

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ СРЕДНЯЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ШКОЛА №30 ИМЕНИ
КАВАЛЕРА ОРДЕНА КРАСНОЙ ЗВЕЗДЫ Ю.В. ГАВРИЛОВА ГОРОДСКОГО
ОКРУГА СЫЗРАНЬ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ**

Рассмотрена на
заседании МО
учителей
естественнонаучного цикла
Протокол № 1
от «30» августа 2023 г.
Руководитель МО
_____ Л.А. Казакова.

Проверена
Заместитель
директора по УВР
ГБОУ СОШ № 30 г. о.Сызрань

Н.Н. Земскова
« 30» августа 2023 г.

Утверждена
приказом
№ 1514 от 31.08.2023 г.
Директор
ГБОУ СОШ № 30 г.о. Сызрань

Тюкова Л.И.

**Рабочая программа
курса внеурочной деятельности
«Ядерная физика»**

**10,11 классы
(35 ч.)**

Рабочая программа внеурочной деятельности разработана в соответствии с ФГОС СОО.

Курс «Ядерная физика» предназначен учащимся старшей школы, выбравшим естественно-научный, физико-математический профили или проявившим повышенный интерес к изучению физики, химии, биологии, экологии. Данный курс интегрированный, он связан содержательно с курсом физики и математики основной школы. Изучение предлагаемого курса направлено на углубление и обобщение знаний школьников о современной картине мира, основанной на квантовой механике и специальной теории относительности. 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. Значительная часть курса отведена практическим работам, большая часть которых имеет исследовательский характер.

Формами контроля за усвоением материала могут служить отчёты по практическим работам, самостоятельные творческие работы, тесты, итоговые учебно-исследовательские проекты. 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.

Программа предназначена учащимся старшей школы, выбравшим естественно-научный, физико-математический профили или проявившим повышенный интерес к изучению физики, химии, биологии, экологии.

Актуальность программы курса «Ядерная физика» заключается в том, что изучение направлено на углубление и обобщение знаний школьников о современной картине мира, основанной на квантовой механике и специальной теории относительности. Это позволяет по-другому взглянуть на изучаемый предмет, вызывает заинтересованность в изучении физики.

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 программы:

- 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, 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.

Отличительные особенности программы: программа курса «Ядерная физика» позволяет ученику овладеть функциональной грамотностью, что и является, по сути, целью современного образования.

Количество часов в неделю - 1

Количество часов в год-35

1. Содержание курса

Введение (1 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. 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.

Формы организации деятельности – классно-урочная, работа над мини-проектами *Виды деятельности* –обсуждение докладов, составление и решение задач, обсуждение способов решения.

Тема 1. Квантовый мир атомов и молекул (3 ч)

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.

Формы организации деятельности – классно-урочная, работа над мини-проектами *Виды деятельности* –обсуждение докладов и презентаций, составление и решение задач, обсуждение способов решения.

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

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. 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.

Формы организации деятельности – классно-урочная, работа над мини-проектами *Виды деятельности* –обсуждение докладов, составление и решение задач, обсуждение способов решения.

Тема 3. Атомные ядра и радиоактивность (3 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. 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».

Формы организации деятельности – классно-урочная, работа над мини-проектами *Виды деятельности* –обсуждение докладов и презентаций, составление и решение задач, обсуждение способов решения. **Тема**

4. Ядерные реакции (2 ч)

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.

Формы организации деятельности – классно-урочная, работа над мини-проектами *Виды деятельности* –обсуждение докладов, составление и решение задач, обсуждение способов решения.

Тема 5. Происхождение элементов во Вселенной (2 ч)

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

Формы организации деятельности – классно-урочная, работа над мини-проектами *Виды деятельности* –обсуждение докладов и презентаций

Тема 6. Синтез новых сверхтяжёлых элементов (1 ч)

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.

Формы организации деятельности – классно-урочная, работа над мини-проектами *Виды деятельности* –обсуждение докладов и презентаций.

Тема 7. Ускорители и коллайдеры (2 ч)

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.

Формы организации деятельности – классно-урочная, работа над мини-проектами *Виды деятельности* –обсуждение докладов и презентаций.

Тема 8. Исследование столкновений релятивистских ядер (1 ч)

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.

Формы организации деятельности – классно-урочная, работа над мини-проектами *Виды деятельности* –обсуждение докладов и презентаций.

Тема 9. Ядерная энергетика и глобальные проблемы человечества (1 ч)

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

Формы организации деятельности – классно-урочная, работа над мини-проектами *Виды деятельности* –обсуждение докладов и презентаций.

Тема 10. Ядерная физика и медицина (1 ч)

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

Формы организации деятельности – классно-урочная, работа над мини-проектами *Виды деятельности* –обсуждение докладов и презентаций.

Тема 11. Ядерная физика с нейтронами (1 ч)

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.

Формы организации деятельности – классно-урочная, работа над мини-проектами *Виды деятельности* –обсуждение докладов и презентаций.

Тема 12. Радиобиология (1 ч)

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.

Формы организации деятельности – классно-урочная, работа над мини-проектами *Виды деятельности* –обсуждение докладов и презентаций.

Тема 13. Взаимодействие излучения с веществом (1 ч) Взаимодействие заряженных частиц, фотонов и электронов с веществом.

Формы организации деятельности – классно-урочная, работа над мини-проектами *Виды деятельности* –обсуждение докладов и презентаций.

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

Формы организации деятельности – классно-урочная, работа над мини-проектами *Виды деятельности* –обсуждение докладов и презентаций.

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

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

Тема 17. Виртуальная лаборатория гамма-спектроскопии (2 ч) Тема 18. Виртуальная лаборатория спонтанного деления ядер (2 ч)

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

Тема 20. Математический практикум по моделированию радиационных повреждений клетки в среде GEANT (2 ч)

РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ КУРСА ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Изучение курса внеурочной деятельности «Ядерная физика» направлено на формирование личностных, метапредметных и предметных результатов обучения, соответствующих требованиям федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования:

Личностные результаты:

1. Воспитание российской гражданской идентичности: патриотизма, уважения к Отечеству, осознания вклада отечественных учёных в развитие мировой науки;
2. Ответственные отношения к учению, готовность и способность к самообразованию и саморазвитию на основе мотивации к обучению и познанию, развитие самостоятельности в приобретении и совершенствовании новых знаний;
3. Познавательные интересы, развитие интеллектуальных, творческих способностей, формирование осознанного выбора и построение дальнейшей индивидуальной траектории образования;
4. Формирование целостного мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки и общественной практики, убежденности в возможности познания природы, в необходимости разумного использования достижений науки и технологий для дальнейшего развития человеческого общества, уважения к творцам науки и техники, отношения к физике

как к элементу общечеловеческой культуры;

5. Умение контролировать процесс и результат учебной и исследовательской деятельности в процессе изучения законов природы;

6. Критичность мышления, инициатива, находчивость, активность при решении практических задач.

Метапредметные результаты:

1. Умение самостоятельно определять цели своего обучения, ставить и формулировать для себя новые задачи в учёбе, развивать мотивы и интересы своей познавательной деятельности;

2. Умение соотносить свои действия с планируемыми результатами, осуществлять контроль своей деятельности в процессе достижения результата, определять способы действий в рамках предложенных условий и требований, корректировать свои действия в соответствии с изменяющейся ситуацией;

3. Умение определять понятия, создавать обобщения, устанавливать аналогии, классифицировать, самостоятельно выбирать основания и критерии для классификации;

4. Устанавливать причинно-следственные связи, строить логическое рассуждение, умозаключение (индуктивное, дедуктивное и по аналогии) и делать выводы;

5. Развитие компетентности в области использования информационно-коммуникационных технологий.

6. Первоначальные представления об идеях и о методах физики как об универсальном инструменте науки и техники, о средстве моделирования явлений и процессов;

7. Умение видеть физическую задачу в контексте проблемной ситуации в других дисциплинах, в окружающей жизни;

8. Понимание сущности алгоритмических предписаний и умение действовать в соответствии с предложенным алгоритмом.

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 физической модели, 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 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.

ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

№п/п	Наименование разделов и общих тем	Всего часов	Теория	Практика
	Введение	1	1	
1	Квантовый мир атомов и молекул	3	2	1
2	Масса и энергия в релятивистской теории	2	1	1
3	Атомные ядра и радиоактивность	3	2	1
4	Ядерные реакции	2	2	1
5	Происхождение элементов во Вселенной	2	1	
6	Синтез новых сверхтяжелых элементов	1	1	
7	Ускорители и коллайдеры	2	2	
8	Исследование столкновений релятивистских ядер	1	1	
9	Ядерная энергетика и глобальные проблемы человечества	1	1	
10	Ядерная физика и медицина	1	1	
11	Ядерная физика с нейтронами	1	1	
12	Радиобиология	1	1	
13	Взаимодействие излучения с веществом	1	1	
15	Детекторы заряженных частиц и гамма-квантов	1	1	
15	Виртуальная лаборатория	12		12
	Итого	35	19	16

ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ УЧИТЕЛЯ И УЧАЩИХСЯ

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