

АДМИНИСТРАЦИЯ ГОРОДА ТОМСКА
ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ
МУНИЦИПАЛЬНОЕ АВТОНОМНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ГИМНАЗИЯ № 55 им. Е.Г. Вёрсткиной Г. ТОМСКА

Согласовано
Педагогический совет
Протокол № 1
от «28» августа 2024 г.

Утверждено
«02» сентября 2024г.
приказ № 390/0
Директор гимназии № 55
им. Е.Г. Вёрсткиной г. Томска

_____ Черемных Е.Ю

Дополнительная общеобразовательная
общеразвивающая программа
естественнонаучной направленности
**«Влияние радиоактивности на
жизнедеятельность человека»**

Возраст обучающихся: 14–17 лет

Срок реализации: 1 год

Количество часов: 68 часов

Составитель:
Гостюхина Валентина Валерьевна,
учитель физики

2024 - 2025 учебный год

I. Пояснительная записка

Программа «Влияние радиоактивности на жизнедеятельность человека» предназначена учащимся средней и старшей школы, выбравшим естественно-научный, физико-математический профили или проявившим повышенный интерес к изучению физики, химии, биологии, экологии.

Актуальность данной программы заключается в его системности знаний о современной картине мира, основанной на квантовой механике и специальной теории относительности, влияние ионизирующего излучения на организм человека, методов радиационной безопасности. Именно эти разделы современной физики позволили понять суть структуры материи и использовать эти знания для создания ядерной энергетики, современной квантовой электроники, разработать эффективные методы диагностики и лечения различных заболеваний, сделать много других важных открытий.

Предлагаемая программа составлена на основании следующих нормативно-правовых документов:

- Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273 ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- ФГОС основного общего образования (в редакции приказов от 29.12.2014 № 1644, от 31.12.2015 № 1577);
- Концепция духовно-нравственного развития и воспитания личности гражданина России. М.: Просвещение, 2010;
- Стратегия развития воспитания в РФ на период до 2025 года;
- Концепция программы поддержки детского и юношеского чтения в РФ;
- Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 24 ноября 2015 г. № 81 «О внесении изменений № 3 в СанПиН 2.4.2.2821-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения, содержания в общеобразовательных организациях»;
- Типовая модель создания новых мест для дополнительного образования детей естественнонаучной направленности.

Предлагаемая программа посвящена рассмотрению таких тем, как элементы квантовой механики и теории относительности в применении к атомной и ядерной физике, различные виды радиоактивности, в том числе и спонтанное деление ядер, свойства и модели атомных ядер, традиционные ядерные реакции и ядерные реакции при энергиях коллайдеров. Рассмотрено происхождение элементов во Вселенной и синтез новых сверхтяжёлых элементов в лабораториях учёных. Часть разделов посвящена ядерной энергетике и прикладным исследованиям в области радиационной биологии, экологии и применению методов ядерной физики в медицине, радиационной бе

Значительная часть элективного курса отведена практическим работам, большая часть которых имеет исследовательский характер.

Цель курса: расширение, углубление и обобщение знаний о физических процессах в области ядерной физики, причинах и механизмах их протекания, развитие познавательных интересов и творческих способностей учащихся через практическую направленность обучения физике и интегрирующую роль физики в системе естественных наук.

Задачи курса:

- развитие естественно-научного мировоззрения учащихся;
- развитие приёмов умственной деятельности, познавательных интересов, склонностей и способностей учащихся;
- развитие мотивации учения, формирование потребности в получении новых знаний и применении их на практике;
- расширение, углубление и обобщение знаний по физике, химии, биологии;
- использование межпредметных связей физики с математикой, биологией, химией,

- историей, экологией, рассмотрением значения этого курса для успешного освоения смежных дисциплин;
 - совершенствование экспериментальных умений и навыков в соответствии с требованиями правил техники безопасности;
 - рассмотрение связи ядерной физики с жизнью, с важнейшими сферами деятельности человека;
 - развитие у учащихся умения самостоятельно работать с дополнительной литературой и другими средствами информации;
 - формирование у учащихся умений анализировать, сопоставлять, применять теоретические знания на практике;
 - формирование умений по решению экспериментальных и теоретических задач.
- Основные идеи курса:**
- единство материального мира;
 - внутри- и межпредметная интеграция;
 - взаимосвязь науки и практики;
 - взаимосвязь человека и окружающей среды.

Программа предназначена для учащихся 9-11-х классов и рассчитана на 68 часов. Срок реализации – 1 год.

II. Содержание программы

Введение (6 ч)

Излучение абсолютно чёрного тела и квантовая гипотеза Планка, открытие Дж. Дж. Томсоном электрона. Открытие рентгеновского излучения. Открытие А. А. Беккерелем радиоактивности. Опыты Пьера и Марии Кюри. Создание А. Эйнштейном специальной теории относительности. Взаимосвязь между массой и энергией. Главная формула XX в.: $E_0 = mc^2$. Классификация элементарных частиц.

Эксперимент Э. Резерфорда по открытию «планетарной» модели атомного ядра. Квантование энергии и модель Н. Бора.

Последствия этих открытий для создания квантовой механики и ядерной физики как основы технического прогресса человечества в XX и XXI вв., создания картины микро- и макрокосмоса на основе Стандартной модели.

Тема 1. Основы ядерной физики. (9 ч.)

Основные свойства атомных ядер: состав, размер, форма, заряд, масса ядра, энергия связи. Изотопы. Границы стабильности атомных ядер. Спин протона и нейтрона. Угловой момент ядра.

Пьер и Мария Кюри. Антуан Анри Беккерель. Вильгельм Конрад Рентген, Альберт Эйнштейн. Нильс Бор. Макс Планк.

Ядерные превращения в экспериментах Резерфорда. Открытие протона и нейтрона. Реакции деления ядер. Цепная ядерная реакция. Термоядерные реакции. Подпороговые реакции. Рождение антипротонов. Изучение структуры протонов и ядер в пучках электронов.

Ядерные силы. Классическая протон-нейтронная модель ядра. Ядерные модели: ферми-газ, капельная, оболочечная и обобщённая модель ядра.

Короткодействующие нуклонные корреляции в ядрах и кумулятивный ядерный эффект.

Радиоактивность. Виды радиоактивности: α -, β -, γ -распад, спонтанное деление.

Границы стабильности атомных ядер. Закон радиоактивного распада. Период полураспада. Активность радиоактивного источника.

Принципы работы линейных и циклических ускорителей. Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном поле. В. И. Векслер: принцип автофазировки. А. М. Будкер: идея электронного охлаждения и первые встречные кольца. Большой адронный коллайдер (LHC) в Европе и коллайдер релятивистских ядер (RHIC). Модель

ускорительного комплекса НИКА — российского коллайдера тяжёлых ионов.

Решение качественных и расчетных задач.

Выступления с докладами.

Тема 2. Ядерная физика и глобальные проблемы человечества. (2ч)

Ядерная энергетика и глобальные проблемы человечества. Ядерные реакторы. Природные ядерные реакторы. Ядерные исследования с нейтронами. Свойства нейтронных пучков. Модель исследовательского импульсного реактора на быстрых нейтронах ИБР-2. Применение нейтронного активационного анализа в экологии. Ядерная планетология. Поиск воды на Марсе при помощи источника нейтронов.

Интерактивная модель ядерного реактора.

Выступления с докладами.

Тема 3. Взаимодействие излучения с веществом. (4 ч)

Взаимодействие заряженных частиц, фотонов и электронов с веществом.

Тема 4. Ядерная физика и медицина. (4 ч)

Ядерная физика и медицина. Модель ускорительного комплекса для протонной радиотерапии.

Тема 5. Радиобиология. (3 ч)

Что изучает радиобиология. Состав космического излучения и его воздействие на живые организмы. Пилотируемые полёты в космос и радиационные риски. Астробиология.

Тема 6. Радиационная безопасность и радиационный контроль. (6ч)

Принципы, критерии и норы радиационной безопасности. Концепция приемлемого риска. Рекомендации международных организаций: МКРЗ, МАГАТЭ. Нормативные и регламентирующие документы в области обеспечения радиационной безопасности. Санитарные нормы и правила. Мероприятия по радиационной защите. Противолучевые защитные мероприятия.

Тема 7. Инструментальные методы радиационной безопасности. (12 ч)

Различные типы детекторов: газовый, фотоэмульсии, пузырьковая камера, сцинтилляционный, полупроводниковый, детектор на основе микроканальных пластин. Съём сигнала с детектора. Энергетические и время-пролётные спектры. Современные методы съёма и оцифровки информации.

Детекторы для регистрации продуктов ядерных реакций. Основные характеристики реакций. Триггер для отбора событий. Время-проекционная камера. Электромагнитный калориметр, силиконовые детекторы для определения вершины взаимодействия.

Тема 8. Виртуальная лаборатория (18ч)

Основы измерений в ядерной физике (осциллограф и генератор сигналов). Взаимодействие заряженных частиц с веществом. Измерение спектра альфа-частиц. Устройство и калибровка гамма-спектрометра. Точная калибровка энергетического тракта гамма-спектрометра по европию-152. Исследование неизвестного радиоактивного источника. Исследование тория-228. Устройство и принцип работы рентгеновского спектрометра. Калибровка энергетического тракта рентгеновского излучения (по кобальту-60 и европию-152). Закон Мозли и его применение. Изучение неизвестного источника рентгеновского излучения. Измерение энергий осколков деления и расчет толщины подложки источника с калифорнием-252.

Итоги курса (4 ч)

Выступления учащихся с докладами.

Учебно - тематическое планирование

Программа рассчитана на 68 ч (2 ч в неделю). Итоговое занятие проходит в форме научно-практической конференции.

Предлагаемое тематическое планирование — примерное, так же как и распределение

часов на прохождение материала и проведение практикума. Автор оставляет за учителем право изменять содержательное наполнение уроков, а также корректировать демонстрационный и лабораторный эксперимент, исходя из возможностей образовательного учреждения.

№	Тема	Основное содержание	Количество часов
			68
Введение (6 ч)			
1.	Введение в курс	Излучение абсолютно чёрного тела и квантовая гипотеза Планка, открытие Дж. Дж. Томсоном электрона.	1
2.	Мир Элементарных частиц	Классификация элементарных частиц.	1
3.	Открытие рентгеновского излучения	Открытие рентгеновского излучения.	1
4.	Открытие радиоактивности	Открытие А. А. Беккерелем радиоактивности. Опыты Пьера и Марии Кюри.	1
5.	Взаимосвязь массы и энергии	Создание А. Эйнштейном специальной теории относительности. Взаимосвязь между массой и энергией. Главная формула XX в.: $E_0 = mc^2$.	1
6.	Атомные модели (модели Резерфорда, Томсона, Бора)	Эксперимент Э. Резерфорда по открытию планетарной модели атомного ядра. Квантование энергии и модель Н. Бора. Последствия этих открытий для создания квантовой механики и ядерной физики как основы технического прогресса человечества в XX и XXI вв., создания картины микро- и макрокосмоса на основе Стандартной модели	1
Тема 1. Основы ядерной физики. (9 ч.)			
7.	Изотопы. Основные свойства ядер	Основные свойства атомных ядер: состав, размер, форма, заряд, масса ядра, энергия связи. Изотопы. Границы стабильности атомных ядер. Спин протона и нейтрона. Угловой момент ядра. Ядерные силы. Классическая протон-нейтронная модель ядра. Ядерные модели: ферми-газ, капельная, оболочечная и обобщённая модель ядра. Короткодействующие нуклонные корреляции в ядрах и кумулятивный ядерный эффект	1
8.	История открытия радиоактивности. Великие ученые.	Пьер и Мария Кюри. Антуан Анри Беккерель. Вильгельм Конрад Рентген, Альбер Эйнштейн. Нильс	1

		Бор. Макс Планк.	
9.	Закон радиоактивного распада. Виды распадов.	Радиоактивность. Границы стабильности атомных ядер. Закон радиоактивного распада. Период полураспада. Активность радиоактивного источника.	1
10.	Основные законы для α -, β -, γ -распадов.	α -, β -, γ -распады основные законы. Правило Смещения. Ядерные превращения в экспериментах Резерфорда. Открытие протона и нейтрона. Реакции деления ядер. Цепная ядерная реакция. Термоядерные реакции	1
11.	Решение задач по теме «Законы радиоактивного распада»	Применение закона радиоактивного распада.	1
12.	Решение задач по теме «Радиоактивные распады»	Применение законов для α -, β -, γ -распадов	1
13.	Ускорители, принципы их работы	Принципы работы линейных и циклических ускорителей. Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях. В. И. Векслер: принцип автофазировки. А. М. Будкер: идея электронного охлаждения и первые встречные кольца	1
14.	Современные коллайдеры протонов и ядер	Большой адронный коллайдер (ЛHC) в Европе и коллайдер релятивистских ядер (RHIC). Модель ускорительного комплекса НИКА — российского коллайдера тяжёлых ионов	2
Тема 2. Ядерная физика и глобальные проблемы человечества. (2 ч)			
15.	Ядерная энергетика и глобальные проблемы человечества	Ядерная энергетика и глобальные проблемы человечества. Ядерные реакторы. Природные ядерные реакторы.	1
16.	Ядерная физика с нейтронами	Ядерные исследования с нейтронами. Свойства нейтронных пучков. Модель исследовательского импульсного реактора на быстрых нейтронах ИБР-2. Применение нейтронного активационного анализа в экологии. Ядерная планетология. Поиск воды на Марсе при помощи источника нейтронов	1
Тема 3. Взаимодействие излучения с веществом. (4 ч)			
17.	Взаимодействие заряженных частиц с веществом	Взаимодействие заряженных частиц и электронов с веществом	2
18.	Взаимодействие фотонов с веществом	Взаимодействие фотонов с веществом	2
Тема 4. Ядерная физика и медицина. (4 ч)			
19.	Ядерная физика и медицина	Ядерная физика и медицина.	2

20.	Радиотерапия	Модель ускорительного комплекса для протонной радиотерапии	2
Тема 5. Радиобиология. (3 ч)			
21.	Основы радиобиологии	Что изучает радиобиология. Состав космического излучения и его воздействие на живые организмы.	1
22.	Основы астробиологии	Пилотируемые полёты в космос и радиационные риски. Астробиология.	1
23.	Радиационное повреждение клеток.	Моделирование радиационных повреждений клеток в среде .	1
Тема 6. Радиационная безопасность и радиационный контроль. (6 ч)			
24.	Принципы, критерии и нормы радиационной безопасности.	Принципы, критерии и нормы радиационной безопасности. Концепция приемлемого риска.	2
25.	Международные принципы обеспечения радиационной безопасности	Рекомендации международных организаций: МКРЗ, МАГАТЭ. Нормативные и регламентирующие документы в области обеспечения радиационной безопасности. Санитарные нормы и правила.	2
26.	Радиационная защита	Мероприятия по радиационной защите. Противолучевые защитные мероприятия. Основы дозиметрии.	2
Тема7. Инструментальные методы радиационной безопасности.(12 ч)			
27.	Типы детекторов	Различные типы детекторов: газовый, фотоэмульсии, пузырьковая камера, сцинтилляционный, полупроводниковый, детектор на основе микроканальных пластин.	2
28.	Газовый детектор. Фотоэмульсии.	Устройство и принцип работы. Съём сигнала с детектора. Энергетические и время-пролётные спектры.	2
29.	Пузырьковая камера, сцинтилляционный детектор.	Устройство и принцип работы. Съём сигнала с детектора. Энергетические и время-пролётные спектры.	2
30.	Полупроводниковый детектор, детектор на основе микроканальных пластин.	Устройство и принцип работы. Съём сигнала с детектора. Энергетические и время-пролётные спектры.	2
31.	Детекторы для регистрации продуктов ядерных реакций.	Детекторы для регистрации продуктов ядерных реакций. Основные характеристики реакций. Триггер для отбора событий. Время-проекционная камера.	2
32.	Электромагнитный калориметр, силиконовые детекторы для определения вершины взаимодействия.	Электромагнитный калориметр, силиконовые детекторы для определения вершины взаимодействия.	2
Тема 8. Виртуальная лаборатория (18 ч)			
33.	Работа №1. Виртуальная работа с осциллографом и генератором сигналов.	Обработка полученных результатов и оформление работы	2

34.	Работа №2. Виртуальная лабораторная работа с радиоактивным источником.	Обработка полученных результатов и оформление работы	2
35.	Работа №3. Виртуальная лабораторная работа по измерению спектра альфа-частиц.	Обработка полученных результатов и оформление работы	2
36.	Работа №4. Точная калибровка энергетического тракта гамма-спектрометра по европию-152.	Обработка полученных результатов и оформление работы	2
37.	Работа №5. Исследование неизвестного радиоактивного источника.	Обработка полученных результатов и оформление работы	2
38.	Работа №6. Исследование тория-228.	Обработка полученных результатов и оформление работы	2
39.	Работа №7. Устройство и принцип работы рентгеновского спектрометра.	Обработка полученных результатов и оформление работы	2
40.	Работа №8. Изучение неизвестного источника рентгеновского излучения	Обработка полученных результатов и оформление работы	2
41.	Работа №9. Измерение энергий осколков деления и расчет толщины подложки источника с калифорнием-252.	Обработка полученных результатов и оформление работы	2
Итоги курса (4ч)			
42.	Итоги курса	Выступление учащихся с докладами.	4

IV. Планируемые результаты освоения программы

В результате реализации данной программы у учащихся будут сформированы следующие *личностные результаты в сфере отношений обучающихся к окружающему миру, живой природе, художественной культуре*:

- мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки, значимости науки, готовность к научно-техническому творчеству, владение достоверной информацией о передовых достижениях и открытиях мировой и отечественной науки, заинтересованность в научных знаниях об устройстве мира и общества;
- экологическая культура, бережное отношения к родной земле, природным богатствам России и мира; понимание влияния социально-экономических процессов на состояние природной и социальной среды, ответственность за состояние природных ресурсов; умения и навыки разумного природопользования, нетерпимое отношение к действиям, приносящим вред экологии; приобретение опыта эколого-направленной деятельности;
- эстетическое отношения к миру, готовность к эстетическому обустройству собственного быта;

метапредметные результаты (УУД):

- самостоятельно определять цели, задавать параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута;
- оценивать ресурсы, в том числе время и другие нематериальные ресурсы, необходимые для достижения поставленной цели;

- организовывать эффективный поиск ресурсов, необходимых для достижения поставленной цели;
- сопоставлять полученный результат деятельности с поставленной заранее целью.
- при осуществлении групповой работы быть как руководителем, так и членом команды в разных ролях (генератор идей, критик, исполнитель, выступающий, эксперт и т.д.);
- координировать и выполнять работу в условиях реального, виртуального и комбинированного взаимодействия;
- развернуто, логично и точно излагать свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств.

предметные результаты:

- раскрывать на примерах роль ядерной физики в формировании современной научной картины мира и в практической деятельности человека, взаимосвязь между физикой и другими естественными науками;
- объяснять и анализировать роль и место физики в формировании современной научной картины мира, в развитии современной техники и технологии, в практической деятельности людей;
- характеризовать взаимосвязь между физикой и другими естественными науками;
- понимать и объяснять целостность физической теории, различать границы её применимости и место в ряду других физических теорий;
- владеть приёмами построения теоретических доказательств, а также прогнозирования особенностей протекания физических явлений и процессов на основе полученных теоретических выводов и доказательств;
- самостоятельно планировать и проводить физические эксперименты;
- решать практико-ориентированные качественные и расчётные физические задачи с опорой как на известные физические законы, закономерности и модели, так и на тексты с избыточной информацией;
- объяснять границы применения изученных физических моделей при решении физических и межпредметных задач;
- выдвигать гипотезы на основе знания основополагающих физических закономерностей и законов;
- объяснять принципы работы и характеристики изученных машин, приборов и технических устройств;
- объяснять условия применения физических моделей при решении физических задач, находить адекватную предложенной в задаче физическую модель, разрешать проблему как на основе имеющихся знаний, так и при помощи методов оценки.

Учащийся получит возможность научиться:

- описывать и анализировать полученную в результате проведённых физических экспериментов информацию, определять её достоверность;
- понимать и объяснять системную связь между основополагающими научными понятиями: пространство, время, материя (вещество, поле), движение, сила, энергия;
- решать экспериментальные, качественные и количественные задачи олимпиадного уровня сложности, используя физические законы, а также уравнения, связывающие физические величины;
- анализировать границы применимости физических законов, понимать всеобщий характер фундаментальных законов и ограниченность использования частных законов;
- формулировать и решать новые задачи, возникающие в ходе учебно-исследовательской и проектной деятельности;
- усовершенствовать приборы и методы исследования в соответствии с поставленной задачей;
- использовать методы математического моделирования, в том числе простейшие

статистические методы, для обработки результатов эксперимента.

Формами оценки образовательных результатов и контроля освоения программы могут служить отчёты по практическим работам, исследовательские и проектные работы. В ходе текущей, тематической, промежуточной оценки может быть оценено достижение таких коммуникативных и регулятивных действий, которые трудно или нецелесообразно проверять в ходе стандартизированной итоговой проверочной работы, например, уровень сформированности навыков сотрудничества или самоорганизации. Предусмотрено проведение отдельных процедур по оценке:

- смыслового чтения (функциональная грамотность),
- познавательных учебных действий (включая логические приемы и методы познания, специфические для данной программы);
- ИКТ-компетентности;
- сформированности регулятивных и коммуникативных универсальных учебных действий, проявленных в ходе практической, исследовательской, экспериментальной работе. Итоговое занятие проходит в виде научно-практической конференции или круглого стола, на котором заслушиваются доклады учащихся по выбранной теме исследования, которые могут быть представлены в форме реферата или отчёта по исследовательской работе. Основной процедурой итоговой оценки достижения метапредметных результатов является защита итогового индивидуального или группового проекта или исследования.

У. Комплекс организационно – методических условий реализации программы

На занятиях по данной программе учащиеся углубляют свои знания о ядерной физике, современной картине мира, приборах и методах фундаментальных и прикладных исследований в области ядерной физики. В результате изучения курса расширяется мировоззрение учащихся, развивается их познавательный интерес, интеллектуальные и творческие способности, формируются предметные, общеучебные и специфические умения и навыки школьников.

Ядерная физика — наука экспериментальная. Методы и приборы для фундаментальных исследований в современной ядерной физике основаны на использовании высоких технологий и нестандартных инженерных решений. В значительной степени это относится и к прикладным исследованиям с применением ядерно-физических методов в радиационной биологии, экологии, химии и медицине. Это продемонстрировано в различных разделах элективного курса на примерах моделей самого современного экспериментального оборудования для фундаментальных и прикладных исследований (циклотрон и установка для синтеза сверхтяжёлых элементов, сверхпроводящий ядерный коллайдер и многоцелевой детектор, импульсный реактор нейтронов, глубоководный детектор для изучения физики нейтрино, ускорительный комплекс для протонной терапии).

Поэтому программа насыщена экспериментальным материалом, демонстрационным экспериментом, практическими работами на базе виртуальной интернет - лаборатории. По желанию учащихся некоторые практические работы можно перевести в разряд исследовательских.

Использование практических работ способствует мотивации для обобщения учебного материала, расширяет возможности индивидуального и дифференцированного подходов к обучению, повышает творческую активность учащихся, расширяет их кругозор. Включение таких работ прививает школьникам исследовательский подход к выполнению практических работ, помогает овладевать доступными для учащихся научными методами исследования, формирует и развивает творческое мышление, повышает интерес к познанию физических явлений и их закономерностей. Данные практические работы связаны с определением не только качественных, но и количественных характеристик. Систематическое выполнение количественных экспериментальных задач развивает у учащихся аккуратность, способствует выработке

навыков точной количественной оценки результатов эксперимента.

Каждая практическая работа включает краткие теоретические сведения и экспериментальную часть. Работы выполняются индивидуально или в группах по 3—4 человека. Выполнение исследований требует предварительной подготовки: перед проведением эксперимента учитель работает отдельно с каждой группой учащихся.

Программа допускает использование (по усмотрению учителя) любых современных образовательных технологий, различных организационных форм обучения: лекций, семинаров, бесед, практических и лабораторных работ, исследовательских работ, конференций.

В качестве основной организационной формы проведения занятий предлагаются лекционно-семинарские занятия, на которых даётся объяснение теоретического материала и решаются задачи по данной теме. Для повышения интереса к теоретическим вопросам и закрепления изученного материала предусмотрены демонстрационные опыты и лабораторный практикум.

VI. Учебно – методическое обеспечение

Учебно-методическое обеспечение программы включает интернет-ресурс «Виртуальная лаборатория ядерной физики», данную программу и интернет-ресурс с онлайн-версией курса и системой управления учебным процессом на основе системы MOODLE.

Оборудование:

- Компьютерный класс.
- Интерактивная доска.
- Интернет-ресурсы.
- Мультимедийный проектор.
- Видеофильмы.

Список литературы

1. **Окунь Л. Б.** Элементарное введение в физику элементарных частиц / Л. Б. Окунь. — М.: Наука, 1985.
2. **Эйнштейн А.** Эволюция физики / А. Эйнштейн, Л. Инфельд. — М.: Наука, 1965.