

Министерство просвещения Российской Федерации
ФГБОУ ВПО «Уральский государственный педагогический университет»
Институт математики, физики, информатики и технологий
Кафедра физики, технологии и методики обучения физике и технологии

**Искусственная и естественная радиоактивность в курсе физики
средней школы**
Выпускная квалификационная работа

Квалификационная работа
допущена к защите
Зав. кафедрой

дата

подпись

Исполнитель:
Мазурок Никита Владимирович,
обучающийся ФИТ-1701 группы

подпись

Руководитель:
Попель Петр Станиславович,
доктор физико-математических наук,
профессор

подпись

Екатеринбург 2022 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1. ИЗУЧЕНИЕ РАДИАЦИИ В ШКОЛЕ	
1.1. Физика атомного ядра в курсе современной школы и требования к обязательному минимуму.....	5
1.2. Значение изучения искусственной и естественной радиации школьниками.....	9
1.3. Исследование как способ изучения искусственной и естественной радиации.....	16
1.4. Лабораторный практикум по изучению радиоактивности.....	23
ГЛАВА 2. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ДЛЯ ПРАКТИКУМА ПО ИЗУЧЕНИЮ ЕСТЕСТВЕННОЙ И ИСКУССТВЕННОЙ РАДИАЦИИ В КУРСЕ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ	
2.1. Исследование радиоактивности продуктов распада радона в воздухе.....	26
2.2. Изучение α -частиц	32
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	38
СПИСОК ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ	39
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	44
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	46

ВВЕДЕНИЕ

Радиоактивность – один из важных вопросов в настоящее время, волнующий каждого живущего на Земле. Ведь она окружает всех. Данный вопрос оказался острым с тех пор, как начали добывать, создавать и применять для создания благ источники ядерной энергии. Как бы человек не использовал данные ресурсы, они все же выделяют какую-то часть радиоактивного фона в среду проживания людей.

Все это требует средства защиты для человека. Но не каждый обладает знанием о радиоактивности, ее свойствах, чтобы создать защиту и применить для себя и близких. Конечно, он может пойти в институт радиоактивности и закончить курс по защите от радиации. Но таких людей будут единицы, а современность требует, чтобы все люди по крайней мере имели элементарные знания о радиоактивности и защите от нее.

Самым актуальным и эффективным на данный момент времени способом изучения является исследование. Стоит отметить, что научно-исследовательская работа – это вид самостоятельной аналитической деятельности обучающихся по систематизированному изучению какого-либо вопроса или практически актуальной проблемы, выходящей за рамки учебного процесса. Научно-исследовательская работа способствует созданию общенаучного фундамента знаний и привитию навыков исследования у обучающихся. [42]

Так как современный мир требует профессионального самоопределения и самопознания молодежи, то развитие исследовательской работы учащихся – это один из эффективных путей повышения качества подготовки молодежи. Весь жизненный путь – это решение нестандартных производственных и бытовых проблем, которые требуют новых знаний и умений, а их можно получить только в процессе познания.

Одним из условий формирования их личностного стремления к дальнейшему получению образования, к овладению профессией, а также готовности сменить ее в случае необходимости является развитие творческих способностей учеников, их активное участие в поисковой, проектной, научно-исследовательской деятельности.

Поэтому в выпускной квалификационной работе предлагаются лабораторные работы как способ изучения искусственной и естественной радиоактивности и в то же время развития исследовательского и творческого мышления для решения нестандартных задач. [43]

Цель работы: разработка лабораторных работ по изучению искусственной и естественной радиоактивности в школе.

Задачи:

1. Провести анализ научной методической литературы по проблеме изучения радиоактивности в школе
2. Разработать способ изучения радиоактивности в школе
3. Разработать лабораторные работы по изучению радиоактивности

Гипотеза: изучение темы радиоактивности школьниками будет успешным, если в рамках этой темы провести лабораторные работы

ГЛАВА 1. ИЗУЧЕНИЕ РАДИАЦИИ В ШКОЛЕ

1.1 Физика атомного ядра в курсе современной школы и требования к обязательному минимуму

Современная школа имеет 11-летнюю программу обучения при обязательном 9-летнем образовании. В 7 – 9 классах изучается базовый курс физики и в 10 – 11 классах – профильный курс. Система фундаментальных знаний основ физической науки и ее применений для всех учащихся независимо от их будущей профессии закладывается базовым курсом. В условиях профильной дифференциации работают 10 – 11 классах. Из-за этого изучение физики в школах происходит по разным программам. Это могут быть курсы повышенного уровня, курсы профильного или прикладного характера, курсы для гуманитарных классов.

На данный момент в школе нет стандартизированных программы курса физики и учебника. В инструментах у учителя существует большое количество программ и учебников. Разработано несколько вариантов программ по физике для основной и для средней школ, рекомендованных Министерством образования. Каждый год Министерство образования РФ утверждает Федеральный комплект учебников.

Документ, в котором определено содержание физического образования, является требованием к обязательному минимуму.

Элементарные знания о методах естественно-научного познания составляют минимум образовательных программ естественно-научных дисциплин.

Значимые категории научного познания: законы, понятия, явления, факты, теоретические выводы.

В методы научного познания входят:

- наблюдение,
- построение гипотез и моделей,
- эксперимент, вывод следствий и их проверка.
- планирование, проведение наблюдений и экспериментов;
- фиксирование полученных данных и их систематизация в виде таблиц, диаграмм, графиков;
- объяснение полученных результатов и формулировка теоретических выводов.

Выдвижения и проверки правильности гипотез, построение моделей процессов и объектов природы – основа экспериментальных фактов.

В обязательный минимум содержания «Физика атомного ядра» входят категории научного познания [1]:

Явления: рассеяние альфа частиц в веществе (опыты Резерфорда), α -, β -, γ -излучения атомных ядер, синтез и деление ядер.

Понятия: атомное ядро, атом, изотоп, электрон, нейтрон, протон.

Модели: протонно-нейтронная, планетарная.

Важные вопросы: влияние радиации на жизнедеятельность человека, положительные и отрицательные мнения о ядерной энергетике.

В основной школе физику проходят за 3 года. За этот период изучают физические законы и явления. Учебный материал располагается в порядке усложнения форм движения материи, учитывая познавательные возможности, уровень абстрактного мышления и подготовки по математике обучающихся. Каждая физическая теория занимает свое место в курсе физики основной школы, но используется для объяснения или предсказания законов и явлений. [2]

Курс физики основной школы заканчивается изучением физики атома и атомного ядра, радиоактивности и радиоактивных превращений, атомной энергетике.

Самая распространенная и зарекомендованная программа, разработанная Е. М. Гутник, А. В. Перышкиным. Для прохождения данной программы по физике требуется 3 учебных года при двух уроках в неделю для основного общего образования. При этом учитывается, что материал 9 класса представляется на двух уровнях сложности. Вопросы более высокого уровня в программе заключены в квадратные скобки. Этот материал изучается и отрабатывается только при трех часах физики в неделю.

Ниже приведено содержание раздела «Строение атома и атомного ядра» (14 [21] ч), предусматриваемое программой.

1. Радиоактивность как свидетельство сложного строения атомов.
Альфа-, бета- и гамма-излучения.
2. Опыт Резерфорда. Ядерная модель атома.
3. Радиоактивные превращения атомных ядер.
4. Протонно-нейтронная модель ядра. Зарядовое и массовое числа.
5. [Изотопы. Альфа- и бета-распад. Правило смещения.]
6. Ядерные реакции. Деление и синтез ядер. Сохранение зарядового и массового чисел при ядерных реакциях.
7. Энергия связи частиц в ядре. Выделение энергии при делении и синтезе ядер. Излучение звезд. Ядерная энергетика. Экологические проблемы работы атомных электростанций.
8. Методы наблюдения и регистрации частиц в ядерной физике. Дозиметрия.
9. Фронтальные лабораторные работы:
 5. Изучение деления ядра атома урана по фотографии треков.

6. Изучение треков заряженных частиц по готовым фотографиям.

Курс, соответствующий этой программе, изложен в опубликованных издательством «Дрофа» учебниках физики А.В. Перышкина (7 и 8 классы) и А.В. Перышкина, Е. М. Гутник (9 класс). В завершающем курсе основной школы «Физика-9» изложена тема «Физика атомного ядра»

В соответствии с Федеральным законом РФ «Об образовании» старшие классы (10 - 11) средней школы являются профильными. Для лучшей организации учебного процесса выделено пять основных профилей:

- физико-математический;
- технический;
- биолого-химический;
- гуманитарный;
- основной.

В программе для общеобразовательной школы, составленной Г. Я. Мякишевым, на изучение физики в 10 – 11 классах отводится 272 часа в расчете на 4 часа в неделю. Квантовая физика является постоянным разделом программы. В ней изучаются темы световых квантов, атомной физики, физики атомного ядра, элементарных частиц, значения физики для понимания мира и развития производительных сил. Обязательный минимум по физике атомного ядра требует рассмотрения [3]:

1. Методы регистрации элементарных частиц.
2. Радиоактивные превращения.
3. Закон радиоактивного распада.
4. Протонно-нейтронная модель атомного ядра.
5. Энергия связи нуклонов в ядре.
6. Деление и синтез ядер. Ядерная энергетика.

Курс, соответствующий программе Г. Я. Мякишева изложен в переработанных и дополненных учебниках для общеобразовательного профиля старшей школы авторов Г. Я. Мякишева, Б. Б. Буховцева, Н. Н. Сотского. Учебники этих авторов – популярные, заслуженные большого признания при использовании их в качестве основных стабильных учебников для старшей школы. На данный момент они переработаны в связи с утверждением обязательного минимума содержания среднего (полного) общего образования. Появилось разделение учебного материала: введены параграфы для обязательного изучения и параграфы для дополнительного чтения.

Но в этих учебниках не представлены лабораторные работы по изучению радиации. А если и представлен, то всего одна или две. Таким

образом, данные учебники, не обладающие достаточным количеством лабораторных работ, не смогут в полной мере объяснить картину радиоактивного мира.

1.2 Значение изучения искусственной и естественной радиации школьниками.

Радиоактивное загрязнение биосферы является сегодня одним из важнейших видов негативного воздействия человека на окружающую среду (ОС). Оно может быть вызвано испытаниями ядерного оружия, ядерными взрывами и утечками радиоактивных компонентов в результате аварий на предприятиях по производству и обогащению ядерного топлива и захоронению ядерных отходов, при транспортировке ядерных материалов, добыче радиоактивных руд и т. д.

Быстрое развитие ядерной энергетики и широкое внедрение источников ионизирующего излучения (ИИ) в различных областях науки, техники и народного хозяйства создали потенциальную угрозу радиоактивной опасности для человека и загрязнения ОС радиоактивными веществами. Для проведения оценки этой опасности необходимо четкое представление о масштабах загрязнений ОС, о реальных механизмах действия радиации, последствиях и существенных мерах защиты.

В разделе «Гражданская оборона» курса начальной военной подготовки в конце XX века меры защиты от последствий ядерного взрыва изучались в средней школе. Тактика эвакуации с зараженных территорий, организация укрытий, меры оповещения и защиты населения, факторы ядерного взрыва были объектом изучения в программе. Степени, стадии и признаки лучевой болезни рассматривались в разделе «Гражданская оборона». Так как программа курса ориентирована на защиту населения от последствий военной ядерной бомбардировки, то понятий о естественных источниках радиации и опасности внутреннего облучения она не содержала. [8]

Затем общие представления о физических свойствах ИИ и источниках радиации, проникающей способности различных видов излучения начали изучать уже в курсе физики. На основании этого учащиеся могут сделать выводы о методах физической защиты.

Радиоэкологическое образование едино для каждого уровня общего образования и строится с учетом соответствующего объема базовых естественнонаучных знаний. Курс «Основы радиационной безопасности» выступает в качестве обязательного предмета для старших курсов в средних и средних специальных учебных заведениях. В высших учебных заведениях курс «Радиоэкология» или «Радиационная безопасность» является обязательным. На курсах повышения квалификации врачей, учителей, работников СМИ проводятся занятия по радиационной безопасности.

На базе учебно-информационных кабинетов по радиационной безопасности и гигиене, организуемых в областных центрах, крупных населенных пунктах районов, загрязненных радионуклидами, проводится систематическая работа по просвещению и информированию населения. К

этой работе активно подключаются центры медицинской реабилитации и оздоровления, сеть государственного радиационного и санитарно-гигиенического контроля, СМИ, местные центры радиационного контроля, учебные заведения.

Проблема экологического образования и воспитания путем экологизации всего содержания образования легла на плечи естественно-научных дисциплин из-за отсутствия предмета «Экология» в федеральном компоненте учебного плана. С целью развития у школьников элементарной радиоэкологической грамотности на уровне экологической информированности процесс радиоэкологического образования осуществляется путем включения основ радиоэкологии в курс физики. Подобный подход обозначился в преподавании других школьных дисциплин, таких как: химия, биология, география.

Нормы радиационной безопасности НРБ-99-2009, применяющиеся для обеспечения безопасности человека во всех условиях воздействия на него ионизирующего излучения искусственного или природного происхождения, должны обязательно знать все. Требования и нормативы, установленные Нормами, являются обязательными для всех юридических лиц, независимо от их подчиненности и формы собственности, в результате деятельности которых возможно облучение людей, а также для администраций субъектов РФ, местных органов власти, граждан РФ, иностранных граждан и лиц без гражданства, проживающих на территории РФ.[18]

Атомные электростанции, оружие массового поражения и радиоактивные отходы – страшная картина человека, не знающего сути слова «радиация». Однако, это не всегда именно так. Радиация незаметна, и встречается она везде. Вопрос только в каких количествах?

В целом, все источники радиации на Земле можно разделить на естественные и искусственные. В отличие от естественных источников радиации, искусственная радиоактивность возникла и распространилась благодаря людям. Медицинское оборудование, ядерное оружие, промышленные отходы, АЭС, предметы старины, вывезенные из «запретных» зон после аварии Чернобыльской АЭС, некоторые драгоценные камни – это основные техногенные радиоисточники

Естественная радиация существовала всегда до появления человека и даже нашей планеты. Радиоактивно всё: почва, вода, растения и животные. В зависимости от региона планеты уровень естественной радиоактивности может колебаться от 5 до 20 микрорентген в час. Такой уровень радиации не опасен для человека и животных, здесь мнения ученых расходятся, так как многие из них утверждают, что радиация даже в малых дозах приводит к раку и мутациям. В связи с тем повлиять на естественный уровень радиации мы практически не можем, нужно стараться максимально оградить себя от факторов, приводящих к значительному превышению допустимых значений.

К источникам естественной радиации относятся [9]:

1. Космическое излучение и солнечная радиация — это источники огромной мощности. Они в один миг могут уничтожить и Землю, и всё живое на ней. Но от этого вида радиации имеется надёжный щит — атмосфера. Человек, создавая предметы пользования, использует заводы, которые выбрасывают в атмосферу большое количество вредных веществ. Они приводят к появлению и увеличению озоновых дыр и утончению естественной оболочки, поэтому в любом случае следует избегать воздействия прямых солнечных лучей. От высоты над уровнем моря и широты зависит интенсивность влияния космического излучения. Чем выше вы над землей, тем интенсивнее космическое излучение, с каждой 1000 метров сила воздействия удваивается, а на экваторе уровень излучения гораздо сильнее, чем на полюсах.

Вспышки на солнце — один из источников «естественного» радиационного фона.

От космической радиации в первую очередь страдают летчики и стюардессы. По заявлениям ученых у них наблюдаются частые случаи бесплодия, так как они проводят свое основное рабочее время проводят на высоте более 10 км. Уровень радиации в салоне самолета на такой высоте превышает естественный в 10 раз. Но обычным гражданам, не увлекающимися частыми перелетами, волноваться о космическом излучении не стоит.

2. Радиоактивные вещества земной коры. В её недрах содержится много минералов, хранящих следы радиоактивного прошлого Земли: гранит, глинозём и т.д. Сами по себе они несут опасность только вблизи месторождений. Но когда радиоактивные вещества попадают на стройку, в печь, на участок и на стол, то увеличивается риск заражения.

Дома из кирпичей и панелей содержат в себе намного больше радиации, чем естественный фон данной местности. Также повышенное содержание нуклидов обычно имеют минеральные и калиевые глины, полевые шпаты. Гранит, кварцевый диорит и прочие магматические породы кислотного и щелочного происхождения имеют свойство давать достаточно сильное радиоактивное излучение. Морские глубоководные глины и многие другие осадочные глины также представляют большую опасность для здоровья человека.

Радиационные лучи способны испускать силикатный кирпич, фосфогипс, стекловолокно и щебень. Использование таких материалов в строительстве помещений не приведет к неизбежной смерти. Но все же значения радиации должны находиться в пределах допустимой нормы. Если же построить дом из таких опасных стройматериалов, то человек, думая, что живет в безопасности от космического излучения, даже не подозревает, что окружен опасными радиоактивными материалами. А, следовательно, есть риск получить повышенную дозу облучения.

3. Радон — это самый распространенный радиоактивный инертный газ, не имеющий ни цвета, ни вкуса, ни запаха. Его масса 7,5 раз больше воздуха. За счет этого он может оседать в подвалах домов, скапливаться под землей и выходить на поверхность при раскопках полезных ископаемых или через трещины в земной коре. [27], [28] В земле радон заражает воду, которую добывают для подачи в водопровод, заражает бытовой газ. Чтобы снизить содержание радона, нужно регулярно проветривать помещение, и концентрация опасного газа уменьшится в несколько раз.

Как уже сказано ранее, из минералов земной коры создают стройматериал, который потенциально является источником радиоактивного излучения. Радиация сама по себе не опасна, если она ограничена небольшой дозой. Высокую степень радиации часто имеют современные дорогостоящие материалы. Встречаются случаи, когда одна деревянная конструкция несет в себе до 65% допустимой дозы облучения.

В составе таких стройматериалов содержатся радиоактивные уран-238, калий-40 и торий-232, а также прочие радионуклеиды, конечным продуктом распада которых является радон-222.

Графит способен давать одно из самых сильных радиоактивных излучений. Его уровень излучения может достигать 30 рентген в час. Для сравнения в жилых помещениях общий радиационный фон от локальных источников не может превышать 60 рентген в час. Попросту говоря, излучение от графита нельзя назвать критичным, хоть оно довольно опасно для человека. Но если нагреть данного материал, то из него начинает выделяться радон. Следовательно, уровень радиации сильно повысится. Поэтому не стоит использовать в качестве материала облицовки камина графит. Если вы хотите использовать графит, то лучше применять его для наружной облицовки здания. Из обычного кирпича также может выделяться радон, который просачивается через земную кору и через трещины в домах в помещение. Отсюда следует, что из-за данных факторов уровень концентрации вредного газа в среде обитания людей значительно повышается. Это может стать одной из причин ухудшения здоровья человеческого организма.

Радиация имеет различные пути попадания в организм, часто виной этому становятся предметы, не вызывающие у нас никаких подозрений.

Организм человека очень сильно реагирует на саму радиацию, а не на ее источник. Несмотря на это, человек может подвергнуться внешнему облучению от источника радиации, который находится вне его тела. Также человек может подвергнуться внутреннему облучению. Внутреннее облучение по сравнению с внешним отличается значительным рядом особенностей. Если при внешнем облучении учитывалось только γ -излучение, то при внутреннем — основное действие оказывают α - и β -излучения, которые действуют непосредственно на жизненно важные ткани и органы человека. Радиоактивные вещества могут проникать в организм с пищей и водой (через кишечник), через легкие (при дыхании) и,

в незначительной степени, через кожу, а также при медицинской радиоизотопной диагностике. Большое число радиоактивных изотопов накапливается в определенных тканях, что приводит к неравномерному облучению отдельных частей организма. Внутреннее облучение действует все время, пока радиоактивные вещества копятя внутри организма. Передача энергии радиации клеткам организма составляет основу воздействия. Данные радиобиологических исследований показывают, что не все органы и ткани человеческого организма обладают одинаковой чувствительностью к облучению. Наиболее чувствительными органами являются половые железы и органы кроветворения. Облучение вызывает нарушения обмена веществ, инфекционные осложнения, лейкоз и злокачественные опухоли, лучевую катаракту, лучевое бесплодие, лучевой ожог, лучевую болезнь. Последствия облучения сильнее сказываются на развивающихся клетках, именно поэтому для детей облучение гораздо опаснее, чем для взрослых. Поэтому помимо общей дозы облучения, получаемой человеком, необходимо также знать дозу, получаемую этими органами.

Радиация изменяет клетки, несущие наследственную информацию, что может вызвать разные генетические нарушения. Выше описанное явление носит названия мутация. Так как практически нет информации о том, каким генетическим повреждениям люди подвергаются в результате радиационного воздействия, то исследования подобных нарушений считаются достаточно сложными. Во-первых, информации недостаточно потому, что для проявления всех наследственных эффектов необходимо много поколений. Во-вторых, мутационные эффекты достаточно сложно отличить от эффектов, возникающих при раковых заболеваниях. [11]

Самое распространенное заболевание из-за облучения является острая лучевая болезнь. Она развивается в результате гибели преимущественно делящихся клеток организма под влиянием кратковременного (до нескольких суток) воздействия на значительные области тела ионизирующей радиации. Причиной острой лучевой болезни могут быть как авария, так и тотальное облучение организма с лечебной целью — при трансплантации костного мозга, при лечении множественных опухолей. Клиническая картина острой лучевой болезни весьма разнообразна. Она зависит от дозы облучения и сроков, прошедших после облучения.

Развитие болезни проходит в несколько этапов.

1) В первые часы после облучения появляется первичная реакция (лихорадка, рвота, головная боль непосредственно после облучения).

2) Через несколько дней развивается опустошение костного мозга, в крови резко снижается содержание гранулоцитов и тромбоцитов. Появляются разнообразные инфекционные процессы, стоматит, геморрагии.

3) Между первичной реакцией и разгаром болезни при дозах облучения менее 500 – 600 рад отмечается период внешнего благополучия — латентный период.

В мировой практике генетических (т.е. передаваемых по наследству) мутаций как следствие облучения человека не наблюдались. Даже у 78000 детей тех японцев, которые пережили атомную бомбардировку Хиросимы и Нагасаки, не было констатировано какого-либо увеличения числа случаев наследственных болезней.

Среднее значение эффективной эквивалентной дозы облучения составляет примерно 2/3. Ее человек получает от естественных источников радиации, от радиоактивных веществ, попавших в организм с пищей, водой и воздухом. Самая малая часть от этой дозы приходится на радиоактивные изотопы типа углерода-14 и трития, которые образуются под воздействием космической радиации. За счет калия-40, который усваивается организмом вместе с нерадиоактивными изотопами калия, необходимыми для жизнедеятельности организма, человек получает около 180 микрозивертов в год. Но в меньшей степени от радионуклидов тория-232 и значительно большую дозу внутреннего облучения человек получает от нуклидов радиоактивного ряда урана-238. Нуклиды свинца-210 и полония-210 часто поступают в организм с морепродуктами. Соответственно люди, употребляющие много рыбы и других даров моря, могут получить относительно высокие дозы облучения. Десятки тысяч людей, живущих на Крайнем Севере, питаются в основном мясом северного оленя (карибу), в котором оба упомянутых выше радиоактивных изотопа присутствуют в довольно высокой концентрации. [10]

Исходя из приведенных фактов о том, насколько близко к человеку находится радиация, насколько она опасна и как влияет на человека, вытекает, что каждый человек, обучающийся в средней образовательной школе обязан, знать:

- Что такое радиация;
- Виды радиации;
- Свойства радиации;
- Радиоактивные вещества;
- Единицы измерения радиации;
- Нормы допустимых доз облучения;
- Влияние радиации на человека;
- Средства и способы защиты.

1.3 Исследование как способ изучения искусственной и естественной радиации

Вся жизнь - это совокупность нестандартных производственных и бытовых проблем, решение которых требует новых знаний и умений, а их можно получить только в процессе познания. Познать значит узнать происхождение, сущность вещей. Образование - это не только передача культурных достижений, составляющих полотно цивилизации, его главная цель - развитие у учащихся способности к самостоятельной мыслительной и аналитической деятельности. Учитель несет ответственность за создание условий, при которых участие в деятельности приведет ученика к максимуму понимания и знания. И, конечно, педагог должен вызывать в ученике познавательный интерес, являющимся решающим фактором учения. [44], [45]

Молодому человеку необходимо находиться в эпицентре мирового развития, чтобы достойно отвечать вызову времени. Поэтому он должен постоянно учиться. Более того, можно сказать, что учение является способом существования человека сегодня. Только понимающий это и владеющий культурой познания, может быть успешным и конкурентоспособным в жизни. Два века назад знаменитый экономист и философ Адам Смит заметил, что «человека, получившего образование путем упорного труда, можно уподобить дорогостоящим машинам». Наверное, не каждому такое сравнение придется по вкусу. Однако, сложно отрицать, что информация, которой владеют люди, составляет их личный и общественный капитал. Богатство современных высокоразвитых обществ во многом порождается обилием знаний.

Умение добывать для себя нужную информацию – это целое искусство, которому стоит уделять особое внимание и развивать его. Самым лучшим способом добыть информацию является исследовательский метод. Он известен и применяется в обучении более 150 лет. Ему может научиться каждый на обычных школьных уроках физики, выполняя лабораторные работы. В основе метода лежит мыслительный процесс на основе самостоятельно проделанных наблюдений. В процессе наблюдения возникают проблемные вопросы, выдвигаются возможные пути их решения. Именно здесь наступает переломный момент. [4]

Нет таких приёмов обучения, которые смогли бы так сильно приблизить мышление учащихся к исследователю-экспериментатору, как это позволяют сделать лабораторные работы. В таких работах перед учащимися ставятся какие-либо из посильных для них проблем; требующих экспериментального разрешения.

Совершенно другой вид по сравнению с обычным решением различных вопросов, требующих только одного рассуждения и не нуждающихся в постановке опытов, принимают характер самостоятельного мышления учащихся и логика умозаключений, благодаря эксперименту Исследовательский эксперимент принимает также совершенно иной характер по сравнению с наблюдательным, в котором учащиеся повторяют уже виденное и заранее знают результат. Наконец, учащимся внушается то, что может быть названо «верой в свои силы», так как исследование приоткрывает им возможность использовать своё знание для познания нового для них — неизвестного.

Если в науке главной целью является поиск новых знаний, то в образовании цель исследовательской деятельности — в приобретении учащимися этих знаний, являющихся новыми и лично значимыми для конкретного учащегося, функционального навыка исследования как универсального способа освоения действительности, развитии способности к исследовательскому типу мышления, активизации личностной позиции учащегося в образовательном процессе на основе приобретения субъективно новых знаний.

Использование разнообразных источников требует от учащихся исследовательский метод в некоторых случаях. Например, помимо рассказа учителем учебного материала и написанного в учебнике текста учащиеся обращаются к дополнительной литературе, естественно-научным статьям, документам и другим научным работам. Исследовательский метод предусматривает предварительные задания разной степени сложности. Особое значение имеют задания на сравнение, которые многоплановы по результатам: выяснения устойчивости и глубины знаний, умения сравнивать, анализировать и синтезировать, отделять главное от второстепенного. Исключительную актуальность исследовательская деятельность приобретает в старших классах. Переходя от относительно простых заданий к более сложным, к исследовательскому методу класс приходит постепенно. И объемом, и содержанием мыслительной работы учащихся определяется при этом сложность заданий. Уроки-исследования и уроки-проекты являются одними из эффективных форм проведения исследований. [5], [6]

Уроки-исследования представляют собой проведение лабораторных работ. Лабораторная работа – это один из элементов урока, при выполнении которого у учащихся формируются экспериментальные умения, которые включают в себя интеллектуальные и практические.

К первой группе могут быть отнесены следующие умения:

- определять цель эксперимента;
- выдвигать гипотезы;
- подбирать оборудование;
- планировать эксперимент;
- сравнивать, сопоставлять и анализировать результаты;
- делать выводы и обобщения.

Ко второй группе относят умения:

- наблюдать;
- пользоваться различными приемами измерений;
- оформлять результаты в виде таблиц, схем, графиков;
- экспериментировать;
- оформлять отчет о проделанной работе.

Лабораторные работы, как метод активного приобретения или закрепления знаний, могут решать следующие задачи обучения:

- а) мотивация введения и изучения нового материала;
- б) возбуждение и развитие интереса к математике;
- в) приобщение к поисковой и творческой деятельности естественно-научного характера;
- г) иллюстрация физических понятий и фактов;
- д) развитие естественно-научного мировоззрения, контроля и самоконтроля знаний.

Исходя из выше сказанного, польза лабораторных работ заключается в том, что школьники сами видят, как теория подтверждается на практике. Данный момент может их заинтересовать и поддерживать желание учиться, что очень важно в процессе образования. В лабораторных работах требуется активное участие учащихся, так как по описанию или по словесным указаниям преподавателя сами учащиеся собирают нужную установку и при её помощи самостоятельно производят наблюдения физических явлений или делают измерения. Таким образом, лабораторные работы, по сравнению с демонстрациями, обладают прежде всего тем неоспоримым преимуществом, что обучают учащихся не только со стороны наблюдать, но и самим воспроизводить физические явления. [7]

Школьники на лабораторных работах обучаются работать с физическими приборами, как с инструментами экспериментального познания. Также они приобретают навыки чисто практического характера, которые будут им необходимы не только для работ в научных лабораториях, но и в жизни, особенно при решении бытовых задач. Таким образом, особенностью лабораторных работ является формирование универсальных знаний, умений и навыков, необходимых для решения нестандартных задач.

В некоторых случаях научная трактовка вопроса становится возможной только после самого близкого, непосредственного ознакомления учащихся с явлениями, что требует воспроизведения опытов именно самими учащимися. Это оказывается особенно важным, когда вопрос заключается во введении некоторых новых понятий. При формировании понятий решающее значение имеет проведение опытов и изучение на них явлений, приводящих к разъяснению этих понятий. При выполнении лабораторных работ явления для учеников станут более понятными и запоминающимися, нежели при наблюдении за ними с демонстрационного стола.

Лабораторные работы имеют большой воспитательный характер, так как жестко дисциплинируют учащихся, приучают их к самостоятельной работе и прививают навыки лабораторной культуры.

Таким образом, лабораторные работы являются дополнением к демонстрационному эксперименту в обычной форме обучения физике и позволяют решить задачу усвоения темы.

Лабораторные работы позволяют познакомить учащихся с элементами научно-исследовательских работ, вооружиться навыками экспериментального характера, лучше выяснить сущности физических явлений и понятий и решения некоторых задач воспитательного характера.

Термины «лаборатория», «лабораторный» (от лат. labor – труд, работа, трудность; laboro – трудиться, стараться, хлопотать, заботиться, преодолевать затруднения) связаны с использованием умственных и физических усилий для нахождения путей и средств для разрешения научных и жизненных задач.

В американской школе в 1930-1932 годах известное распространение получила лабораторная работа как способ организации учебного процесса. Такие работы были разновидностью системы индивидуализированного обучения, впервые примененной в американском городе Далтоне учительницей Еленой Паркхерст и получившей название далтон-плана. Эту систему еще называли лабораторной. Создавались предметные мастерские вместо обычных классов в школе, в которых любой ученик мог заниматься индивидуально, получая задание от учителя и пользуясь его помощью. Расписания занятий не существовало, коллективная работа

проводилась один час в день. В остальное время учащиеся изучали материал в порядке индивидуальной работы, отчитываясь за выполнение каждого задания перед учителем соответствующего предмета. [29]

Лабораторные работы можно разделить на несколько типов:

- Репродуктивные, в ходе выполнения которых школьники действуют по четко установленному регламенту работы. Прежде чем приступить к выполнению заданий, каждый школьник получает методические пособия и приступает к изучению процесса предстоящей работы и знакомится с её результатами, которые должны получиться в конце.
- Частично исследовательские, процесс работы которых не предусматривает наличие четких инструкций. В данном случае результат работы не известен, а школьники получают возможность самостоятельно выбрать метод решения поставленной задачи и оборудование, которым они будут пользоваться с целью получения конечного результата.
- Исследовательские, цель которых направлена на решение проблем и задач, связанных с теорией.

Лабораторные работы, проводимые в учебных заведениях, должны соответствовать ГОСТу с использованием методических пособников и указаний преподавателя. Оформление лабораторной работы обязательным образом должно содержать в себе следующие элементы:

- Название
- Цель работы.
- Теоретическая часть.
- Экспериментальная часть.
- Контрольные вопросы

Содержание лабораторной работы должно быть представлено двумя основными частями:

- Основная часть, состоящая из теории, которая наполнена материалом с описанием ключевых фактов исследуемой области, и практики, которая содержит подробное описание процесса подготовки к проведению запланированных работ и непосредственно ход их действий.
- Заключительная часть., цель которой состоит в предоставлении полученных результатов проведенных работ. В данной части целесообразно указать, были ли достигнуты поставленные цели и насколько ценными оказались полученные результаты.

Уроки-проекты.

В последние годы во всем мире и тем более в России используется термин «проектная деятельность». Но чаще всего под этим термином понимают самостоятельную творческую работу, результатом которой является конечный продукт.

На сегодняшний день во ФГОС ставится цель подготовки школьника как человека, который готов к саморазвитию и непрерывному образованию и способен применять полученные знания на практике. А одной из лучших практик является написание проектной работы. Проект признан одной из самых передовых, перспективных технологий интерактивного обучения. [30]

Под проектом понимается такая форма урока, которая предполагает проработку изучаемой темы путем выполнения логически последовательного ряда творческих заданий, предлагаемых учителем, обсуждение и материализацию результатов, представление их участникам проекта. Одно из требований к уроку-проекту – концептуальная целостность (композиционная, содержательная, идейная). Он должен иметь логическую завершенность, в ходе проекта обязательно реализуется так называемая Я-концепция – через призму изучаемого материала переходить на личность ребенка. Это одно из главных отличий проекта от традиционного урока и одна из главных причин, позволяющая говорить о проекте как интерактивной форме обучения. Личность ученика не менее важна, чем предмет изучения, и также интересна. Цель урока-проекта состоит в получении определенной суммы знаний и в активной самореализации уникальных возможностей каждого ребенка. Самореализации личности ученика. Проект требует от участников значительного интеллектуального напряжения, эмоциональной отдачи. [33]

На таком уроке учитель занимает совсем другую позицию:

- организатор рабочей атмосферы;
- советник;
- помощник;
- наблюдатель.

Работа над проектом проходит в три этапа.

1. Подготовка проекта. Определение цели, содержания урока, разработка стратегии урока, видов деятельности, их соотношения, подготовка оснащения урока. Учитель подготавливает материал.

2. Развитие проекта. Выстраивание отобранных заданий в логическую последовательность по нарастающей сложности, чередование видов деятельности, требующее проявление разнообразных способностей, эмоциональной насыщенности работы. Здесь учитель должен делать лирические отступления, являющиеся связующим звеном между фрагментами урока
3. Защита проекта. Учащиеся выходят к доске и презентуют всему классу результат проект – продукт. [34]

Проанализировав два вида альтернативы классно-урочной системы, было сделано следующее заключение. Изучение искусственной и естественной радиации школьниками нужно проводить в рамках лабораторных работ, которые предполагают формирование:

- знания о радиоактивности и умения применять их для объяснения условий протекания физического явления в природе и для принятия практических решений в повседневной жизни;
- умения безопасного и эффективного использования лабораторного оборудования, проведения точных измерений и адекватной оценки полученных результатов, представления научно обоснованных аргументов своих действий, основанных на межпредметном анализе учебных задач;
- осознания возможных причин техногенных и экологических катастроф;
- умения планировать в повседневной жизни свои действия с применением полученных знаний о радиоактивности с целью сбережения здоровья.

Также, выполняя лабораторные работы по радиоактивности, школьники смогут овладеть:

- основополагающими физическими понятиями, закономерностями, законами и теориями; уверенное использование физической терминологией и символикой в рамках радиоактивности;
- навыками познавательной, учебно-исследовательской и проектной деятельности, навыками разрешения проблем; способность и готовность к самостоятельному поиску методов решения практических задач, применению различных методов познания;
- экосистемной познавательной моделью и ее применение в целях прогноза экологических рисков для здоровья людей, безопасности жизни, качества окружающей среды;
- основами использования естественных и искусственных ионизирующих излучений во избежание их вредного воздействия на окружающую среду и организм человека.

Для выше перечисленных задач урок-проект не подходит, а урок-исследование очень хорошо справляется. Так как главная цель первого – это конкретный продукт, а второго – совершенно новые знания для учащихся в рамках темы «Искусственная и естественная радиация». Поэтому исходя из данного заключения, было принято разработать такие лабораторные работы, которые удовлетворяли бы приведенным выше задачам исследовательского метода, а также предложена такая форма проведения лабораторных работ как лабораторный практикум.

1.4 Лабораторным практикум по радиоактивности

Классические уроки в школе занимают лидирующее место в учебно-воспитательном процессе и позволяют решать разнообразные задачи. Однако решить задачу формирования системы обобщенных знаний при традиционном способе передачи готовых знаний обучаемым через монологическую форму общения достаточно сложно, так как ученики отвлекаются, им не всегда интересна тема. Поэтому необходимо организовать урочные занятия таким образом, чтобы у обучаемых возникла потребность к приобретению знаний, а результатом совместной деятельности преподавателя и обучаемых стала совокупность полученных знаний, приведенная в систему. С этой целью использование школьных учебников, разработанных по методу блоков и позволяющих повысить качество осмысления теоретического материала, а также активизировать мыслительную деятельность обучаемых недостаточно.

На всех этапах обучения большое значение имеет применение теоретических знаний на практике, которое, в частности, осуществляется при выполнении лабораторных работ. Они способствуют более сознательному прочному усвоению теоретического материала. С помощью исследовательской деятельности ученик сам пытается как применить полученные знания на уроках, так и отыскать новые. Это в свою очередь позволит более четко определить роль и место физических знаний в профессиональном образовании.

В связи с этим были разработаны лабораторные работы по изучению радиоактивности, которые входят в лабораторный практикум. Он заключается в следующем.

Лабораторные занятия эффективнее организовывать таким образом, чтобы выполняемые лабораторные работы составляли с развивающимся теоретическим курсом физики неразрывное целое. Тогда у обучающихся будет формироваться умение самостоятельно проводить эксперимент и его анализ, приобретение новых знаний при самостоятельном проведении эксперимента на основе полученных знаний. Поэтому удобно проводить лабораторные работы фронтально или небольшими циклами.

Вместе с формированием навыков и умений в ходе проведения лабораторного практикума происходит [38]:

1. систематизация;
2. обобщение;
3. конкретизация и углублением теоретических знаний.

Также вырабатываются готовность и умение использовать на практике данные теоретические знания, развиваются интеллектуальные способности.

Задачи лабораторного практикума:

- применение знаний на практике;
- формирование необходимых в жизни практических знаний и умений;
- способствование профессиональной ориентации учащихся;
- выработка трудолюбия, упорства, усердия, целеустремленности.

Функции лабораторного практикума выглядят следующим образом:

- 1) обучающая (помогает быстро усвоить учебный материал школьнику);
- 2) развивающая (развивает воображение, память, пространственное мышление, креативность, внимание);
- 3) воспитывающая (влияет на различные черты характера: организованность, ответственность, самостоятельность и др.);
- 4) мотивационно-стимулирующая (побуждает обучающихся к активному исследованию);
- 5) рефлексивная (способствует оценивать результаты своих действий, находить и исправлять ошибки);
- 6) командная (благоприятствует формированию деловых качеств, очень важных для взаимодействия в коллективе).

Приведенные задачи и функции имеют общий методический характер и нуждаются в конкретизации в зависимости от предметных областей изучения курса физики. С этой целью опишем практически реализованную методику выполнения лабораторных работ.

После вводно-мотивирующей лекции, краткой по содержанию, образной и не требующей конспектирования и ознакомления с планом лабораторной работы, студенты приступают к оформлению отчета с подготовки титульного листа, формулированию цели работы и записи основных положений.

Затем выполняются задания этапов работы, написанные в экспериментальной части. Далее полученные данные фиксируют на черновой лист, переносят их на компьютер в программу MS Excel.

Проведение занятия предусматривает индивидуально-коллективную работу, когда у каждого из участников имеется индивидуальное задание, из совокупности которых формируется общий учебно-исследовательский проект.

Поэтому на определенном этапе занятия школьники производят обмен полученными данными и в MS Excel составляют итоговую базу данных. Общий результат участники самостоятельно в соответствии со своими умениями и навыками представляют в виде графических функциональных зависимостей (используя «мастер диаграмм» MS Excel) и анализируют с помощью средств математической обработки данных. В конечном счете, ориентируясь на практическое использование результатов проекта, подбираются эмпирические формулы, описывающие те или иные изученные закономерности.

На заключительном этапе преподаватель обсуждает совместно со студентами выводы и итоги занятия, фиксирует достигнутые каждым результаты и дает разрешение на копирование на «флешки» материалов отчетов для их последующего завершения во внеурочное время.

ГЛАВА 2. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ПО ИЗУЧЕНИЮ ЕСТЕСТВЕННОЙ И ИСКУССТВЕННОЙ РАДИАЦИИ В КУРСЕ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ

2.1. Исследование радиоактивности продуктов распада радона в воздухе

Цель работы: определить объемную активность радиоактивных продуктов распада радона в воздухе и оценить их опасность

Оборудование: компьютер, ручной насос, воронка для фильтра, фильтр, блок детектирования альфа-излучения БДПА-01, подключенный к компьютеру, фильтродержатель, фильтры АФА-РСП-20.

Теоретическая часть

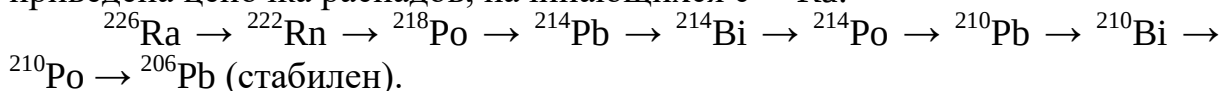
Каждый человек, где бы он ни жил и чем бы ни занимался, получает дозу радиоактивного облучения. Причинами этого облучения являются:

1. Естественные источники: а) земного; б) космического происхождения.
2. Техногенные источники: а) медицинские приборы; б) радиоактивные осадки.

Из естественных источников земного происхождения основными являются радон и продукты его распада. Если в совокупности от всех источников радиации среднестатистический человек получает эквивалентную дозу облучения около 3 мЗв/год, то из них за счёт радона около 2 мЗв/год. Конечно, это усреднённые значения и для конкретных людей ситуация может отличаться.

1. Радон и его воздействие

Радон – тяжёлый инертный газ. В природе встречаются изотопы радона с массовыми числами: 218, 219, 220, 222, все они радиоактивны. Наиболее распространённым и поэтому важнейшим с точки зрения облучения является ^{222}Rn . Он образуется в результате α -распада ^{226}Ra , а тот, в свою очередь, находится в радиоактивном ряду распада ^{238}U . Ниже приведена цепочка распадов, начинающихся с ^{226}Ra :



Периоды полураспада радона и его дочерних продуктов распада (ДПР) составляют:

^{222}Rn (α) – 3,8 сут; ^{218}Po (α) – 3 мин; ^{214}Pb (β) – 27 мин; ^{214}Bi (β) – 20 мин; ^{214}Po (α) – 0,0001 с; ^{210}Pb (β) – 22 года.

После каждого радионуклида в скобках указан его тип распада (α или β - распад).

Так как небольшие количества урана содержатся во многих горных породах, в них непрерывно образуется и радон. За счёт диффузии он переходит из грунта в воздушную и водную среду. Количество выделяющегося радона зависит от геологических особенностей местности и времени года. Небольшие количества урана есть в некоторых строительных материалах. Просачиваясь из грунта или материалов, из которых состоит здание, радон проходит через фундамент, перекрытия, полы, стены и накапливается в воздухе внутренних помещений.

Все альфа-излучатели, и в том числе радон, опасны не при внешнем, а при внутреннем облучении. Так как сам радон химически инертен, то в легких человека он не задерживается и существенного вклада в облучение организма не вносит. Основная доза облучения возникает не от радона, а от указанных выше ДПР: ^{218}Po , ^{214}Pb , ^{214}Bi , ^{214}Po . Они, в отличие от радона, химически активны, прочно связываются с живыми тканями и эффективно воздействуют на них альфа- и бета-излучением, так как их периоды полураспада сравнительно малы. Они оседают и на пылевых и аэрозольных частицах, которые практически всегда присутствуют в воздухе помещений, и вместе с ними также попадают в лёгкие. Установлено, что увеличение дозы облучения от ДПР радона повышает вероятность заболеть раком лёгких. Поэтому концентрацию радона нужно контролировать и по возможности принимать меры для её уменьшения. Простой, но действенный способ – часто проветривать помещение.

2. Объемная активность радиоактивных частиц

Активность – это мера количества радиоактивного вещества, которая выражается числом радиоактивных превращений (распадов ядер) в единицу времени. Запишем это формулой:

$$A = \frac{N}{\Delta t} \quad (1)$$

За единицу активности в Международной системе единиц (СИ) принят один распад в секунду. Эта единица названа в честь Анри Беккереля, открывшего впервые явление естественной радиоактивности в 1896 году, беккерелем (Бк). 1 Бк – это такое количество радионуклида, в котором за одну секунду происходит один распад. Так как беккерель очень малая величина, то используют кратные величины: кБк – килогеккерель (10^3 Бк), МБк – мегабеккерель (10^6 Бк), ГБк – гигабеккерель (10^9 Бк).

При измерении активности радиоактивного образца ее обычно относят к массе, объему, площади поверхности или длине. Различают следующие виды активности радионуклида.

- 1) **Удельная активность** – это активность, приходящаяся на единицу массы вещества (активность, отнесенная к единице массы) – Бк/кг.
- 2) **Объемная активность** – это активность, приходящаяся на единицу объема – Бк/л, Бк/м³.
- 3) В случае распределения радионуклидов на поверхности активность называется **поверхностной** (отношение активности радионуклида к поверхности, на которой находится радионуклид) – Бк/м².
- 4) **Линейная активность** радионуклида – отношение активности радионуклида, содержащегося на длине отрезка к его длине.

Большой интерес для этой лабораторной работы представляет объемная активность, так как мы будем определять активность радиоактивных частиц, находящихся в некотором объеме воздуха. Для того чтобы это сделать, нужно вывести формулу, по которой можно будет определить объемную активность.

Итак, активность определяется по формуле (1). Что такое N? Это число радиоактивных частиц. Их можно найти, если вспомнить о том, что называется флюенсом частиц.

Флюенсом частиц называют отношение числа частиц N к площади S, которую они пересекли перпендикулярно. Запишем в виде формулы:

$$\Phi = \frac{N}{S}$$

(2)

Из формулы (2) выразим N и подставим в (1), получится:

(3)

Поделив формулу (3) на объем воздуха, мы получим формулу для расчета объемной активности:

(4)

Экспериментальная часть

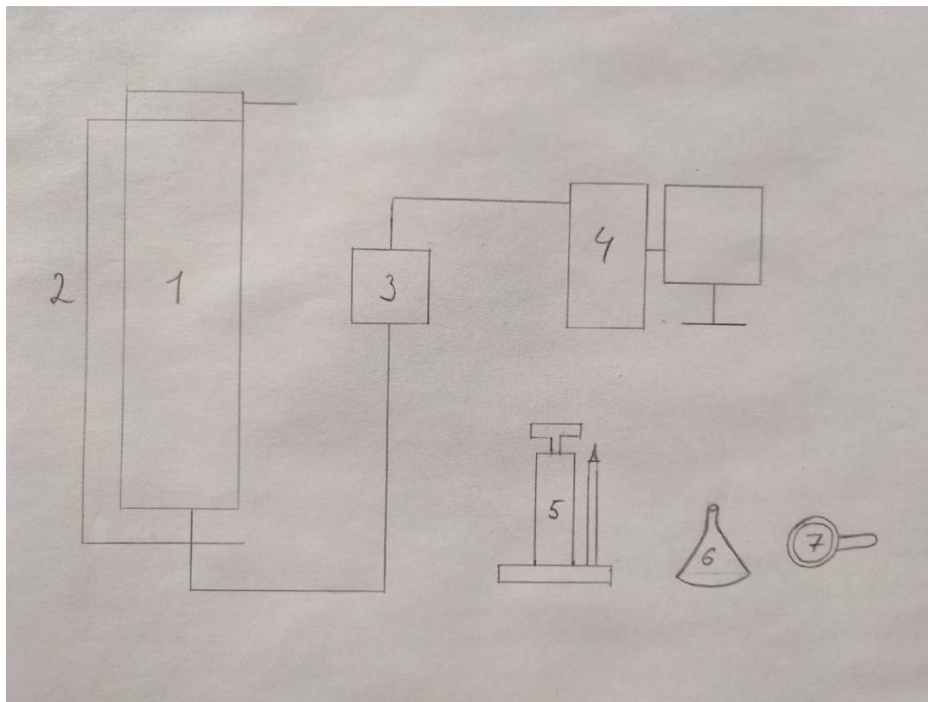


Рис. 1 Используемое оборудование

На рис. 1 представлен набор лабораторного оборудования необходимого для работы:

1. Фильтр
2. фильтродержатель
3. блок детектирования альфа-излучения БДПА-01, подключенный к компьютеру
4. компьютер
5. ручной насос
6. воронка
7. фильтры АФА-РСП-20

1. Фильтр.

На него сверху помещаются фильтры АФА-РСП-20

2. Фильтродержатель

Стойка для удерживания фильтра над поверхностью стола вертикально для удобства работы с ним.

3. Блок детектирования альфа-излучения БДПА-01

Детектор измеряет флюенс альфа-частиц, т.е. число частиц, попадающих на единицу площади. Единица измерения флюенса – см^{-2} .

4. Компьютер

Он нужен для запуска программы BDPA View

5. Ручной насос

Насос нужен для прокачки воздуха через фильтр.

6. Воронка

В нее помещают фильтр перед прокачкой воздуха.

7. Фильтры АФА- Радиоспектрометрический -20

Фильтр должен улавливать из воздуха частицы пыли и аэрозолей, а с ними и ДПР радона.

Аналитические аэрозольные фильтры АФА состоят из фильтрующего материала, который наклеен на основное кольцо. Также имеется защитное кольцо с выступами. В качестве фильтрующего материала всех типов фильтров АФА используется фильтрующая ткань академика И.В. Петрянова. Эта ткань состоит из равномерного слоя ультратонких волокон из полимеров на марлевой подложке. Для каждого вида анализа разработана или подобрана такая марка фильтрующего материала ФП, которая позволяет наиболее точно и быстро провести исследования аэрозолей.

Фильтры АФА изготавливаются с рабочей поверхностью круглого сечения 3, 10, 20 и 40 см². Каждый из фильтрующих элементов вкладывается в защитное бумажное кольцо с выступом. Помимо этого, фильтрующие материалы некоторых типов фильтров АФА наклеены специально на основные бумажные кольца с выступом для упрощения работы и защиты их от посторонних загрязнений при работе. Фильтры вкладываются в конвертики из кальки для особой чистоты и транспортируются к месту анализа.

Ход работы

1. Включите компьютер
2. Откройте программу BDPA View
3. В блоке «Параметры набора» выставьте 300 сек, выберите «Циклически» и 1 цикл
4. В блоке «Управление» выберите порт COM-3
5. Достаньте из коробки, которая находится под столом, фильтр
6. Откройте крышку блока, поместите вплотную к нему фильтр лицевой стороной вверх.
7. Запустите программу кнопкой «Начать», дождитесь, пока программа посчитает, запишите получившееся значение флюенса. В последующем эта величина учитывается как фон и вычитается
8. Достаньте из коробки воронку
9. Открутите крышку
10. Поместите фильтр лицевой стороной вверх
11. Закрутите крышку
12. Наденьте воронку на шланг от насоса и сделайте 50 качков
13. Поместите вплотную к блоку фильтр лицевой стороной вверх
14. В программе в окне циклов наберите 10 циклов, запустите и дождитесь, пока программа посчитает. Получившиеся значения переписываем в таблицу

№	t, с	Φ , см^{-2}	$(\Phi - \Phi_0)$, см^{-2}
1	300		
2	600		
3	900		
4	1200		
5	1500		
6	1800		
7	2100		
8	2400		
9	2700		
10	3000		

Примечание. При заполнении в таблице колонки « Φ , см^{-2} » рекомендуется списать первое значение без изменения, а, начиная заполнять с 2 до 10 значение, нужно из предыдущего значение вычесть то, которое будете писать. Так как программа при подсчете суммирует

значения. Например, чтобы записать значение во вторую строку, мы берем 2 значение и вычитаем из 1 и записываем полученный результат

15. Объёмную активность ДПР радона получаем по формуле:

$$A = \frac{(\Phi - \Phi_0)S}{\Delta t \cdot V},$$

где $S = 20\text{см}^2$ – площадь фильтра, $V=220\text{л}$ – объем воздуха, который был прокачен через фильтр насосом, Φ – максимальное значение флюенса в таблице, Φ_0 – фоновое значение флюенса, $\Delta t=300\text{с}$.

Контрольные вопросы

1. Что называется радоном?
2. Какие характеристики и свойства есть у радона?
3. Чем опасен радон? На какие вещества он распадается?
4. Как обезопаситься от радона?

2.2. Изучение α -частиц

Цель работы: изучить основные характеристики α -излучения, измерить энергию α -частиц по величине длины пробега в воздухе.

Оборудование: источник α -частиц (${}_{94}\text{Pu}^{239}$), частотометр ЧЗ-34, блок питания «Агат», сцинтилляционный детектор с фотоэлектронным умножителем.

1. Краткая теория

1.1. Общая характеристика α -излучения

α -излучение – ионизирующее корпускулярное излучение, состоящее из α -частиц, возникающих при радиоактивном распаде атомных ядер, а также в различных ядерных реакциях.

α -частиц представляют собой дважды ионизованные атомы гелия ${}^4_2\text{He}^{4+}$, имеют заряд $+2e$, состоят из 4 нуклонов – 2 протонов и 2 нейтронов. Масса α -частиц составляет $4,00273 \text{ а.е.м.} = 6,644 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$. Энергия связи $28,11 \text{ МэВ}$.

α -частиц часто используются в качестве бомбардирующих частиц. Именно при изучении рассеяния α -частиц на тонких металлических фольгах Резерфорд в 1911 г. сделал вывод, что масса атома практически целиком сосредоточена в положительном заряженном ядре, имеющем размеры 10^{-13} см .

1.2. Взаимодействие α -частиц с веществом

Кулоновские силы являются основными силами взаимодействия α -частиц с веществом, процессы упругого рассеяния и ионизационного торможения – основные процессы взаимодействия

Упругое рассеяние – это процесс взаимодействия двух частиц, при котором суммарная кинетическая энергия обеих частиц сохраняется и происходит лишь перераспределение ее между частицами. При этом сами частицы изменяют направление своего движения, т.е. происходит процесс рассеяния. Проходя через вещество, α -частицы почти не рассеиваются на электронах из-за своей большой массы ($M_\alpha = 7350 m_e$). Столкновение с ядрами, напротив, приводят к их значительному рассеянию.

Ионизационное торможение. Явление, при котором заряженная частица теряет энергию вследствие возбуждения и ионизации атомов среды, через которую она проходит.

1.3. Пробег α -частиц в веществе.

Пробег частиц R – это расстояние, которое она проходит до момента полной потери энергии. Существенной особенностью α -частиц является

существование у них определенного пробега: треки α -частиц одной энергии в камере Вильсона представляют собой прямые линии одной и той же длины с небольшим разбросом в ту или иную сторону.

Величина пробег частиц определяется теми потерями энергии, которые происходят при ее движении. Для разных скоростей частиц эти потери отличны.

Пробеги α -частиц, испускаемых естественно-радиоактивными элементами и имеющих энергии (4-10) МэВ (скорости $(1 \div 2,5) \cdot 10^9$ см/с), удовлетворяют закону Гейгера

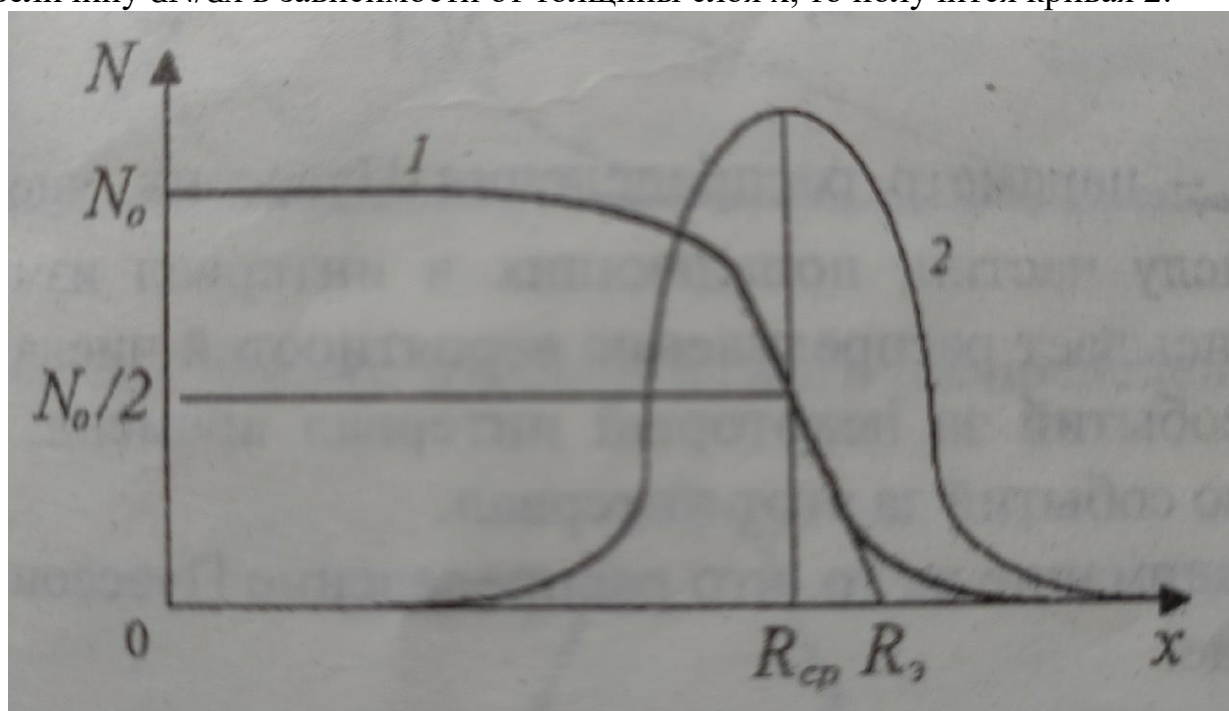
$$R = A \cdot v_0^3,$$

где A – константа, определяемая веществом, v_0 – начальная скорость частицы.

Зависимость между пробегом и энергией α -частицы для ряда веществ представлена в виде номограмм, при помощи которых по пробегу α -частицы можно найти ее энергию, и наоборот

Разброс пробегов. Пусть источник α -частиц достаточно тонкий, тогда они будут выходить из него с одинаковой скоростью. (α -частиц, испускаемые естественно-радиоактивными источниками, монохроматичны). На опыте их пробег оказывается одинаковым.

Если исследовать параллельный пучок α -частиц, прошедший через слой вещества, от толщины этого слоя, то оказывается, что число частиц N в пучке остается приблизительно постоянным вплоть до определенной толщины слоя, а затем падает, но падает не сразу до нуля, а с некоторым наклоном (кривая 1). Если от этой кривую взять производную и построить величину dN/dx в зависимости от толщины слоя x , то получится кривая 2.



Эта кривая имеет выраженный максимум при $x=R_{ср}$ показывающий, что большинство α -частиц обладают определенным пробегом с некоторым

разбросом в ту и другую сторону. Величина $R_{\text{ср}}$ называется *средним пробегом*. Разброс пробега – *страгглинг*.

Каковы же причины страгглинга?

Во-первых, дело во случайном отклонении от числа атомов, которые на своем пути встречает α -частица. Число ионов, созданных α -частицей, т.е. потеря энергии, будет зависеть от этого числа. Если среднее число ионов, образуемых α -частицей на длине ее пробега N , то возможное отклонение от этого числа, согласно статистическому закону равно $\sqrt{N}$.

Второй причиной, вызывающей страгглинг, является перезарядка частиц при их движении через среду. Таким образом, на всем пути частица обладает разным зарядом. Естественно, что перезарядка вызовет дополнительные флуктуации в ионизации, и, значит, флуктуации в пробеге.

Помимо среднего пробега α -частиц, существует понятие *экстраполированного пробега*. Кривые подобно кривой на рисунке почти прямолинейны на значительном расстоянии вблизи конца пробега, где имеется быстрый спад. Экстраполированный пробег получается, если почти прямую линию продолжить до пересечения с осью абсцисс, а величина, соответствующая точке пересечения, принимается за величину пробега. Этот пробег всегда больше, чем средний. В таблицах приводят значения, как среднего, так и экстраполированного пробегов

В номограммах, описывающих связь пробегов и энергий частиц, даются значения средних пробегов.

В этой работе полный экстраполированный пробег α -частицы складывается из экстраполированного пробега R_0 в воздухе и пробега в веществе пленки, защищающий детектор излучения. Длина пробега в пленке может быть легко посчитана, исходя из того, что тормозная способность вещества, отнесенная к одному атому, пропорциональна квадратному корню из атомной массы.

Поэтому для удобства толщину заменяют на эквивалентную толщину R_0 , т. е. на толщину слоя воздуха, эквивалентного по поглощению α -частиц данной пленке. Тогда эффективный экстраполированный пробег $R_{\text{эф}}$ равен

Где $R_0 = cl_0$, l_0 – толщина пленки, c – коэффициент, учитывающий тормозную способность вещества. Зависимость полного экстраполированного пробега α -частиц в воздухе от энергии E частиц выражается формулой:

Здесь E измеряется в МэВ, $R_{\text{эф}}$ в см. Зависимость выполняется для значения x от 3 до 7 см.

2. Экспериментальная часть

2.1. Лабораторная установка

В эксперимент снимается зависимость числа α -частиц от пройденного ими расстояния в воздухе от источника до детектора. Блок-схема лабораторной установки представлена на рис.2 ниже.

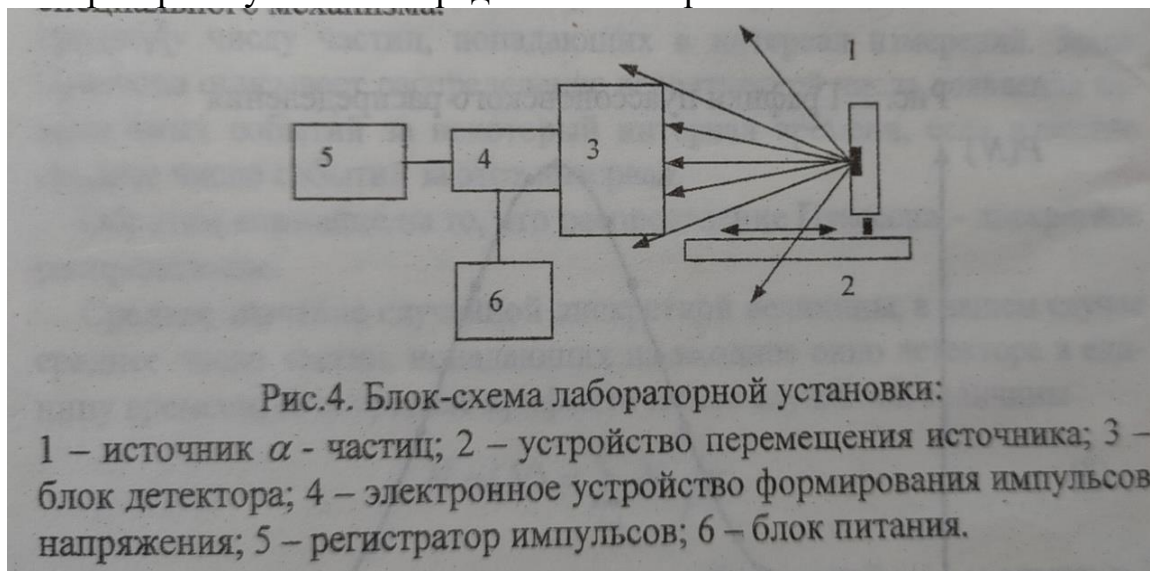


Рис.4. Блок-схема лабораторной установки:

1 – источник α - частиц; 2 – устройство перемещения источника; 3 – блок детектора; 4 – электронное устройство формирования импульсов напряжения; 5 – регистратор импульсов; 6 – блок питания.

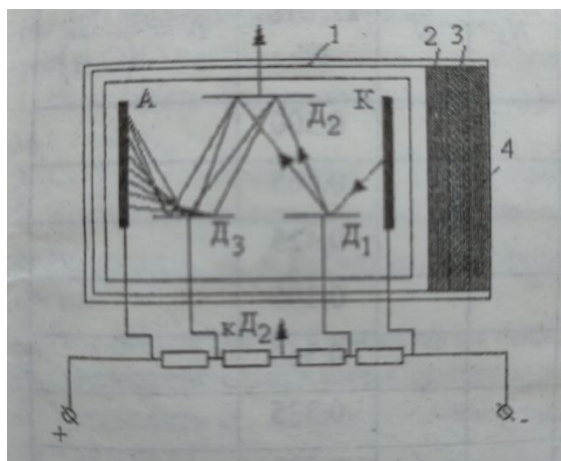
Рис.2

Импульсы счетчика регистрируются частотомером, работающем в режиме счета числа импульсов за определенное время экспозиции, задаваемое внутренним таймером.

Расстояние между источником и детектором меняется с помощью специального механизма.

α -источник расположен на препаратоводителе с микрометрическим винтом, позволяющим измерять расстояние от источника до детектора, α -частицы попадают на окно сцинтилляционного детектора, защищенного алюминиевой фольгой. После усиления сигнал детектора поступает на частотомер. Показания частотомера соответствуют числу импульсов, полученных от детектора за интервал времени регистрации.

Устройство и принцип действия сцинтилляционного детектора излучения



На рисунке показана принципиальная схема сцинтилляционного детектора. В светонепроницаемом корпусе 1 на стеклянной подложке 2 нанесен слой люминесцирующего материала 3 (люминофор).

Люминофор защищен от воздействия внешнего света тонким слоем

алюминиевой фольги 4. α -частица, пролетев через фольгу 4, ударяется о слой 3, возбуждает в месте удара атомы люминофора, которые переходя в основное состояние, излучают свет. Такая кратковременная вспышка света называется сцинтилляцией. Свет от этой вспышки проходит через пластинку 2, попадает на катод К фотоумножителя и выбивает из него электроны. Под действием приложенного между катодом и ближайшим промежуточным анодом D_1 (их называют динодами) фотоумножителя достаточно сильного электрического поля электроны ускоряются и при ударе о материал динода выбивают из него дополнительные электроны. Это явление называют вторичной электронной эмиссией. Электроны, вылетевшие из D_1 , ускоряются снова и из последующего динода снова выбиваются электроны во все возрастающем количестве. Таких промежуточных динодов в зависимости от конструкции фотоэлектрического умножителя может быть больше 10-20, и коэффициент умножения (усиления) в них достигает значений от 10^5 до 10^9 . Возникает импульс тока, соответствующий каждой сцинтилляции. Эти импульсы считаются специальными приборами. В данной работе это частотомер.

2.2. Выполнения работы

Задание. Определение энергии α -частиц радиоактивного распада изотопа ${}_{94}\text{Pu}^{239}$.

Для выполнения этого задания необходимо:

1. Исследовать зависимость числа импульсов N в единицу времени от расстояния x между детектором излучений и α -препаратом в воздухе. Результаты измерений занести в таблицу

таблица I

$x, \text{мм}$	N_1	N_2	N_3	N_4	N_5	$\bar{N}$	$\Omega, \text{отн. ед.}$	$N = \frac{\bar{N}}{(\Omega \cdot t)}$
0							0,500	
2							0,465	
4							0,425	
6							0,395	
8							0,360	
10							0,325	
12							0,300	
14							0,274	
16							0,250	
18							0,229	
20							0,210	
22							0,200	
24							0,185	
26							0,160	

В табл. I величина Ω – поправка, учитывающая уменьшение телесного угла при возрастании расстояния между источником и детектором.

2. Обработать результаты эксперимента:
 - 2.1. Построить график зависимости $\bar{N} = \langle N \rangle$ от расстояния x
 - 2.2. Определить из графика $\langle N \rangle(x)$ экстраполированный пробег R_0 ,
 - 2.3. Вычислить эквивалентную толщину R_0 защитной пленки по формуле $R_0 = cl_0$, где $l_0 = (8,3 \pm 0,5)$ мкм – толщина защитной алюминиевой фольги, $c = (3,4 \pm 0,1) \cdot 10^3$.
 - 2.4. Вычислить эффективный экстраполированный пробег
 - 2.5. Вычислить, пользуясь формулой, энергию α -частиц
 - 2.6. Оценить погрешность измерения энергии α -частиц.

Контрольные вопросы

1. Что представляет собой α -излучение? Его характеристики
2. Какие взаимодействия α -частиц встречаются в физике?
3. Что такое пробег α -частиц?
4. Чем опасно α -излучение? Как обезопаситься от него?

Заключение

В ходе выполнения дипломной работы была найдена и проанализирована научно-методическая литература по изучению радиоактивности в школе с помощью исследовательского метода.

На основе проанализированного материала найден новый способ – исследовательский метод, который самым лучшим образом подходит для освоения темы «Естественная и искусственная радиация» в курсе школьной физики. На основе этого метода был разработан лабораторный практикум, позволяющий глубоко изучить радиацию и развить исследовательское и творческое мышление, которое способно решать нестандартные задачи.

Лабораторный практикум состоит из двух лабораторных работ:

- 1) Исследование радиоактивности продуктов распада радона в воздухе;
- 2) Изучение поглощения α -частиц.

Данные лабораторные работы были выполнены и оформлены в соответствии с требованием лабораторного практикума. Пример отчетов по ним находится в приложении.

Список источников и литературы

- 1) Программно-методические материалы. Физика. 7–11 классы / Сост. В. А. Коровин, Ю. И. Дик. 1999, С. 15
- 2) Программы для общеобразовательных учреждений: Физика. Астрономия. 7-11 классы / Сост. Ю.И Дик, В.А. Коровин, В. А. Орлов. 2004, С. 51
- 3) Программы для общеобразовательных учреждений: Физика. Астрономия. 7 – 11 классы / Сост. Ю. И. Дик, В. А. Коровин, В. А. Орлов. 2004, С. 112
- 4) Лукьянова Т.С. Исследовательский метод обучения – эффективный способ развития творчества учащихся// ГОУ СПО Колледж сервиса и туризма № 29 г. Москвы
- 5) Миронов А.В. Исследовательская деятельность – основа развития творческой личности// Вестник КГУ им. Н.А. Некрасова, 2009
- 6) Фахретдинова Ф.Р. Применение метода исследовательского обучения в развитии творческих способностей учащихся // Вестник Башкирского университета. 2009. Т. 14. № 2. С. 672- 675.
- 7) Ширшова Т.А., Полякова Т.А., Лабораторные работы как средство мотивации и активизации учебной деятельности учащихся//ОмГУ им. Ф. М. Достоевского, СибАДИ, 2015
- 8) Романов Е.В. Ретроспективный анализ подходов к изучению вопросов радиационной безопасности в общеобразовательной школе// «Науки об образовании», ЮУрГУ, г. Озерск, 2013
- 9) Браверманн, Э.М. Факты и выводы: материалы для урока-размышления об атомной энергии // Физика в школе. – 1999.– № 2
- 10) Дощенко, В.Н. Вся правда о радиации. – Озерск, 1992.
- 11) Ешимова, У.З. Методика изучения вопросов радиационной безопасности в курсе физики основной школы: автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1996.

- 12) Захаров, В.Б. Экология современного человека: факультативный курс. 9 кл. // Программы для общеобразовательных учреждений. Экология / В.Б. Захаров, В.И. Сивоглазов. – М., 1994.
- 13) Зверев, А.Т. Экология: учебник для 7-9 кл. общеобразовательных школ / А.Т. Зверев, Е.Г. Зверева. – М., 1999.
- 14) Криксунов, Е.А. Экология: учебник для общеобразовательных учебных заведений. 9 класс / Е.А. Криксунов, В.В. Пасечник, А.П. Сидорин. – М., 1997.
- 15) Легасов, В.А. Фантом: сборник документальных и художественных произведений о трагических событиях на Чернобыльской АЭС. – М., 1989.
- 16) Мамедов, Н.М. Экология: учеб.пособ. для 9– 11 классов общеобразовательной школы / Н.М. Мамедов, И.Т. Суравегина. – М., 1996.
- 17) Рычков, А.Е. Социально-политические ориентации представителей местных органов власти Беларуси в условиях экстремальной ситуации постчернобыльского периода: автореф. дис. ... канд. социол. наук. – Минск, 1994.
- 18) Рябина, Н.П. Основы радиационной безопасности: учеб. пособ. для студ. пед. вузов / Н.П. Рябина, Г.Н. Романов. – Миасс, 1995. 207 ISSN 1991-5497. МИР НАУКИ, КУЛЬТУРЫ, ОБРАЗОВАНИЯ. № 3 (40) 2013
- 19) Проблемы экологии и экологического образования Челябинской области: материалы 3-й научно-практич. конф. / под. ред. В.В. Латюшина. – Челябинск, 1999.
- 20) Утешинский, Д.Д. Программа «Здоровье человека. IX класс» // Программы общеобразовательных учреждений. Биология. – М., 1994.

- 21) Шибкова, Д.З. Введение в радиобиологию: учеб.пособ. / Д.З. Шибкова, В.В. Латюшин, В.И. Серикова. – Челябинск, 1998.
- 22) https://ru.wikipedia.org/wiki/Ионизирующее_излучение
- 23) Коврижных Ю.Т., Пилипенко Г.И., Сидоров В.Е. Руководство к лабораторным работам по курсу общей физики. Раздел «Квантовая физика». УрГПУ – Екатеринбург, 2004. – 110 с.
- 24) Ахметов, Н.С. Общая и неорганическая химия. Учеб. для вузов / Н.С. Ахметов. - 7-е изд., стер. - М.: Высш.шк., 2008. - 743 с., ил.
- 25) Буторина, М.В. Инженерная экология и менеджмент: Учебник / М.В. Буторина и др.: под ред. Н.И. Иванова, И.М. Фадиной.- М.: Логос, 2003. - 528 с.:ил.
- 26) Девакеев Р, Инертные газы: история открытия, свойства, применение. [Электронный ресурс] / Р. Девакеев. - 2006. - Режим доступа: www.ref.uz/download.php?id=15623
- 27) Колосов, А.Е. Радон 222,его влияние на человека. [Электронный ресурс] / А.Е. Колосов. Московская средняя школа имени Ивана Ярыгина, 2007. - Режим доступа: ef-concurs.dya.ru/2007-2008/docs/03002.doc
- 28) Уткин, В.И. Радон и проблема тектонических землетрясений [Электронный ресурс] / В.И. Уткин Уральский государственный профессионально-педагогический университет, 2000. - Режим доступа: <http://www.pereplet.ru/obrazovanie/stsoros/1133.html>
- 29) Ширшова Т.А., Полякова Т.А. Лабораторные работы как средство мотивации и активизации учебной деятельности учащихся // Омский научный вестник. – 2015. – №4 (141).
- 30) Федеральные государственные образовательные стандарты [Электронный ресурс] // ФГОС. [Электронный ресурс] URL: <https://fgos.ru> (Дата обращения: 11.05.2019).

- 31) Старикова Л.Д. Методика профессионального обучения: практикум / Л.Д. Старикова, Ю.С. Касьянова. – Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф. пед. ун-та. – 2013. – 131 с
- 32) Государственные санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ, РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ» Нормы радиационной безопасности (НРБ-99) СП 2.6.1.758–99 утв. МИНЗДРАВ РОССИИ, 1999
- 33) Булаева О. В., Румбешта Е. А. Метод проектов и организация проектной деятельности учащихся по физике: учеб.-метод. пос. Томск: Изд-во ТГПУ, 2005. 72 с.
- 34) Стародубцев В. А., Минин М. Г. Метод проектов в образовательной деятельности: учеб. пос. Томск: Изд-во Том. политех. ун-та, 2010. 124 с.
- 35) Зеер Э. Ф. Основные смыслообразующие положения личностно-развивающего образования // Образование и наука: Изв. Уральского отд. РАО. 2006. № 5. С. 3–12.
- 36) Стародубцев В. А. Компьютерная составляющая методики преподавания курса физики // Вестн. Томского гос. пед. ун-та (Tomsk State Pedagogical University Bulletin). 2007. Вып. 10 (73). С. 126–132.
- 37) Стародубцев В. А., Ревинская О. Г. Развивающая роль компьютерных моделирующих лабораторных работ // Информатика и образование. 2006. № 2. С. 120–123. 6. Сергеев С. Ф. Теоретико-методологические проблемы педагогики образовательных сред // Школьные технологии. 2010. № 6. С. 32–40.
- 38) Лавренина, А.Н. Лекция в вузе: акцент на формирование системы знаний / А.Н. Лавренина, Н.Г.Леванова. – Т.: Изд-во ТГУ, 2014.-С.249.

- 39) Лавренина, А.Н. Формирование системы физических знаний на практических занятиях / А.Н. Лавренина, Н.Г.Леванова. – Т.: Изд-во ТГУ, 2014.- С.170.
- 40) Леванова Н.Г.,Потемкина С.Н., Талалов С.В. Информационные технологии в курсе общей физики: акцент на самостоятельную работу. Приложение к журналу «Открытое образование», материалы Всероссийской научно-метод. конф. «Открытое образование и информационные технологии». Пенза, ИИЦ ПГУ, 17-20 октября 2005, С.279.
- 41) Леванова, Н.Г. Проверка и оценка результатов обучения как необходимый элемент формирования системы знаний / Н.Г.Леванова, А.Н. Лавренина. – Новосибирск, Международный Научный Институт "Educatio", № 4 (11), 2015.-С.142.
- 42) Фахретдинова Ф.Р. Применение метода исследовательского обучения в развитии творческих способностей учащихся // Вестник Башкирского университета. 2009. Т. 14. № 2. С. 672- 675.
- 43) Немчинова Т.В., Токтохоева Т.А. Исследовательская деятельность как компонент творческого потенциала личности студента // Вестник Бурятского государственного университета. 2009. № 15. С. 66-68.
- 44) Казанцева Н.А. Подготовка специалистов к продуктивной профессиональной деятельности // Профессиональное образование. Столица. 2008. № 7. С. 14-15..
- 45) Леонтьева А.В. Креативность и ее взаимосвязь с проектно-исследовательской деятельностью учащихся // Наука и школа. 2010. № 1. С. 64-65..

Приложение 1

Отчет по лабораторной работе № «Исследование радиоактивности продуктов распада радона в воздухе»

Студент: Мазурок Никита

Группа: ИМФИиТ, ФиТ-1701

Дата: 14 мая 2022

1. Расчетные формулы:

$$A = \frac{(\Phi - \Phi_0)S}{\Delta t \cdot V},$$

где $S = 20 \text{ см}^2$ – площадь фильтра, $V = 220 \text{ л}$ – объем воздуха, который был прокачен через фильтр насосом, Φ – максимальное значение флюенса в таблице, Φ_0 – фоновое значение флюенса, $\Delta t = 300 \text{ с}$.

2. Схема лабораторной установки

№	Название прибора	Предел измерений	Цена деления,	Погрешность прибора
1	Программа счета частиц BDPAView	$10^{-3} - 10^3 \text{ см}^{-2}$	$0,00001 \text{ см}^{-2}$	$0,000005 \text{ см}^{-2}$

3. Средства измерений и их характеристики:

4. Результаты измерений

№	t, с	$\Phi, \text{ см}^{-2}$	$(\Phi - \Phi_0), \text{ см}^{-2}$
1	300	13,852	13,5694
2	600	11,495	11,2124
3	900	8,21	7,9274
4	1200	6,497	6,1444
5	1500	7,161	6,8784
6	1800	6,219	5,9364
7	2100	6,313	6,0304
8	2400	6,22	5,9374
9	2700	6,03	5,7474
10	3000	4,429	4,1464

$$A = \frac{(\Phi - \Phi_0)S}{\Delta t V} = \frac{(13,852 - 0,2826) \cdot 20}{300 \cdot 0,22} = 4,13 \frac{\text{Бк}}{\text{м}^3}$$

5. Вывод:

В данной лабораторной работе мы определяли объемную активность продуктов распада в воздухе. Она равна $4,13 \text{ Бк/м}^3$, что примерно в 3 раза больше допустимой дозы объемная активность продуктов распада радона: $A_{\text{ог}} = 1,58 \text{ Бк/м}^3$.

Приложение 2

Отчет по лабораторной работе № «Изучение α -частиц»

Студент: Мазурок Никита
Группа: ФиТ-1701
Дата: 14 мая 2022

1. Расчетные формулы:

Где $R_0 = cl_0$, l_0 – толщина пленки, c – коэффициент, учитывающий тормозную способность вещества. Зависимость полного экстраполированного пробега α -частиц в воздухе от энергии E частиц выражается формулой:

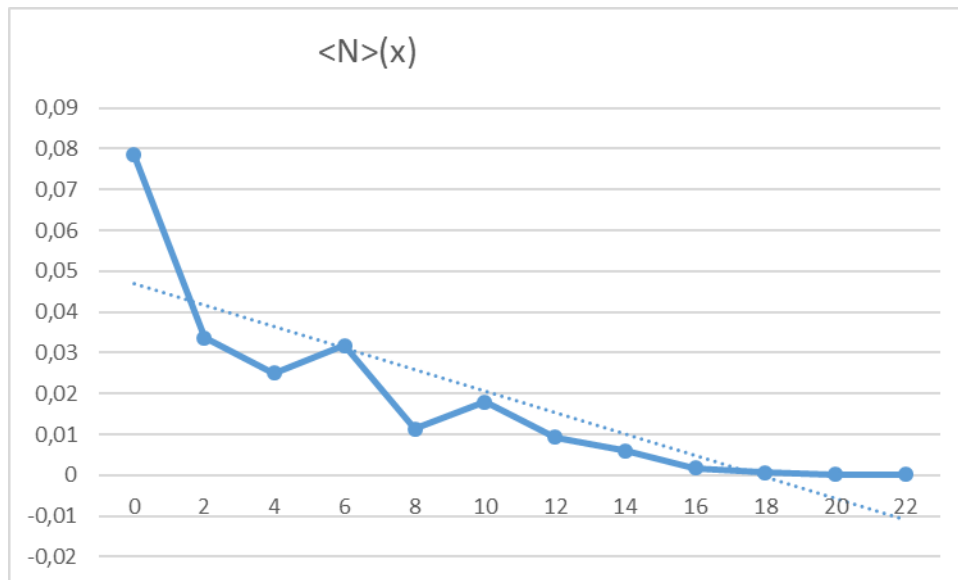
2. Схема лабораторной установки

№	Название прибора	Предел измерений	Цена деления,	Погрешность прибора
1	Сцинтилляционный детектор излучения	0 – 9,999	0,0001	0,00005
2	Микрометрический винт	0-200мм	1мм	0,5мм

3. Средства измерений и их характеристики:

4. Результаты измерений и расчетов:

x, мм	N1	N2	N3	N4	N5	<N>	N
0	0,1002	0,1356	0,0728	0,0779	0,0781	0,0784	0,01568
2	0,0293	0,0373	0,0357	0,0342	0,0322	0,0337	0,00725
4	0,0219	0,0232	0,0242	0,0295	0,026	0,025	0,00588
6	0,028	0,0331	0,0366	0,0298	0,031	0,0317	0,00803
8	0,0122	0,015	0,0144	0,0153	0,0143	0,0114	0,00317
10	0,0089	0,0163	0,0195	0,022	0,0235	0,018	0,00554
12	0,0132	0,0081	0,0091	0,0082	0,008	0,0093	0,0031
14	0,0093	0,0052	0,0059	0,0042	0,0056	0,006	0,0022
16	0,0021	0,0015	0,0027	0,0015	0,0014	0,0018	0,00072
18	0,0013	0,0011	0,0005	0,0005	0,0007	0,0007	0,0003
20	0,0005	0,0002	0	0,0002	0,0004	0,0002	0,00009
22	0,0001	0,0002	0	0,0001	0,0001	0,0001	0,00005



$$R_3 = 18 \text{ мм}$$

$$R_0 = cl_0,$$

где $l_0 = (8,3 \pm 0,5)$ мкм – толщина защитной алюминиевой фольги,
 $c = (3,4 \pm 0,1) \cdot 10^3$

$$R_0 = 0,0083 \cdot 3,4 \cdot 10^3 = 28,22 \text{ мм}$$

,

,

,

$$\Delta E = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial R_3}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial R_0}\right)^2} = \sqrt{\left(2,1 \left(\frac{R_3 + R_0}{0,318}\right)^{-\frac{1}{3}}\right)^2 + \left(2,1 \left(\frac{R_0 + R_3}{0,318}\right)^{-\frac{1}{3}}\right)^2} = 0,57,$$

$$\Delta E = (4,8 \pm 0,6) \text{ МэВ}.$$

Вывод: В ходе лабораторной работы мы смогли вычислить энергию α -частиц в воздухе, для того чтобы понять входит ли она в диапазон от 4 до 9 МэВ. Для этого мы снимали показания количества импульсов, зафиксированных сцинтилляционным детектором на разных расстояниях между датчиком и источником. Затем мы построили по данным из таблицы график $\langle N \rangle(x)$, расположили на них точки и провели прямую для нахождения экстраполированного пробега R_0 α -частиц в воздухе. Далее мы

посчитали эквивалентную толщину R_0 из известных нам толщины пленки и коэффициента, учитывающего тормозную способность вещества. После мы вычислили $R_{эф}$, суммировав экстраполированный пробег R_α α -частиц в воздухе и эквивалентную толщину R_0 . Вскоре мы нашли энергию, подставив $R_{эф}$ в формулу, в которой наблюдается зависимость полного экстраполированного пробега α -частиц в воздухе от энергии E частиц. Ну и посчитав погрешность измерения, мы получили $\Delta E = (4,8 \pm 0,6) \text{ МэВ}$. Эта энергия действительно находится в диапазоне от 4 до 9 МэВ. Таким образом, риск получить дозу облучения минимален