

Приложение № 25
к приказу
от 21.06.2024 № 30/1-н

ПРИНЯТО
на заседании кафедры
физики ФМШ СФУ
Протокол № 8
от «03» 06 2024 г.

ПРИНЯТО
на заседании
Ученого совета
ФМШ СФУ
Протокол № 7
от «06» 06 2024 г.

УТВЕРЖДЕНО

Директор ФМШ СФУ
Е.А. Енгуразова
«21» июня 2024 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА
«НАЧАЛА СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ»
(2024-2025 гг.)**

Составители: Зотова М.В., старший преподаватель кафедры теоретической физики и волновых явлений, Институт инженерной физики и радиоэлектроники СФУ и команда преподавателей кафедры теоретической физики и волновых явлений, Институт инженерной физики и радиоэлектроники СФУ

Красноярск 2024

Настоящая рабочая программа разработана на основе Федеральной образовательной программы среднего общего образования, в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования и на основе требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования физико-математической школы-интерната ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет». В соответствии с учебным планом ФМШ СФУ элективный курс «Начала современной физики» изучается по выбору обучающихся в 10 или 11 классе в объеме 1 часовой в неделю в течение года обучения, всего 34 часов.

Курс «Начала современной физики» расширяет и углубляет общеобразовательный курс «Физика».

На элективном курсе даются углубленные знания в области физики по разделам: классическая и квантовая механика, физика конденсированного состояния вещества, наноматериалы и нанотехнологии, сверхпроводимость, астрономия и астрофизика, космология и гравитация.

Целесообразным является поддержка курса занятиями в модуле «Начала современной физики» программы дополнительного образования «Научная лаборатория».

Цели и задачи курса

Целью курса является освоение старшеклассниками базовых знаний и формирование ориентации в различных областях современной физики.

Для достижения поставленной цели выделяются следующие задачи:

- Освоить методы научного познания, используемые в физике;
- Научиться анализировать и систематизировать научную информацию.
- Познакомиться с направлениями и проблемами современной физики;
- Познакомиться с прикладным применением современной теоретической физики;
- Развить познавательный интерес обучающихся в области физики.

Образовательные результаты

В результате изучения курса обучающийся должен

Знать:

- формулировки основных принципов и законов современной физики;
- тенденции и перспективы развития физики;
- области применения различных разделов современной физики.

Уметь:

- ориентироваться в проблемах современной физики;
- анализировать и систематизировать научную информацию;

Владеть:

- основными методами научного познания;
- принципом системности научного знания;
- навыком самостоятельного углубленного изучения заинтересовавших областей современной физики.

Личностные результаты включают в себя:

в сфере гражданского воспитания:

- сформированность гражданской позиции обучающегося как активного и ответственного члена российского общества;

- принятие традиционных национальных, общечеловеческих гуманистических и демократических ценностей;

- представление о видах идентичности, актуальных для становления человечества и общества, для жизни в современном поликультурном мире;

- готовность противостоять идеологии экстремизма, национализма, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам;

- умение взаимодействовать с социальными институтами в соответствии с их функциями и назначением; готовность к гуманитарной и волонтерской деятельности;

в сфере патриотического воспитания:

- сформированность российской гражданской идентичности, патриотизма, уважения к своему народу, чувства ответственности перед Родиной, гордости за свою страну, свой край, свой язык и культуру, прошлое и настоящее многонационального народа России;

- ценностное отношение к государственным символам, историческому и природному наследию, памятникам, традициям народов России, достижениям России в науке, технологиях, труде;

в сфере духовно-нравственного развития:

- сформированность нравственного сознания, этического поведения, способность оценивать ситуации нравственного выбора и принимать осознанные решения, ориентируясь на морально-нравственные ценности и нормы современного российского общества;

- понимание значения личного вклада в построение устойчивого будущего;

- ответственное отношение к своим родителям, представителям старших поколений, осознание значения создания семьи на основе принятия ценностей семейной жизни в соответствии с традициями народов России;

- освоение гуманистических традиций и ценностей, уважение к личности, правам и свободам человека, культурам разных народов;

в сфере эстетического воспитания:

- представление об исторически сложившемся культурном многообразии своей страны и мира;

- эстетическое отношение к миру, современной культуре, включая эстетику быта, научного и технического творчества, спорта, труда, общественных отношений;

в сфере физического воспитания:

- осознание ценности жизни и необходимости ее сохранения;

- представление об идеалах гармоничного физического и духовного развития человека в исторических обществах и в современную эпоху;

в сфере трудового воспитания:

- понимание значения трудовой деятельности как источника развития человека и общества;

- уважение к труду и результатам трудовой деятельности человека;

- формирование интереса к различным сферам профессиональной деятельности;

- мотивация и способность к образованию и самообразованию на протяжении всей жизни;

в сфере экологического воспитания:

- осмысление исторического опыта взаимодействия людей с природной средой, его позитивных и негативных проявлений;

в понимании ценности научного познания:

- сформированность мировоззрения, соответствующего современному уровню развития исторической науки и общественной практики, основанного на диалоге культур, способствующего осознанию своего места в поликультурном мире;
- осмысление значения истории как знания о развитии человека и общества, о социальном и нравственном опыте предшествующих поколений;
- совершенствование языковой и читательской культуры как средства взаимодействия между людьми и познания мира;
- овладение основными навыками познания и оценки событий прошлого с позиций историзма, готовность к осуществлению учебной проектно-исследовательской деятельности в сфере истории;
- приобщение к истокам культурно-исторического наследия человечества, интерес к его познанию за рамками учебного курса и школьного обучения.

Работа на программе способствует также развитию *эмоционального интеллекта* школьников, в том числе *самосознания* (включая способность осознавать роль эмоций в отношениях между людьми); *саморегулирования*, включающего самоконтроль, умение принимать ответственность за свое поведение, способность адаптироваться к эмоциональным изменениям и проявлять гибкость, быть открытым новому; *внутренней мотивации*, включающей стремление к достижению цели и успеху, оптимизм, инициативность, умение действовать, исходя из своих возможностей; *эмпатии* (способность понимать другого человека, оказавшегося в определенных обстоятельствах); *социальных навыков* (способность выстраивать конструктивные отношения с другими людьми, регулировать способ выражения своих суждений и эмоций с учетом позиций и мнений других участников общения).

Метапредметные результаты включают в себя следующие умения:

1) в сфере универсальных учебных познавательных действий:

владение базовыми логическими действиями:

- формулировать проблему, вопрос, требующий решения;
- устанавливать существенный признак или основания для сравнения, классификации и обобщения;
- определять цели деятельности, задавать параметры и критерии их достижения;
- выявлять закономерные черты и противоречия в рассматриваемых явлениях;
- разрабатывать план решения проблемы с учетом анализа имеющихся ресурсов;
- вносить коррективы в деятельность, оценивать соответствие результатов целям;

владение базовыми исследовательскими действиями:

- определять познавательную задачу; намечать путь ее решения и осуществлять подбор материала, объекта;
- владеть навыками учебно--исследовательской и проектной деятельности;
- выявлять характерные признаки явлений;
- раскрывать причинно--следственные связи; сравнивать события, ситуации, определяя основания для сравнения, выявляя общие черты и различия;
- формулировать и обосновывать выводы; соотносить полученный результат с имеющимся знаниями;
- определять новизну и обоснованность полученного результата;
- представлять результаты своей деятельности в различных формах (сообщение, эссе, презентация, реферат, учебный проект и другие);
- объяснять сферу применения и значение проведенного учебного исследования в современном общественном контексте;

работа с информацией:

- осуществлять анализ учебной и внеучебной информации (учебники, источники, научно--популярная литература, интернет -ресурсы и другие);
- извлекать, сопоставлять, систематизировать и интерпретировать информацию;
- различать виды источников информации;
- высказывать суждение о достоверности и значении информации источника (по предложенным или самостоятельно сформулированным критериям);
- рассматривать комплексы источников, выявляя совпадения и различия их свидетельств;
- использовать средства современных информационных и коммуникационных технологий с соблюдением правовых и этических норм, требований информационной безопасности;
- создавать тексты в различных форматах с учетом назначения информации и целевой аудитории, выбирая оптимальную форму представления и визуализации;

2) в сфере универсальных коммуникативных действий:

общение:

- представлять особенности взаимодействия людей в современном мире;
- излагать и аргументировать свою точку зрения в устном высказывании, письменном тексте;
- владеть способами общения и конструктивного взаимодействия, в том числе межкультурного, в школе и социальном окружении;
- аргументированно вести диалог, уметь смягчать конфликтные ситуации;

осуществление совместной деятельности:

- осознавать значение совместной деятельности людей как эффективного средства достижения поставленных целей;
- планировать и осуществлять совместную работу, коллективные учебные проекты, в том числе на региональном материале;
- определять свое участие в общей работе и координировать свои действия с другими членами команды;
- проявлять творчество и инициативу в индивидуальной и командной работе;
- оценивать полученные результаты и свой вклад в общую работу;

3) в сфере универсальных регулятивных действий:

владение приемами самоорганизации своей учебной и общественной работы:

- выявлять проблему, задачи, требующие решения;
- составлять план действий, определять способ решения, последовательно реализовывать намеченный план действий и другие;

владение приемами самоконтроля:

- осуществлять самоконтроль, рефлекссию и самооценку полученных результатов;
- вносить коррективы в свою работу с учетом установленных ошибок, возникших трудностей;

принятие себя и других:

- осознавать свои достижения и слабые стороны в учении, школьном и внешкольном общении, сотрудничестве со сверстниками и людьми старших поколений;
- принимать мотивы и аргументы других при анализе результатов деятельности;
- признавать свое право и право других на ошибку;
- вносить конструктивные предложения для совместного решения учебных задач, проблем.

Содержание курса «Начала современной физики»

Модуль 1. Введение в науку и математику (3 часов)

Что такое наука? Наука и лженаука. Карьера учёного. Научные журналы. Научные журналы. Поиск научной информации. Математическое введение: скаляр, вектор, матрица, оператор, физический смысл производной и интеграла, комплексные числа.

Модуль 2. Современная классическая и квантовая механики (3 часов)

Хаос и классическая механика. Вероятностный подход при описании классической динамики. Предпосылки квантовой механики. Основы квантовой механики.

Модуль 3. Современная физика конденсированного состояния (4 часов)

Что такое твёрдое тело? Частицы, античастицы и квазичастицы. Металлы.

Модуль 4. Наноматериалы и нанотехнологии (5 часов)

Тренды и перспективы современной электроники. Миниатюризация и вакуумные технологии. Основные методы получения слоистых квазидвумерных материалов. Спиновая электроника и материалы спинтроники. Физико-химия наночастиц и наноматериалов. Углеродные наноструктуры: фуллерены, углеродные нанотрубки и графен. Применение наноматериалов и нанотехнологий в медицине.

Модуль 5. Сверхпроводимость и её применения в технике и энергетике (5 часов)

Основные свойства сверхпроводников. Сверхпроводящие материалы, проблема сверхпроводимости при комнатной температуре. Применения сверхпроводников в электротехнике: провода, электромагниты, электродвигатели. Магнитная антигравитация и левитирующие поезда. Применения сверхпроводников в электронике. Сверхпроводящие магниты и проблемы зелёной энергетике. Проект ИТЕР для решения проблемы глобальной энергии с помощью управляемого термоядерного синтеза. Сверхпроводимость - макроскопическое квантовое состояние вещества.

Модуль 6. Астрономия и астрофизика (5 часов)

Интерактивные проекты. Оптическая астрономия, телескопы. Звёзды и компактные объекты. Галактики и квазары. Всеволновая астрономия.

Модуль 7. Космология и гравитация (5 часов)

Специальная теория относительности и четырёхмерное пространство. Общая теория относительности. Космология.

Тематическое планирование

№ п/п	Тема	Количество часов	Формы организации учебной деятельности	Формы контроля
1	Модуль 1. Введение в науку и математику	3		
1.1	Инструктаж по технике безопасности. Что такое наука? Наука и лженаука.	0,5	Интерактивная лекция	

1.2	Карьера учёного. Научные журналы. Поиск научной литературы.	0,5	Интерактивная лекция	
1.3	Наука и лженаука. Поиск научной литературы.	0,5	Семинар	Проверка домашнего задания
1.4	Математическое введение: скаляр, вектор, матрица, оператор, физический смысл производной и интеграла.	0,5	Лекция	
1.5	Математическое введение: комплексные числа.	1	Лекция, Семинар	Тест
2	Модуль 2. Современные классическая и квантовая механики	3		
2.1	Хаос и классическая механика.	1	Лекция, семинар	Решение задач
2.2	Вероятностный подход при описании классической динамики.	0,5	Лекция	
2.3	Предпосылки квантовой механики.	0,5	Семинар	
2.4	Основы квантовой механики.	1	Лекция, семинар	Тест
3	Модуль 3. Современная физика конденсированного состояния	4		
3.1	Что такое твёрдое тело?	1	Лекция, семинар	
3.2	Частицы, античастицы и квазичастицы.	1	Лекция, семинар	Блиц-опрос
3.3	Металлы	2	Лекция, семинар	Тест
4	Модуль 4. Наноматериалы и нанотехнологии	5		
4.1	Тренды и перспективы современной электроники. Миниатюризация и вакуумные технологии.	0,5	Лекция	
4.2	Основные методы получения слоистых квазидвумерных материалов.	0,5	Лекция	
4.3	Спиновая электроника и материалы спинтроники.	1	Лекция, семинар	Тест
4.4	Физико-химия наночастиц и наноматериалов	1	Лекция, семинар	
4.5	Углеродные наноструктуры: фуллерены, углеродные нанотрубки и графен	1	Лекция, семинар	Тест

4.6	Применение нанотехнологий и наноматериалов в медицине	1	Лекция, семинар	Блиц-опрос
5	Модуль 5. Сверхпроводимость и её применения в технике и энергетике	6		
5.1	Основные свойства сверхпроводников.	1	Лекция, семинар	
5.2	Сверхпроводящие материалы, проблема сверхпроводимости при комнатной температуре.	1	Лекция, семинар	
5.3	Применения сверхпроводников в электротехнике: провода, электромагниты, электродвигатели. Магнитная антигравитация и левитирующие поезда. Применения сверхпроводников в электронике.	1	Лекция, семинар	Опрос
5.4	Сверхпроводящие магниты и проблемы зелёной энергетике. Проект ИТЕР для решения проблемы глобальной энергии с помощью управляемого термоядерного синтеза.	1	Лекция, семинар	
5.5	Сверхпроводимость - макроскопическое квантовое состояние вещества.	1	Лекция, семинар	Письменная работа
5.6	Экскурсия в ИФ СО РАН	1	Экскурсия	
6	Модуль 6. Астрономия и астрофизика	6		
6.1	Интерактивные проекты.	1	Лекция, семинар	
6.2	Оптическая астрономия, телескопы.	1	Лекция, семинар	Тест
6.3	Звёзды и компактные объекты.	1	Лекция, семинар	
6.4	Галактики и квазары.	1	Лекция, семинар	Тест
6.5	Всеволновая астрономия.	1	Лекция, семинар	
6.6	Экскурсия в астрономическую обсерваторию СФУ	1	Экскурсия	
7	Модуль 7. Космология и гравитация	5		
7.1	Специальная теория относительности и четырёхмерное пространство.	3	Лекция, семинар	Решение задач

7.2	Общая теория относительности.	1	Лекция, семинар	
7.3	Космология.	1	Лекция, семинар	Тест
8	Итоговый контроль	2		
8.1	Сдача индивидуального задания	1		Выступление 5-7 мин с презентацией
8.2	Контрольная работа	1		Письменная работа
Итого		34		

Формы работы предполагают проведение занятий лекционного, семинарского типа и экскурсии.

Формы контроля

Текущий контроль освоения программы осуществляется в форме тестов, оценивании участия обучающихся в обсуждении на семинарах, проверке домашнего задания и сдаче индивидуального задания.

Итоговый контроль проводится в форме письменного ответа на вопросы по пройденным темам.

Вопросы, выносимые на итоговый контроль:

Модуль 1. Введение в науку и математику

1. Что такое наука? Характеристики современной науки. Фундаментальная и прикладная физика.
2. Карьера ученого. Научные журналы и публикации.
3. Что такое лженаука? Признаки и примеры псевдонаучных учений. Как бороться с лженаукой?
4. Скаляр, вектор, оператор. Физический смысл производной и интеграла.
5. Комплексные числа: определение, сложение, вычитание, умножение, деление.

Модуль 2. Современная классическая и квантовая механика

1. Детерминистический подход в классической механике: понятие траектории частицы.
2. Вероятностный подход в классической механике: понятие функции распределения для частицы.
3. Вероятность в квантовой механике: понятие волновой функции.
4. Эксперимент с двумя щелями: интерференция.

Модуль 3. Современная физика конденсированного состояния.

1. Что такое кристаллы?
2. Определение понятия «фонон».
3. Какие элементарные частицы входят в стандартную модель?
4. Определение понятия «квазичастица».
5. Какие типы связей бывают в твёрдом теле?

Модуль 4. Наноматериалы и нанотехнологии

1. Чем вызвано развитие нанoeлектроники?
2. Что такое спинтроника? Это прекрасное далеко или она уже у каждого в кармане?

3. Новые углеродные наноматериалы: графен, фуллерены, углеродные нанотрубки (УНТ).
4. Основные области применения графена, фуллеренов и УНТ.

Модуль 5. Сверхпроводимость и её применения в технике и энергетике

1. Сопротивление в сверхпроводнике равно нулю или нет?
2. Почему сверхпроводник еще называют сверхдиамагнетиком?
3. Чем отличаются сверхпроводники первого рода и второго рода?
4. Какие наиболее яркие применения сверхпроводников в технике, энергетике, транспорте и электронике?
5. Какие проблемы сдерживают широкомасштабное применение сверхпроводников?

Модуль 6. Астрономия и астрофизика

1. Главный пояс астероидов, пояс Койпера, облако Орта.
2. Телескоп-рефрактор и телескоп-рефлектор.
3. Белые карлики, нейтронные звезды и черные дыры.
4. Квазары и сверхмассивные черные дыры.
5. Радиотелескоп. Телескопы: инфракрасный, ультрафиолетовый, рентгеновский и гамма.

Модуль 7. Космология и гравитация

1. Принцип эквивалентности и геометризация физики.
2. Положения специальной теории относительности.
3. Экспериментальная проверка общей теории относительности.
4. Расширяющаяся Вселенная.

Учебно-методические материалы по дисциплине

Модуль 1. Введение в науку и математику

1. Карл Саган, Мир, полный демонов: Наука — как свеча во тьме. Изд-во: Альпина нон-фикшн, 1996.

Модуль 2. Современные классическая и квантовая механики

1. А. Лихтенберг, М. Либерман, Регулярная и стохастическая динамика. М.: Мир, 1984.
2. Г. Шустер, Детерминированный хаос. М.: Мир, 1988.
3. Г.М. Заславский, Р.З. Сагдеев, Введение в нелинейную физику. От маятника до турбулентности и хаоса. М.: Наука, 1988.
4. Х.–Ю. Штокман, Квантовый хаос: введение. М.: Физматлит, 2004.

Модуль 3. Современная физика конденсированного состояния.

1. М.И. Каганов, Электроны, фононы, магноны. М.: Наука, 1979.
2. М.А. Кожушнер, Экситоны – квазичастицы в твердых телах. М.: Знание, 1973.
3. Д.И. Хомский, Необычные электроны в кристаллах. М.: Знание, 1987.
4. А.Б. Мигдал, Квантовая физика для больших и маленьких. М.: Наука, 1989.
5. Школьникам о современной физике. Физика твердого тела. Под ред. Проф. В.З. Кресина. М.: Просвещение, 1975.
6. Г.Я. Мякишев, Элементарные частицы. М.: Наука, 1979.
7. В.И. Григорьев, Квантовая теория поля. М.: Ленанд, 2017.
8. Р. Фейнман, КЭД – странная теория света и вещества. М.: Наука, 1988.
9. И.Б. Брандт, В.А. Кульбачинский, Квазичастицы в физике конденсированного состояния. М.: Физматлит, 2005.

Модуль 4. Наноматериалы и нанотехнологии

1. Молекулярно-лучевая эпитаксия и гетероструктуры. Изд-во: Мир, 1989.
2. К. Оура, В.Г. Лифшиц, А.А. Саранин, А.В. Зотов, М. Катаяма, Введение в физику поверхности. М.: Наука, 2006.
3. А.И. Лебедев, Физика полупроводниковых приборов. М.: Физматлит, 2008.
4. А.Ф. Бенда, Материалы нанотехнологий в полиграфии: учеб. пособие. Ч.1. Введение в материалы нанотехнологий. Углеродные наноструктуры. М.: МГУП имени Ивана Федорова, 2013.
5. А.А. Ремпель, А.А. Валеева, Материалы и методы нанотехнологий: учеб. пособие. Екатеринбург: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина", 2015.

Модуль 5. Сверхпроводимость и её применения в технике и энергетике

1. В.В. Шмидт, Введение в физику сверхпроводников. Изд.2-е, М.: МЦНМО, 2009.
2. Vladimir Kresin, Sergei Ovchinnikov, Stuart Wolf, Superconducting State. Mechanisms and Materials, Oxford University Press, 2021.
3. Доклады участников Сибирской конференции молодых ученых по высокотемпературной сверхпроводимости ОКНО-2023, 7-8 сентября 2023, СФУ, Красноярск. Программа на сайте: <https://news.sfu-kras.ru/node/27476>.

Модуль 6. Астрономия и астрофизика

1. Воронцов-Вельяминов Б.А. Астрономия: учебник для 10 класса средней школы. М.: Просвещение, 1983.
2. И.В. Галузо, В.А. Голубев, А.А. Шимбалев, Астрономия: учебное пособие для 11 класса общеобразовательных учреждений. Минск: Адукацыя і выхаванне, 2015.
3. И. Позднякова, И. Катникова, Путеводитель по звездному небу России. М.: Издательство «Э», 2016.
4. Интернет-ресурс: <http://www.astronet.ru/>

Модуль 7. Космология и гравитация

1. Д. Сиам, Физические принципы общей теории относительности. М.: Мир, 1971.
2. С. Хокинг, Л. Млодинов, Кратчайшая история времени. СПб.: Амфора, 2014.
3. И. Хрипович, Общая теория относительности. Квант. №4, 1999.
4. Г. Гамов, Приключения мистера Томпкинса. Ижевск: РХД, Удмуртский университет, 1999.
5. Э.Ф. Тейлор, Дж.А. Уилер, Физика пространства-времени. М.: Мир, 1971.
6. Дж. Нарликар, Гравитация без формул. М.: Мир, 1985.
7. К.Торн, Черные дыры и складки времени: Дерзкое наследие Эйнштейна. М.: Издательство физико-математической литературы, 2007.
8. Р. Пенроуз, Путь к реальности или законы, управляющие Вселенной. М.; Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, 2007.
9. С. Хокинг, Чёрные дыры. Лекции BBC. М.: Издательская группа «АСТ», 2020.

Научная библиотека СФУ (bik.sfu-kras.ru)

БД «Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU»

Темы индивидуальных проектов

1. Компьютерное моделирование в физике наноструктур (Фёдоров А.С., д.ф.-м.н., профессор).
2. Нанотехнологии и их применение (Фёдоров А.С., д.ф.-м.н., профессор).
3. Магнитная антигравитация в сверхпроводниках (Овчинников С.Г., д.ф.-м.н., профессор).
4. Нанотехнологии магнитных материалов (Овчинников С.Г., д.ф.-м.н., профессор).
5. Моделирование и визуализация динамических процессов в тонких пленках (Шляхтич М.А., к.ф.-м.н., доцент).
6. Исследование нелинейных динамических систем (Николаев С.В., к.ф.-м.н., доцент).

