

**Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение
средняя общеобразовательная школа № 1**

ОБСУЖДЕНО
на заседании
педагогического совета
протокол № 10
от 23.06.2021

УТВЕРЖДАЮ
Директор МАОУ СОШ № 1
И.В. Каптанова
приказ № 116-осп от 28.06.2021



Рабочая программа
элективного курса «Ядерная физика»

Среднее общее образование
Срок освоения
учебного курса: 33/67 час

г. Североуральск, 2021

Структура рабочей программы

1. Планируемые результаты освоения учебного курса.
2. Содержание учебного курса.
3. Тематическое планирование с указанием количества часов, отводимых на освоение каждой темы.

1. Планируемые результаты освоения курса

В результате изучения элективного курса на уровне среднего общего образования у учащихся будут сформированы следующие предметные результаты.

Учащийся научится:

- 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

2. Содержание учебного курса.

Введение

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

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

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

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. Качественные и расчётные задачи. Математический практикум «Статистический характер радиоактивного распада».

Тема 4. Ядерные реакции

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. Качественные и расчётные задачи.

Тема 5. Происхождение элементов во Вселенной

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

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

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

Что происходит при столкновениях релятивистских ядер. Детекторы для регистрации продуктов ядерных реакций. Основные характеристики реакций. Триггер для отбора событий. Время-проекционная камера. Электромагнитный калориметр, кремниевые детекторы для определения вершины взаимодействия.

Тема 9. Ядерная энергетика и глобальные проблемы человечества

Ядерная энергетика и глобальные проблемы человечества. Ядерные реакторы. Природные ядерные реакторы. Решение качественных и расчётных задач. Интерактивная модель ядерного реактора.

Тема 10. Ядерная физика и медицина

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

Тема 11. 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.

Тема 12. Радиобиология

Что изучает радиобиология. Состав космического излучения и его воздействие на живые организмы. Пилотируемые полёты в космос и радиационные риски. Астробиология. Моделирование радиационных повреждений клеток в среде GEANT.

Тема 13. Взаимодействие излучения с веществом

Взаимодействие заряженных частиц, фотонов и электронов с веществом.

Тема 14. Детекторы заряженных частиц и гамма-квантов

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»

Тема 16. Виртуальная лаборатория «Сцинтилляционный телескоп для изучения космических лучей»

Тема 17. Виртуальная лаборатория гамма-спектроскопии

Тема 18. Виртуальная лаборатория спонтанного деления ядер

Тема 19. Математический практикум по обработке результатов измерений в среде ROOT

Тема 20. Математический практикум по моделированию радиационных повреждений клетки в среде GEANT

3. Тематическое планирование с указанием количества часов, отводимых на освоение каждой темы

11 класс

Технологический профиль (33 часа)

№ п/п	Тема занятия	Кол-во часов
	Введение	
1	Великие открытия конца XIX — начала XX в.	1
	Тема 1. Квантовый мир атомов и молекул	
2	Основные принципы квантовой механики	1
3	Уравнение Шредингера. Понятие волновой функции. Квантовое тунеллирование	1

4	Квантование углового момента. Спин электрона. Принцип Паули	1
	Тема 2. Масса и энергия в релятивистской теории	
5	Основные постулаты специальной теории относительности	1
6	Масса, энергия, импульс в релятивистской физике	1
	Тема 3. Атомные ядра и радиоактивность	
7	Основные свойства атомных ядер	1
8	Ядерные модели	1
9	Радиоактивность. Виды радиоактивности	1
	Тема 4. Ядерные реакции	
10	Ядерные реакции	1
11	Примеры ядерных реакций	1
	Тема 5. Происхождение элементов во Вселенной	
12	От большого взрыва до атома водорода	1
13	Синтез элементов в звёздах	1
	Тема 6. Синтез новых сверхтяжёлых элементов	
14	Синтез новых сверхтяжёлых элементов	1
	Тема 7. Ускорители и коллайдеры	
15	Ускорители, принципы их работы	1
16	Современные коллайдеры протонов и ядер	1
	Тема 8. Исследование столкновений релятивистских ядер	
17	Столкновения ядер при высоких энергиях и их регистрация	1
18	Основные характеристики реакций.	1
	Тема 9. Ядерная энергетика и глобальные проблемы человечества	
19	Ядерная энергетика и глобальные проблемы человечества	1
	Тема 10. Ядерная физика и медицина	
20	Ядерная физика и медицина	1
	Тема 11. Ядерная физика с нейтронами	
21	Ядерная физика с нейтронами	1
	Тема 12. Радиобиология	
22	Радиобиология	1
23	Радиобиология	1
	Тема 13. Взаимодействие излучения с веществом	
24	Взаимодействие заряженных частиц с веществом	1
	Тема 14. Детекторы заряженных частиц и гамма-квантов	
25	Детекторы заряженных частиц и гамма-квантов	1
	Тема 15. Виртуальная лаборатория «Основы измерения сигналов с детекторов»	
26	Проведение виртуальной лабораторной работы «Основы измерения сигналов с детекторов»	1
27	Проведение виртуальной лабораторной работы «Основы измерения сигналов с детекторов»	1
	Тема 16. Виртуальная лаборатория «Сцинтилляционный телескоп для изучения космических лучей»	
28	Проведение виртуальной лабораторной работы «Сцинтилляционный телескоп для изучения космических лучей»	1

29	Проведение виртуальной лабораторной работы «Сцинтилляционный телескоп для изучения космических лучей»	1
	Тема 17. Виртуальная лаборатория гамма-спектроскопии	
30	Проведение виртуальной лабораторной работы «Гамма-спектроскопия»	1
	Тема 18. Виртуальная лаборатория спонтанного деления ядер	
31	Проведение виртуальной лабораторной работы «Спонтанное деление ядер»	1
32	Проведение виртуальной лабораторной работы «Спонтанное деление ядер»	1
	Тема 19. Математический практикум по обработке результатов измерений в среде ROOT	
33	Проведение математического практикума по обработке результатов измерений в среде ROOT	1

Универсальный профиль (67 часов)

10 класс

11 класс

№	Тема	Количество часов
Введение (2 часа)		
1	Великие открытия конца XIX — начала XX в.	1
2	Великие открытия конца XIX — начала XX в.	1
Тема 1. Квантовый мир атомов и молекул (3 часа)		
3	Основные принципы квантовой механики	1
4	Уравнение Шредингера. Понятие волновой функции. Квантовое тунелирование	1
5	Квантование углового момента. Спин электрона. Принцип Паули	1
Тема 2. Масса и энергия в релятивистской теории (4 часа)		
6	Основные постулаты специальной теории относительности	1
7	Масса, энергия, импульс в релятивистской физике	1
8	Масса, энергия, импульс в релятивистской физике	1
9	Масса, энергия, импульс в релятивистской физике	1
Тема 3. Атомные ядра и радиоактивность (4 часа)		
10	Основные свойства атомных ядер	1
11	Ядерные модели	1
12	Радиоактивность. Виды радиоактивности	1
13	Радиоактивность. Виды радиоактивности	1
Тема 4. Ядерные реакции (4 часа)		
14	Ядерные реакции	1
15	Ядерные реакции	1
16	Примеры ядерных реакций	1
17	Примеры ядерных реакций	1
Тема 5. Происхождение элементов во Вселенной (4 часа)		
18	От большого взрыва до атома водорода	1
19	От большого взрыва до атома водорода	1

20	Синтез элементов в звёздах	1
21	Синтез элементов в звёздах	1
Тема 6. Синтез новых сверхтяжёлых элементов (2 ч)		
22	Синтез новых сверхтяжёлых элементов	1
23	Модель циклотрона и детектора для регистрации сверхтяжёлых элементов.	1
Тема 7. Ускорители и коллайдеры (4 часа)		
24	Ускорители, принципы их работы	1
25	Ускорители, принципы их работы	1
26	Современные коллайдеры протонов и ядер	1
27	Современные коллайдеры протонов и ядер	1
Тема 8. Исследование столкновений релятивистских ядер (3 часа)		
28	Столкновения ядер при высоких энергиях и их регистрация	1
29	Основные характеристики реакций.	1
30	Триггер для отбора событий.	
Тема 9. Ядерная энергетика и глобальные проблемы человечества (3 часа)		
31	Ядерная энергетика и глобальные проблемы человечества	1
32	Ядерная энергетика и глобальные проблемы человечества	1
33	Ядерная энергетика и глобальные проблемы человечества	1
Тема 10. Ядерная физика и медицина (3 часа)		
34	Ядерная физика и медицина	1
35	Ядерная физика и медицина	1
36	Ядерная физика и медицина	1
Тема 11. Ядерная физика с нейтронами (3 часа)		
37	Ядерная физика с нейтронами	1
38	Ядерная физика с нейтронами	1
39	Ядерная физика с нейтронами	1
Тема 12. Радиобиология (3 часа)		
40	Радиобиология	1
41	Радиобиология	1
42	Радиобиология	1
Тема 13. Взаимодействие излучения с веществом (3 часа)		
43	Взаимодействие заряженных частиц с веществом	1
44	Взаимодействие заряженных частиц с веществом	1
45	Взаимодействие заряженных частиц с веществом	1
Тема 14. Детекторы заряженных частиц и гамма-квантов (3 часа)		
46	Детекторы заряженных частиц и гамма-квантов	1
47	Детекторы заряженных частиц и гамма-квантов	1
48	Детекторы заряженных частиц и гамма-квантов	1
Тема 15. Виртуальная лаборатория «Основы измерения сигналов с детекторов» (4 часа)		
49	Проведение виртуальной лабораторной работы «Основы измерения сигналов с детекторов»	1
50	Проведение виртуальной лабораторной работы «Основы измерения сигналов с детекторов»	1
51	Проведение виртуальной лабораторной работы «Основы измерения сигналов с детекторов»	1
52	Проведение виртуальной лабораторной работы «Основы измерения сигналов с детекторов»	1
Тема 16. Виртуальная лаборатория «Сцинтилляционный телескоп для изучения космических лучей» (4 часа)		

53	Проведение виртуальной лабораторной работы «Сцинтилляционный телескоп для изучения космических лучей»	1
54	Проведение виртуальной лабораторной работы «Сцинтилляционный телескоп для изучения космических лучей»	1
55	Проведение виртуальной лабораторной работы «Сцинтилляционный телескоп для изучения космических лучей»	1
56	Проведение виртуальной лабораторной работы «Сцинтилляционный телескоп для изучения космических лучей»	1
Тема 17. Виртуальная лаборатория гамма-спектроскопии (2 часа)		
57	Проведение виртуальной лабораторной работы «Гамма-спектроскопия»	1
58	Проведение виртуальной лабораторной работы «Гамма-спектроскопия»	1
Тема 18. Виртуальная лаборатория спонтанного деления ядер (4 часа)		
59	Проведение виртуальной лабораторной работы «Спонтанное деление ядер»	1
60	Проведение виртуальной лабораторной работы «Спонтанное деление ядер»	1
61	Проведение виртуальной лабораторной работы «Спонтанное деление ядер»	1
62	Проведение виртуальной лабораторной работы «Спонтанное деление ядер»	1
Тема 19. Математический практикум по обработке результатов измерений в среде ROOT (4 часа)		
63	Проведение математического практикума по обработке результатов измерений в среде ROOT	1
64	Проведение математического практикума по обработке результатов измерений в среде ROOT	1
65	Проведение математического практикума по обработке результатов измерений в среде ROOT	1
Тема 20. Математический практикум по моделированию радиационных повреждений клетки в среде GEANT (2 часа)		
66	Проведение математического практикума по моделированию радиационных повреждений клетки в среде GEANT	1
67	тикума по моделированию радиационных повреждений клетки в среде GEANT	1

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

СВЕДЕНИЯ О СЕРТИФИКАТЕ ЭП

Сертификат 603332450510203670830559428146817986133868575800

Владелец Каштанова Татьяна Владимировна

Действителен с 24.03.2021 по 24.03.2022