text{ Р}$	Р (рентген) $1 \text{ Р} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ Кл/кг}$
Мощность экспозиционной дозы	$\text{Кл}/(\text{кг} \cdot \text{с}) = \text{А}/\text{кг}$	$\text{Р}/\text{с} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ Кл}/(\text{кг} \cdot \text{с})$
Поглощённая доза	Дж/кг – Гр (грей) $1 \text{ Гр} = 100 \text{ рад}$	рад $1 \text{ рад} = 10^{-2} \text{ Гр}$
Мощность поглощённой дозы	$1 \text{ Гр}/\text{с} = 100 \text{ рад}/\text{с}$	$1 \text{ рад}/\text{с} = 0,01 \text{ Гр}/\text{с}$
Эквивалентная доза	Зв (зиверт) $1 \text{ Зв} = 100 \text{ бэр}$	бэр $1 \text{ бэр} = 10^{-2} \text{ Зв}$
Мощность эквивалентной дозы	$1 \text{ Зв}/\text{с} = 100 \text{ бэр}/\text{с}$	$1 \text{ бэр}/\text{с} = 10^{-2} \text{ Зв}/\text{с}$

**Таблица 4. Биологическое действие разовых эффективных доз**

Эквивалентная доза, бэр	Биологический эффект
5–10	Регистрация отдельных мутаций
10–25	Для взрослого человека видимых нарушений нет, для эмбриона могут быть поражения мозга
25–50	Временная мужская стерилизация. Возможны изменения в крови
50–100	Обязательно есть нарушения в крови; нарушение иммунитета
100–200	Иммунодефицитное состояние
200–400	Потеря трудоспособности, инвалидизация
400–600	Тяжёлое поражение костного мозга, 50-процентная смертность
600–1000	Тяжёлое поражение слизистой кишечника; 100-процентная смертность в течение 3–12 дней
1000–10000	Коматозное состояние; смерть через 1–2 часа
$H > 10000$	Смерть под лучом

## Приложение В

### Нормы радиационного фона

Нормы радиационного фона описаны в НРБ-99.

#### Типичные значения радиационного фона:

- на улице (открытой местности) – 8–12 мкР/ч;
- в помещении – 15–20 мкР/ч.

Допустимая норма радиации – 25–30 мкР/ч.

#### Нормы по радону:

- для эксплуатации зданий – не больше 200 Бк/м<sup>3</sup>;
- для вновь строящихся зданий – не больше 100 Бк/м<sup>3</sup>;
- для производственных зданий – не больше 310 Бк/м<sup>3</sup>.

#### Нормы гамма-излучения:

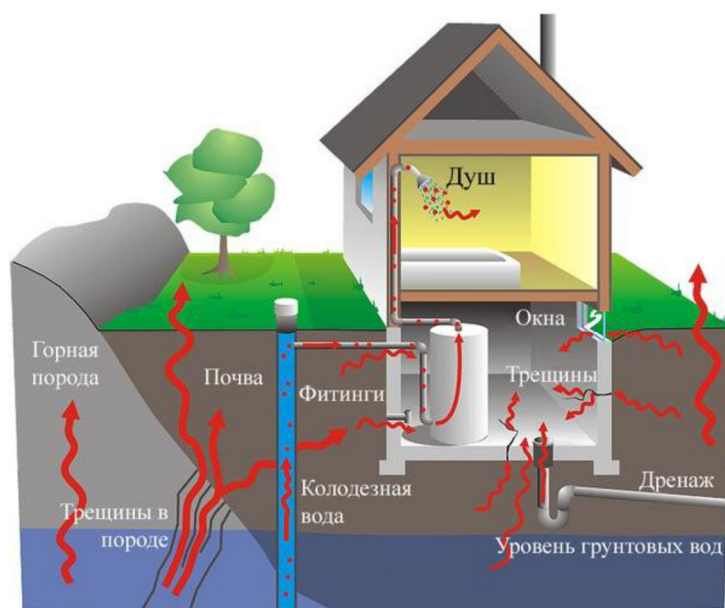
- для открытой местности – не больше 0,3 мкЗв/ч;
- в помещениях жилых и общественных зданий не должен превышать мощность дозы на открытой местности более чем на 0,2 мкЗв/ч;
- в помещениях производственных зданий – не более 2,5 мкЗв.



## Приложение Г

### Источники попадания радона в помещение

- трещины в плитах фундамента
- поры в кирпичных стенах
- трещины в строительных блоках
- неполная изоляция грунта
- дренажная плитка
- плохое цементирование блоков
- плохая герметизация труб
- открытый верх фундамента
- строительные материалы
- вода
- дым от сжигаемого в здании топлива



Приложение Д



Рис. 1. Опрос учащихся



Рис. 2. Опрос учащихся

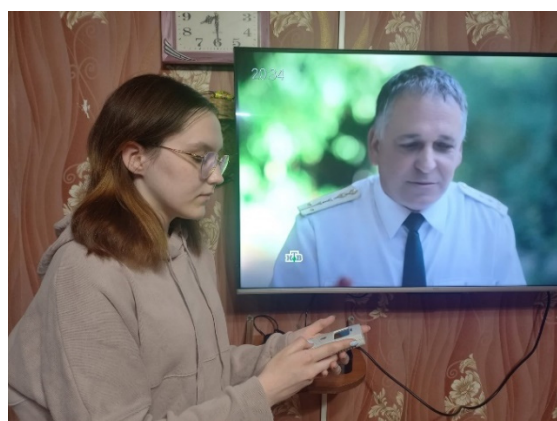
*Приложение Е*



*Фото 1*



*Фото 2*



*Фото 3*



*Фото 4*



*Фото 5*



*Фото 6*



*Приложение Ж*

**Таблица 5. Результаты исследования в МБОУ ООШ с. Новое Шаткино**

<b>№</b>	<b>Точки</b>	<b>№ 1</b>	<b>№ 2</b>	<b>№ 3</b>	<b>Ср. мкР/ч</b>
1	Учительская	20	12	16	16
2	Кабинет литературы	16	12	9	12,3
3	Коридор (1 эт.)	20	12	10	14
4	Столовая	16	22	18	18,6
5	Лаборантская	9	10	12	10,3
6	Лестница №1	8	16	17	13,6
7	Кабинет математики	24	18	13	18,3
8	Кабинет биологии	24	20	21	21,6
9	Кабинет русского языка	12	22	21	18,3
10	Подвальное помещение	32	30	22	28
11	Кабинет начальных классов №1	8	16	17	13,6
12	Спорт зал	8	14	24	15,3
13	Лестница №2	4	14	13	10,3
14	Кабинет физики	24	20	21	21,6
15	Кабинет начальных классов №2	16	12	9	12,3
16	Кабинет географии	14	5	18	12,3
17	Кабинет истории	12	18	16	15,3
18	Пионерская	24	22	16	20,6
19	Кабинет немецкого языка	24	18	13	18,3
20	Кабинет информатики	20	14	10	14,6
21	Коридор (2 этаж)	20	14	12	15,3
22	Кабинет директора	8	12	13	11
23	Вход	20	16	13	16,3
24	Крыльцо	22	14	12	16
25	Стритбольная площадка	8	4	6	6
26	Хоккейная коробка	18	14	13	15

*Приложение 3*

**Таблица 6. Результаты исследования радиационного фона в квартире  
(ул. Нефтяников)**

№	Точки	№ 1	№ 2	№ 3	Ср. мкР/ч
1	Коридор	8	13	16	12,3
2	Зал	10	22	16	16
3	Прихожая	4	12	15	10,3
4	Кухня	12	8	13	11
5	Спальная комната	20	16	13	16,3
6	Детская комната	16	13	14	14,3
7	Ванная	4	5	12	7

**Таблица 7. Результаты исследования радиационного фона в квартире  
(ул. Радищева)**

№	Точки	№ 1	№ 2	№ 3	Ср. мкР/ч
1	Коридор	6	8	10	8
2	Зал	17	14	11	14
3	Прихожая	14	9	13	12
4	Кухня	12	8	10	10
5	Спальная комната	5	9	7	7
6	Детская комната	12	13	11	12
7	Кочегарка	26	20	17	21
8	Улица	14	12	13	13

**Таблица 8. Результаты исследования радиационного фона (ул. Нефтяников)**

Приборы	№1	№2	№3	Ср. мкР/ч
Телевизор	15	18	22	18,3
Компьютер	16	10	12	12,6
Стиральная машина	3	8	11	7,3
Микроволновая печь	6	15	12	11
Холодильник	20	18	13	17

**Таблица 9. Результаты исследования радиационного фона (ул. Радищева)**

Приборы	№1	№2	№3	Ср. мкР/ч
Телевизор	12	10	14	12
Ноутбук	18	13	14	15
Стиральная машина	5	7	9	7
Микроволновая печь	6	10	11	9
Холодильник	26	18	13	19

## РЕЦЕНЗИЯ

на исследовательскую работу по физике учащихся 7 класса  
МБОУ ООШ с. Новое Шаткино Плаксиной Кристины и Шиндиной Дарины  
по теме «Мониторинговые исследования радиационного фона  
в школе и жилых помещениях села Шаткино»

Тема рецензируемой работы актуальна в настоящее время, поскольку многие хотели бы знать уровень радиации в том месте, где они живут, учатся, работают, чтобы быть уверенными в личной безопасности.

Во введении авторы объяснили актуальность работы и выдвинули гипотезу: если измерить уровень радиации при помощи бытового дозиметра, то можно оценить степень радиационной опасности в данной местности. В работе представлены конечные результаты, подтвердившие гипотезу.

Авторы четко сформулировали цель, поставили перед собой конкретные задачи. В изложении исследовательской работы присутствует логичность, последовательность.

Содержание отвечает выбранной теме, которая раскрыта достаточно, учитывая возраст авторов работы.

Исследовательская работа имеет четкую структуру и состоит из введения, основной части, выводов, списка литературы и приложения. Приложения, представленные авторами, иллюстрируют материалы исследования, логично отражают практическую работу по изученной проблеме. Наличие ссылок показывает работу с научной литературой.

Работа написана грамотным научным языком. Оформление работы соответствует предъявленным требованиям. Для защиты была создана презентация.

Работа заслуживает высокой оценки.

Рекомендации: продолжить работу над проектом «Мониторинговые исследования радиационного фона в школе и жилых помещениях села Шаткино» с целью расширения доказательной базы для своих выводов.

Вывод: исследовательская работа Плаксиной Кристины и Шиндиной Дарины по теме «Мониторинговые исследования радиационного фона в школе и жилых помещениях села Шаткино» отвечает требованиям, предъявляемым к исследовательской работе, и рекомендуется к защите.

Учитель физики

/Тарасова Л. В./

24.03.2023 г.

P.S. Работа была выполнена в 2022/2023 учебном году