

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
«Средняя общеобразовательная школа №9»

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора по ВР


подпись

Ананина Т.А.
Ф.И.О.

«30» августа 2023 года

УТВЕРЖДЕНО

приказом директора школы
№ 161 от 30.08.2023 г.

Дополнительная общеразвивающая программа
«Ядерная физика»

Адресат программы: дети 16-17 лет

Составитель: 1 год

Разработчик:

Анищенко Иван Анатольевич,
педагог дополнительного образования

Содержание программы

I	Пояснительная записка	3-4
II	Комплекс основных характеристик программы	4-7
2.1	Объём, содержание программы	4-5
2.2	Планируемые результаты	5-7
III	Комплекс организационно-педагогических условий	7-10
3.1	Учебный план	7-8
3.2	Календарный учебный график	8
3.3	Оценочные материалы	9
3.4	Методические материалы	9-10
IV	Иные компоненты	10-14
4.1	Условия реализации программы	10
4.2	Список литературы	11
4.3	Календарный учебно-тематический план	12-14

Пояснительная записка

Дополнительная общеразвивающая программа «Ядерная физика» разработана в соответствии с правовыми и нормативными документами¹.

При составлении программы учитывались следующие особенности детей: мотивированность на выбор профессиональной деятельности в сфере естественно-научных наук. Предназначенный для реализации углублённого изучения физики, программа курса создаёт для обучающихся возможность выстраивания индивидуальной образовательной траектории за счёт изменений в структуре, содержании и организации образовательного процесса

Направленность программы естественнонаучная.

Актуальность и педагогическая целесообразность программы. Предложенная программа направлена на углубление и обобщение знаний школьников о современной картине мира, основанной на квантовой механике и специальной теории относительности. 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.

Предлагаемый курс посвящён 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.

Отличительные особенности программы. Отличительные особенности программы - на занятиях проводятся наблюдения, ставятся опыты, используя лабораторное оборудование. Использование учащимися различных справочных изданий для поиска необходимой информации. Занятия по изучению ядерной физики такие качества личности, как наблюдательность, любознательность, внимательность. Значительная часть отведена практическим работам, большая часть которых имеет исследовательский характер.

Спецификой курса является подход к выбору педагогических средств реализации содержания программы, учитывающий действенную, эмоционально-поведенческую природу школьников, личную активность каждого ребенка, где он выступает в роли субъекта деятельности и поведения. Педагог создает на занятиях эмоционально положительную творческую атмосферу, организует диалогическое общение с детьми.

В соответствии с таким подходом содержание программы реализуется через создание на занятиях проблемных ситуаций, ситуаций эмпатии, ситуации оценки и прогнозирования, ситуации свободного выбора.

Практическая, деятельностная направленность занятий осуществляется через исследовательские задания, практикумы. Формы организации деятельности детей разнообразны: индивидуальная, групповая.

Средствами эффективного усвоения программы курса являются творческие задания, практические работы.

¹ Федеральный Закон от 29.12.2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации (далее - Минобрнауки России) от 29 августа 2013 года № 1008 г. Москва «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;

Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 04.07.2014 года № 41 «Об утверждении СанПиН 2.4.4.3172-14 «Санитарно - эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей»;

Концепция развития дополнительного образования детей (Распоряжение Правительства Российской Федерации от 4 сентября 2014 года № 1726-р);

Письмо Министерства образования и науки РФ от 11 декабря 2006 года, №06-1844 "О Примерных требованиях к программам дополнительного образования детей";

«Методические рекомендации по разработке и оформлению дополнительных общеразвивающих программ в организациях, осуществляющих образовательную деятельность в Иркутской области, 2016г;

Положение по разработке и оформлению дополнительных общеразвивающих программ в МБОУ «СОШ № 9»

Адресат программы: принимаются все желающие от 16 до 17 лет. В группе от 6 до 12 человек, в том числе одаренные дети, дети, находящиеся в трудной жизненной ситуации.

Срок освоения программы: программа рассчитана на 34 учебных часа, 34 недели, 9 месяцев.

Форма обучения – очная, дистанционная (при необходимости)

Режим занятий согласно СанПиН 2.4.4.3172-14

1 год обучения – 34 часа, 1 раз в неделю по 1 академическому часу. Академический час – 40 минут.

Цель программы:

- 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:

Обучающие:

- развитие естественно-научного мировоззрения учащихся;
- использование межпредметных связей физики с математикой, биологией, химией, историей, экологией, рассмотрение 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.

Развивающие:

- развивать способности формирования научных, эстетических, нравственных и правовых суждений;
- развивать альтернативное мышление в выборе способов решения проблем, восприятия прекрасного, чувств удовлетворения по отношению к здоровью;
- развивать потребности в необходимости и возможности решения проблем, ведения здорового образа жизни, стремления к активной практической деятельности.

Воспитательные:

- воспитать культуру личности, понимание значимости ядерной физики для будущего страны.

Комплекс основных характеристик программы

Объём программы: программа рассчитана на 1 год обучения – 34 часа (в том числе: 23 теоретических занятия и 11 практических).

Программа носит вариативный характер и может корректироваться с учетом (материально-технической базы, возрастных особенностей обучающихся, практической подготовленности ребят).

Содержание программы

Введение (1 час)

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.: $E_0 = mc^2$.

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. Квантовый мир атомов и молекул (3 часа)

Модель атома Бора и линейчатые спектры. Квантование энергии. Волны материи Л. де Бройля. Корпускулярно-волновой дуализм. Дифракция электронов на кристаллах. Фотоэффект и эффект Комптона. Принцип неопределённости Гейзенберга. Уравнение Шредингера. Волновая функция и её вероятностная интерпретация. Квантовый эффект туннелирования.

Квантование углового момента. Спин электрона. Принцип запрета Паули. Электронные оболочки атомов и Периодический закон Менделеева.

Молекулы. Спектры атомов и молекул.

Тема 2. Масса и энергия в релятивистской теории (2 часа)

Основные постулаты специальной теории относительности. Преобразования Галилея и Лоренца. Инвариантность интервала.

Масса в классической механике и теории относительности. Преобразования Лоренца для импульса и энергии. Масса — релятивистский инвариант. Связь энергии и массы покоя $E_0 = mc^2$. Примеры перехода массы в энергию и энергии в массу. Дефект массы и энергия связи ядер. Массы и энергия составных систем. Релятивистская кинематика и законы сохранения энергии и импульса.

Тема 3. Атомные ядра и радиоактивность (3 часа)

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.

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

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

Тема 4. Ядерные реакции (2 часа)

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.

Тема 5. Происхождение элементов во Вселенной (2 часа)

Фундаментальные взаимодействия. Стандартная модель. Большой взрыв. Атомы водорода и легчайших элементов. Синтез элементов в звёздах. Взрывы сверхновых звёзд и нейтронные звёзды.

Тема 6. Синтез новых сверхтяжёлых элементов (1 часа)

Трансурановые и трансфермиевые элементы. «Остров стабильности» и синтез новых сверхтяжёлых элементов. Лаборатория ядерных реакций имени академика Г. Н. Флёрова. Модель циклотрона и детектора для регистрации сверхтяжёлых элементов. Как регистрируют сверхтяжёлые элементы.

Тема 7. Ускорители и коллайдеры (2 часа)

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.

Тема 8. Исследование столкновений релятивистских ядер (1 час)

Что происходит при столкновениях релятивистских ядер. 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 9. Ядерная энергетика и глобальные проблемы человечества (1 час)

Ядерная энергетика и глобальные проблемы человечества. Ядерные реакторы. Природные ядерные реакторы.

Тема 10. Ядерная физика и медицина (1 час)

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

Тема 11. Ядерная физика с нейтронами (1 час)

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.

Тема 12. Радиобиология (1 час)

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

Тема 13. Взаимодействие излучения с веществом (1 час)

Взаимодействие заряженных частиц, фотонов и электронов с веществом.

Тема 14. Детекторы заряженных частиц и гамма-квантов (1 час)

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.

Тема 15. Виртуальная лаборатория «Основы измерения сигналов с детекторов» (2 часа)

Обработка полученных результатов и оформление работы.

Тема 16. Виртуальная лаборатория «Сцинтилляционный телескоп для изучения космических лучей» (2 часа)

Обработка полученных результатов и оформление работы.

Тема 17. Виртуальная лаборатория гамма-спектроскопии (2 часа)

Обработка полученных результатов и оформление работы.

Тема 18. Виртуальная лаборатория спонтанного деления ядер (2 часа)

Обработка полученных результатов и оформление работы.

Тема 19. Математический практикум по обработке результатов измерений в среде ROOT (2 часа)

Обработка полученных результатов и оформление работы.

Тема 20. Математический практикум по моделированию радиационных повреждений клетки в среде GEANT (1 часа)

Обработка полученных результатов и оформление работы.

Планируемые результаты

В результате реализации программы, обучающиеся *научатся*:

- 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.

В результате реализации программы, обучающиеся **получат 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 учебноисследовательской 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.

Комплекс организационно-педагогических условий

Учебный план

№	Название разделов, тем	Количество часов			Форма промежуточной аттестации
		Всего	Теория	Практика	
	Введение	1	1	-	Собеседование
1	Тема 1. Квантовый мир атомов и молекул	3	3	-	
1.1	Основные принципы квантовой механики	1	1	-	
1.2	Уравнение Шредингера. Понятие волновой функции. Квантовое тунеллирование	1	1	-	
1.3	Квантование углового момента. Спин электрона. Принцип Паули	1	1	-	
2	Тема 2. Масса и энергия в релятивистской теории	2	2	-	Собеседование
2.1	Основные постулаты специальной теории относительности	1	1	-	
2.2	Масса, энергия, импульс в релятивистской физике	1	1	-	
3	Тема 3. Атомные ядра и радиоактивность	3	3	-	Собеседование
3.1	Основные свойства атомных ядер	1	1	-	
3.2	Ядерные модели	1	1	-	
3.3	Радиоактивность. Виды радиоактивности	1	1	-	
4	Тема 4. Ядерные реакции	2	2	-	Собеседование
4.1	Ядерные реакции	1	1	-	
4.2	Примеры ядерных реакций	1	1	-	
5	Тема 5. Происхождение элементов во Вселенной	2	2	-	Собеседование
5.1	От большого взрыва до атома водорода	1	1	-	
5.2	Синтез элементов в звёздах	1	1	-	

6	Тема 6. Синтез новых сверхтяжёлых элементов	1	1	-	Собеседование
6.1	Синтез новых сверхтяжёлых элементов	1	1	-	
7	Тема 7. Ускорители и коллайдеры	2	2	-	Собеседование
7.1	Ускорители, принципы их работы	1	1	-	
7.2	Современные коллайдеры протонов и ядер	1	1	-	
8	Тема 8. Исследование столкновений релятивистских ядер	1	1	-	Собеседование
8.1	Столкновения ядер при высоких энергиях и их регистрация	1	1	-	
9	Тема 9. Ядерная энергетика и глобальные проблемы человечества	1	1	-	Собеседование
9.1	Ядерная энергетика и глобальные проблемы человечества	1	1	-	
10	Тема 10. Ядерная физика и медицина	1	1	-	Собеседование
10.1	Ядерная физика и медицина	1	1	-	
11	Тема 11. Ядерная физика с нейтронами	1	1	-	Собеседование
11.1	Ядерная физика с нейтронами	1	1	-	
12	Тема 12. Радиобиология	1	1	-	Собеседование
12.1	Радиобиология	1	1	-	
13	Тема 13. Взаимодействие излучения с веществом	1	1	-	Собеседование
13.1	Взаимодействие заряженных частиц с веществом	1	1	-	
14	Тема 14. Детекторы заряженных частиц и гамма-квантов	1	1	-	Собеседование
14.1	Детекторы заряженных частиц и гамма-квантов	1	1	-	
15	Тема 15. Виртуальная лаборатория «Основы измерения сигналов с детекторов»	2	-	2	Тестирование
15.1	Проведение виртуальной лабораторной работы «Основы измерения сигналов с детекторов»	1	-	1	
15.1	Проведение виртуальной лабораторной работы «Основы измерения сигналов с детекторов»	1	-	1	
16	Тема 16. Виртуальная лаборатория «Сцинтилляционный телескоп для изучения космических лучей»	2	-	2	Тестирование
16.1	Проведение виртуальной лабораторной работы «Сцинтилляционный телескоп для изучения космических лучей»	1	-	1	
16.1	Проведение виртуальной лабораторной работы «Сцинтилляционный телескоп для изучения космических лучей»	1	-	1	
17	Тема 17. Виртуальная лаборатория гамма-спектроскопии	2	-	2	Тестирование
17.1	Проведение виртуальной лабораторной работы «Гамма-спектроскопия»	1	-	1	
17.2	Проведение виртуальной лабораторной работы «Гамма-спектроскопия»	1	-	1	

18	Тема 18. Виртуальная лаборатория спонтанного деления ядер	2	-	2	Тестирование
18.1	Проведение виртуальной лабораторной работы «Спонтанное деление ядер»	1	-	1	
18.2	Проведение виртуальной лабораторной работы «Спонтанное деление ядер»	1	-	1	
19	Тема 19. Математический практикум по обработке результатов измерений в среде ROOT	2	-	2	Тестирование
19.1	Проведение математического практикума по обработке результатов измерений в среде ROOT	1	-	1	
19.2	Проведение математического практикума по обработке результатов измерений в среде ROOT	1	-	1	
20	Тема 20. Математический практикум по моделированию радиационных повреждений клетки в среде GEANT	1	-	1	Тестирование
20.1	Проведение математического практикума по моделированию радиационных повреждений клетки в среде GEANT	1	-	1	

Календарный учебный график

Раздел \ месяц	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	январь	февраль	март	апрель	май	Итого
Раздел 1	4									4
Раздел 2		2								2
Раздел 3		2	1							3
Раздел 4			2							2
Раздел 5			1	1						2
Раздел 6				1						1
Раздел 7				2						2
Раздел 8					1					1
Раздел 9					1					1
Раздел 10					1					1
Раздел 11						1				1
Раздел 12						1				1
Раздел 13						1				1
Раздел 14							1			1
Раздел 15							2			2
Раздел 16							1	1		2
Раздел 17								2		2
Раздел 18								1	1	2
Раздел 19									2	2
Раздел 20									1	1
										34

Оценочные материалы

Формы представления результатов освоения курса могут служить отчёты по практическим работам, самостоятельные творческие работы, итоговые учебно-исследовательские проекты, зачеты и индивидуальные задания. Форма контроля зачетная.

Методические материалы

Дидактические и методические пособия.

1. Плакаты и мультимедийные презентации с иллюстрациями зависимостей физических процессов
2. Наглядные пособия, моделей и приборов необходимых для выполнения практических работ
3. Технические средства обучения: ПК, мультимедийный проектор, операционная система семейства Windows.

Условия реализации программы

Методы обучения

1. Словесные методы:

а) Учебная лекция - является словесным методом обучения, предлагает устное изложение учебного материала.

б) Беседа-главный метод, предлагает разговор педагога с обучающимися, организуемый с помощью, продуманной системы вопросов.

В ходе применения метода «беседа» используются приёмы постановки вопросов (основных, дополнительных, наводящих), приёмы обсуждения ответов и мнений обучающихся, приёмы формирования выводов из беседы.

2. Наглядные методы:

а) Иллюстративный метод (показ схем, таблиц, графиков, книг, зарисовок на доске)

б) Метод демонстрации (презентаций, слайдов)

3. Практические методы (Сбор и обработка статистического материала, составление рационального питания и т.д.)

4. Проблемно- поисковые методы

Применяются на практике с помощью словесных, наглядных и практических методов обучения. Одним из методов проблемного обучения является проблемно-поисковая беседа. (Создаётся ситуация, а учащиеся решают её в ходе беседы)

Формы обучения – лекции, практические занятия, самостоятельная работа, зачет, беседы.

Педагогические технологии

• лично-ориентированная (И.С. Якиманская) – позволяет найти индивидуальный подход к каждому ребенку, создать для него необходимые условия комфорта и успеха в обучении, предусматривает выбор темы, объем материала с учетом сил, способностей и интересов ребенка, создает ситуацию сотрудничества для общения с другими членами коллектива.

• педагогического общения (Кан Калик) - технология совместной развивающей деятельности взрослых и детей, скрепленной взаимопониманием, проникновением в духовный мир друг друга, совместным анализом хода и результата этой деятельности.

• развивающего обучения (Л.В. Занков, Д.Б. Эльконин, В.В. Давыдов) – создание условий для развития психологических особенностей: способностей, интересов, личностных качеств и отношений между людьми, при котором учитывают и используют закономерности развития, уровень и особенности индивидуума.

• технология проектной деятельности (Е.С. Палат, В.Д. Симоненко) – в основе лежит развитие познавательных интересов обучающихся, умение самостоятельно конструировать свои знания, ориентироваться в информационном пространстве, развитие критического мышления, формирование коммуникативных и презентационных навыков.

Алгоритм учебного занятия

В целом учебное занятие любого типа как модель можно представить в виде последовательности следующих этапов: организационного, проверочного, подготовительного, основного, контрольного, рефлексивного (самоанализ), итогового, информационного. Каждый этап отличается от другого сменой вида деятельности, содержанием и конкретной задачей. Основанием для выделения этапов может служить процесс усвоения знаний, который строится как смена видов деятельности учащихся: восприятие - осмысление - запоминание применение - обобщение - систематизация.

Иные компоненты

Условия реализации программы

Занятия проводятся на базе МБОУ «СОШ № 9», кабинет № 207. Реализация программы осуществляется в специализированном кабинете биологии. Кабинет оснащен информационными

ресурсами: персональный компьютер, интерактивные и проекционные устройства, копировальная и множительная техника.

Список литературы

Литература для учителя

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.

Литература для обучающихся

1. Трофимова Т. И. «Физика для школьников и абитуриентов. Теория. Решение задач. Лексикон», М., Образование, 2003 г.
2. Ромашевич А. И. «Физика. Механика. Учимся решать задачи. 10 класс», М., Дрофа, 2007 г.
3. Минько Н. В. «Физика: полный курс. 7-11 классы. Мультимедийный репетитор (+CD)», СПб, 2009 г.
4. Балаш В. А. «Задачи по физике и методы их решения», М., Просвещение, 1983 г.
5. Козел С. М., Коровин В. А., Орлов В. А. и др. «Физика. 10—11 кл.: Сборник задач с ответами и решениями», М., Мнемозина, 2004 г.
6. Малинин А. Н. «Сборник вопросов и задач по физике. 10—11 классы», М., Просвещение, 2002 г.
7. Черноуцан А. И. «Физика. Задачи с ответами и решениями», М., Высшая школа, 2003 г.
8. Степанова Г. Н. «Сборник задач по физике: для 10-11 классов общеобразовательных учреждений», М., просвещение, 2000 г.

Календарный учебно-тематический план

№ п/п	дата	Наименование разделов и тем	Кол-во часов	Форма занятия	Форма аттестации
		Введение	1	Вводное занятие	
1	07.09.2023	Великие открытия конца XIX — начала XX в.	1	Лекция	Собеседование
		Тема 1. Квантовый мир атомов и молекул	3		
2	14.09.2023	Основные принципы квантовой механики	1	Лекция	Собеседование
3	21.09.2023	Уравнение Шредингера. Понятие волновой функции. Квантовое тунеллирование	1	Лекция	Собеседование
4	28.09.2023	Квантование углового момента. Спин электрона. Принцип Паули	1	Лекция	Собеседование
		Тема 2. Масса и энергия в релятивистской теории	2		
5	05.10.2023	Основные постулаты специальной теории относительности	1	Лекция	Собеседование
6	12.10.2023	Масса, энергия, импульс в релятивистской физике	1	Лекция	Собеседование
		Тема 3. Атомные ядра и радиоактивность	3		
7	19.10.2023	Основные свойства атомных ядер	1	Лекция	Собеседование
8	26.10.2023	Ядерные модели	1	Лекция	Собеседование
9	09.11.2023	Радиоактивность. Виды радиоактивности	1	Лекция	Собеседование
		Тема 4. Ядерные реакции	2		
10	16.11.2023	Ядерные реакции	1	Лекция	Собеседование
11	23.11.2023	Примеры ядерных реакций	1	Лекция	Собеседование
		Тема 5. Происхождение элементов во Вселенной	2		
12	30.11.2023	От большого взрыва до атома водорода	1	Лекция	Собеседование
13	07.12.2023	Синтез элементов в звёздах	1	Лекция	Собеседование
		Тема 6. Синтез новых сверхтяжёлых элементов	1		
14	14.12.2023	Синтез новых сверхтяжёлых элементов	1	Лекция	Собеседование
		Тема 7. Ускорители и коллайдеры	2		
15	21.12.2023	Ускорители, принципы их работы	1	Лекция	Собеседование
16	28.12.2023	Современные коллайдеры протонов и ядер	1	Лекция	Собеседование
		Тема 8. Исследование столкновений релятивистских ядер	1		
17	11.01.2024	Столкновения ядер при высоких энергиях и их регистрация	1	Лекция	Собеседование
		Тема 9. Ядерная энергетика и глобальные проблемы человечества	1		
18	18.01.2024	Ядерная энергетика и глобальные проблемы человечества	1	Лекция	Собеседование
		Тема 10. Ядерная физика и медицина	1		
19	25.01.2024	Ядерная физика и медицина	1	Лекция	Собеседование

		Тема 11. Ядерная физика с нейтронами	1		
20	01.02.2024	Ядерная физика с нейтронами	1	Лекция	Собеседование
		Тема 12. Радиобиология	1		
21	08.02.2024	Радиобиология	1	Лекция	Собеседование
		Тема 13. Взаимодействие излучения с веществом	1		
22	15.02.2024	Взаимодействие заряженных частиц с веществом	1	Лекция	Собеседование
		Тема 14. Детекторы заряженных частиц и гамма-квантов	1		
23	01.03.2024	Детекторы заряженных частиц и гамма-квантов	1	Лекция	Собеседование
		Тема 15. Виртуальная лаборатория «Основы измерения сигналов с детекторов»	2		
24	15.03.2024	Проведение виртуальной лабораторной работы «Основы измерения сигналов с детекторов»	1	Практика	Зачёт
25	22.03.2024	Проведение виртуальной лабораторной работы «Основы измерения сигналов с детекторов»	1	Практика	Зачёт
		Тема 16. Виртуальная лаборатория «Сцинтилляционный телескоп для изучения космических лучей»	2		
26	29.03.2024	Проведение виртуальной лабораторной работы «Сцинтилляционный телескоп для изучения космических лучей»	1	Практика	Зачёт
27	05.04.2024	Проведение виртуальной лабораторной работы «Сцинтилляционный телескоп для изучения космических лучей»	1	Практика	Зачёт
		Тема 17. Виртуальная лаборатория гамма-спектроскопии	2		
28	19.04.2024	Проведение виртуальной лабораторной работы «Гамма-спектроскопия»	1	Практика	Зачёт
29	26.04.2024	Проведение виртуальной лабораторной работы «Гамма-спектроскопия»	1	Практика	Зачёт
		Тема 18. Виртуальная лаборатория спонтанного деления ядер	2		
30	03.05.2024	Проведение виртуальной лабораторной работы «Спонтанное деление ядер»	1	Практика	Зачёт
31	10.05.2024	Проведение виртуальной лабораторной работы «Спонтанное деление ядер»	1	Практика	Зачёт
		Тема 19. Математический практикум по обработке результатов измерений в среде ROOT	2		
32	17.05.2024	Проведение математического практикума по обработке результатов измерений в среде ROOT	1	Практика	Зачёт
33	24.05.2024	Проведение математического практикума по обработке результатов измерений в среде ROOT	1	Практика	Зачёт

		Тема 20. Математический практикум по моделированию радиационных повреждений клетки в среде GEANT	1		
34	31.05.2024	Проведение математического практикума по моделированию радиационных повреждений клетки в среде GEANT	1	Практика	Зачёт
			34		