

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ  
СРЕДНЯЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ШКОЛА № 3  
ИМЕНИ ДВАЖДЫ ГЕРОЯ СОЦИАЛИСТИЧЕСКОГО ТРУДА В. Я. ЛИТВИНОВА  
П.Г.Т. СМЫШЛЯЕВКА МУНИЦИПАЛЬНОГО РАЙОНА ВОЛЖСКИЙ  
САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ  
443548, Самарская области, п.г.т. Смышляевка, ул. Пионерская, д. 30, тел. 226-17-68**

«Утверждаю»	«Согласовано»	Рассмотрено
Директор ГБОУ СОШ № 3	Зам. директора по УВР	на заседании ШМО
п.г.т. Смышляевка	_____ Сатдыкова Э. М.	_____ № 4 _____ Черненко Е.В.
_____ Трусова О. С.	«28» августа 2020 г.	«28» августа 2020 г.
«31» августа 2020 г.		

**Рабочая программа  
элективного курса  
*Ядерная физика*  
*11 класс***

**2020 год**

## **Пояснительная записка**

Элективный 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 элективного курса направлено 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.

Несмотря на то что отдельные вопросы квантовой и ядерной физики и специальной теории относительности изучают в школьном курсе физики, представленной в них информации недостаточно для того, чтобы в должной мере оценить и понять суть происходящих процессов. Полная картина возникает только тогда, когда ядерная физика воспринимается как часть Стандартной модели, в которой интегрированно рассматриваются процессы, происходящие на уровне элементарных частиц, отвечающие за электромагнитные, сильные и слабые взаимодействия, и процессы, происходившие на ранних стадиях развития Вселенной и затем в процессах эволюции звёзд.

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).

### **Общая характеристика курса.**

Предлагаемый элективный 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 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, 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.

**Основные идеи курса:**

- единство материального мира;
- внутри- и межпредметная интеграция;— взаимосвязь науки и практики;
- взаимосвязь человека и окружающей среды.

**Учебно-методическое обеспечение курса** включает учебное пособие для учащихся, интернет-ресурс «Виртуальная лаборатория ядерной физики», программу элективного курса и интернет-ресурс с онлайн-версией курса и системой управления учебным процессом на основе системы MOODLE.

**Виды деятельности.**

*Учебное пособие* для учащихся обеспечивает содержательную часть курса. Содержание пособия разбито на параграфы, включает дидактический материал (вопросы, упражнения, задачи, домашний эксперимент), практические работы.

На занятиях по данному курсу 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.

Курс насыщен *экспериментальным материалом*: демонстрационным экспериментом, практическими работами на базе виртуальной интернетлаборатории. По желанию учителя некоторые практические работы можно перевести в разряд исследовательских. Использование в учебном процессе 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 в элективный курс 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. Элективный курс 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.

**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.

## Содержание курса

### Введение (2 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.:  $E_0 = mc^2$ .

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 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.

### **Тема 2. Масса и энергия в релятивистской теории (4 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  $E_0 = mc^2$ . 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 (4 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:  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -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 (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.*

### **Тема 5. Происхождение элементов во Вселенной (4 ч)**

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 (2 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.

#### **Тема 7. Ускорители и коллайдеры (4 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.

#### **Тема 8. Исследование столкновений релятивистских ядер (3 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.

#### **Тема 9. Ядерная энергетика и глобальные проблемы человечества (3 ч)**

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 (3 ч)**

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

#### **Тема 11. Ядерная физика с нейтронами (3 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.

#### **Тема 12. Радиобиология (3 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.*

#### **Тема 13. Взаимодействие излучения с веществом (3 ч)**

Взаимодействие заряженных частиц, фотонов и электронов с веществом.

#### **Тема 14. Детекторы заряженных частиц и гамма-квантов (3 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.

#### **Тема 15. Виртуальная лаборатория «Основы измерения сигналов с детекторов» (4ч)**

#### **Тема 16. Виртуальная лаборатория «Сцинтилляционный телескоп для изучения космических лучей» (4 ч)**

#### **Тема 17. Виртуальная лаборатория гамма-спектроскопии (4 ч)**

#### **Тема 18. Виртуальная лаборатория спонтанного деления ядер (4 ч)**

#### **Тема 19. Математический практикум по обработке результатов измерений в среде ROOT (4 ч)**

#### **Тема 20. Математический практикум по моделированию радиационных**

## повреждений клетки в среде GEANT (4 ч)

### Тематическое планирование

Курс рассчитан на 35/70 ч (1 или 2 ч в неделю).

Тема	Основное содержание	Кол-во часов
<b>Введение (2 ч)</b>		
Великие открытия конца XIX — начала XX в	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.	2
<b>Тема 1. Квантовый мир атомов и молекул (3 ч)</b>		
Основные принципы квантовой механики	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	1
Уравнение Шредингера. Понятие волновой функции. Квантовое тунелирование	Уравнение Шредингера. Волновая функция и её вероятностная интерпретация. Квантовый эффект тунелирования	1
Квантование углового момента. Спин электрона. Принцип Паули	Квантование углового момента. Спин электрона. Принцип запрета Паули. Электронные оболочки атомов и Периодический закон Менделеева. Молекулы. Спектры атомов и молекул	1
<b>Тема 2. Масса и энергия в релятивистской теории (4 ч)</b>		
Основные постулаты специальной теории относительности	Основные постулаты специальной теории относительности. Преобразование Галилея и Лоренца. Инвариантность интервала	2
Масса, энергия, импульс в релятивистской физике	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	2



	импульса. Примеры физических процессов. <i>Решение задач</i>	
<b>Тема 3. Атомные ядра и радиоактивность (4 ч)</b>		
Основные свойства атомных 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	<b>1</b>
Ядерные модели	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	<b>1</b>
Радиоактивность. Виды радиоактивности	Радиоактивность. Виды радиоактивности: $\alpha$ -, $\beta$ -, $\gamma$ -распад, спонтанное деление. Границы стабильности атомных ядер. Закон радиоактивного распада. Период полураспада. Активность радиоактивного источника. <i>Качественные и расчётные задачи.</i> <i>Математический практикум «Статистический характер радиоактивного распада»</i>	<b>2</b>
<b>Тема 4. Ядерные реакции (4 ч)</b>		
Ядерные реакции	Ядерные превращения в экспериментах Резерфорда. Открытие протона и нейтрона. Реакции деления ядер. Цепная ядерная реакция. Термоядерные реакции	<b>2</b>
Примеры ядерных реакций	Подпороговые реакции. Рождение антипротонов. Изучение структуры протонов и ядер в пучках электронов. <i>Качественные и расчётные задачи</i>	<b>2</b>
<b>Тема 5. Происхождение элементов во Вселенной (4 ч)</b>		
От большого взрыва до атома водорода	Фундаментальные взаимодействия. Стандартная модель. Большой взрыв. Атомы водорода и легчайших элементов	<b>2</b>
Синтез элементов в звёздах	Синтез элементов в звёздах. Взрывы сверхновых звёзд и нейтронные звёзды	<b>2</b>
<b>Тема 6. Синтез новых сверхтяжёлых элементов (2 ч)</b>		
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	<b>2</b>
<b>Тема 7. Ускорители и коллайдеры (4 ч)</b>		
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	<b>2</b>
Современные коллайдеры протонов и ядер	Большой адронный коллайдер (LHC) в Европе и коллайдер релятивистских ядер (RHIC). Модель ускорительного комплекса НИКА — российского коллайдера тяжёлых ионов	<b>2</b>



<b>Тема 8. Исследование столкновений релятивистских ядер (3 ч)</b>		
Столкновения ядер при высоких энергиях и их регистрация	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	3
<b>Тема 9. Ядерная энергетика и глобальные проблемы человечества (3 ч)</b>		
Ядерная энергетика и глобальные проблемы человечества	Ядерная энергетика и глобальные проблемы человечества. Ядерные реакторы. Природные ядерные реакторы. <i>Решение качественных и расчётных задач. Интерактивная модель ядерного реактора</i>	3
<b>Тема 10. Ядерная физика и медицина (3 ч)</b>		
Ядерная физика и медицина	Ядерная физика и медицина. Модель ускорительного комплекса для протонной радиотерапии	3
<b>Тема 11. Ядерная физика с нейтронами (3 ч)</b>		
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	3
<b>Тема 12. Радиобиология (3 ч)</b>		
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	3
<b>Тема 13. Взаимодействие излучения с веществом (3 ч)</b>		
Взаимодействие заряженных частиц с веществом	Взаимодействие заряженных частиц, фотонов и электронов с веществом	3
<b>Тема 14. Детекторы заряженных частиц и гамма-квантов (3 ч)</b>		
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	3
<b>Тема 15. Виртуальная лаборатория «Основы измерения сигналов с детекторов» (4ч)</b>		
<i>Проведение виртуальной лабораторной работы «Основы измерения сигналов с детекторов»</i>	Обработка полученных результатов и оформление работы	4
<b>Тема 16. Виртуальная лаборатория «Сцинтилляционный телескоп для изучения космических лучей» (4 ч)</b>		
<i>Проведение виртуальной</i>	Обработка полученных результатов и оформление работы	4

лабораторной работы «Сцинтилляционный телескоп для изучения космических лучей»		
<b>Тема 17. Виртуальная лаборатория гамма-спектроскопии (4 ч)</b>		
Проведение виртуальной лабораторной работы «Гамма-спектроскопия»	Обработка полученных результатов и оформление работы	4
<b>Тема 18. Виртуальная лаборатория спонтанного деления ядер (4 ч)</b>		
Проведение виртуальной лабораторной работы «Спонтанное деление ядер»	Обработка полученных результатов и оформление работы	4
<b>Тема 19. Математический практикум по обработке результатов измерений в среде ROOT (4 ч)</b>		
Проведение математического практикума по обработке результатов измерений в среде ROOT	Обработка полученных результатов и оформление работы	4
<b>Тема 20. Математический практикум по моделированию радиационных повреждений клетки в среде GEANT (4 ч)</b>		
Проведение математического практикума по моделированию радиационных повреждений клетки в среде GEANT	Обработка полученных результатов и оформление работы	4

## 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 междисциплинарных 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.