

Приложение № 34  
к приказу  
от 26.08.2022 № 51-п

ПРИНЯТО  
на заседании кафедры  
физики ФМШ СФУ  
Протокол № 10  
от «5» 06 2022 г.

ПРИНЯТО  
на заседании  
Ученого совета  
ФМШ СФУ  
Протокол № 5  
от «8» 06 2022 г.

УТВЕРЖДЕНО  
Директор ФМШ СФУ  
Е.А. Енгуразова  
2022 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
ЭЛЕКТИВНОГО УЧЕБНОГО КУРСА  
«НАЧАЛА СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ»  
(2022-2023 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 2022

Настоящая рабочая программа разработана 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 2 часов в неделю в течение года обучения, всего 68 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.

### **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**

1) готовность и способность к образованию, в том числе самообразованию, на протяжении всей жизни; сознательное отношение к непрерывному образованию как условию успешной профессиональной и общественной деятельности;

2) навыки сотрудничества со сверстниками, взрослыми в образовательной, учебно-исследовательской, проектной и других видах деятельности;

3) осознанный выбор будущей профессии и возможностей реализации собственных жизненных планов; отношение к профессиональной деятельности как возможности участия в решении личных, общественных, государственных, общенациональных проблем.

### **Метапредметные результаты**

1) умение самостоятельно определять цели деятельности и составлять планы деятельности; самостоятельно осуществлять, контролировать и корректировать деятельность; использовать все возможные ресурсы для достижения поставленных целей и реализации планов деятельности; выбирать успешные стратегии в различных ситуациях;

2) умение продуктивно общаться и взаимодействовать в процессе совместной деятельности, учитывать позиции других участников деятельности, эффективно разрешать конфликты;

3) владение навыками познавательной, учебно-исследовательской и проектной деятельности, навыками разрешения проблем; способность и готовность к самостоятельному поиску методов решения практических задач, применению различных методов познания;

4) готовность и способность к самостоятельной информационно-познавательной деятельности, включая умение ориентироваться в различных источниках информации, критически оценивать и интерпретировать информацию, получаемую из различных источников.

При разработке учебного курса были использованы следующие принципы:

- принцип последовательности в изучении основ современной физики,
- принцип системности знаний,
- принцип дифференцированности обучения,
- принцип фундаментальности знаний и умений,
- принцип доступности содержания курса,
- принцип связи теоретических знаний с практикой,
- принцип единой содержательной и процессуальной стороны обучения,
- принцип структурного единства содержания образования на разных уровнях его формирования с учетом личностного развития и становления школьника.

## **Содержание курса «Начала современной физики»**

### **Модуль 1. Физика как основа научного познания (6 часов)**

Что такое наука? Наука и лженаука. Карьера учёного. Как фундаментальная физика меняет представления о мире? Математическое введение: вектор, матрица, оператор, физический смысл производной и интеграла.

### **Модуль 2. Современные классическая и квантовая механики (10 часов)**

Хаос и классическая механика. Вероятностный подход при описании классической динамики. Основы квантовой механики. Квантовая криптография и квантовые компьютеры. Ультрахолодные атомы.

### **Модуль 3. Современная физика конденсированного состояния (10 часов)**

Что такое твёрдое тело? Частицы, античастицы и квазичастицы. Металлы. Диэлектрики.  
Экскурсия в ИФ СО РАН

#### **Модуль 4. Наноматериалы и нанотехнологии (8 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.

#### **Модуль 5. Сверхпроводимость и её применения в технике и энергетике (12 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. Экскурсия в ИФ СО РАН.

#### **Модуль 6. Астрономия и астрофизика (12 часов)**

Интерактивные проекты. Оптическая астрономия, телескопы. Звёзды и компактные объекты. Галактики и квазары. Всеволновая астрономия. Экскурсия в астрономическую обсерваторию СФУ.

#### **Модуль 7. Космология и гравитация (10 часов)**

Специальная теория относительности и четырёхмерное пространство. Общая теория относительности. Чёрные дыры. Гравитационные волны. Космология.

### **Тематическое планирование**

<b>№ п/п</b>	<b>Тема</b>	<b>Количество часов</b>	<b>Формы организации учебной деятельности</b>	<b>Формы контроля</b>
<b>1</b>	<b>Модуль 1. Физика как основа научного познания</b>	<b>6</b>		
1.1	Инструктаж по технике безопасности. Что такое наука? Наука и лженаука.	1	Интерактивная лекция	
1.2	Карьера учёного.	1	Интерактивная лекция	
1.3	Наука и лженаука.	1	семинар	Проверка домашнего задания
1.4	Как фундаментальная физика меняет представления о мире?	1	Интерактивная лекция	
1.5	Математическое введение: вектор, матрица, оператор, физический смысл производной и интеграла.	1	Лекция	

1.6	Итоговый контроль по теме	1		тест
<b>2</b>	<b>Модуль 2. Современные классическая и квантовая механики</b>	<b>10</b>		
2.1	Хаос и классическая механика.	2	Лекция, семинар	
2.2	Вероятностный подход при описании классической динамики.	2	Лекция, семинар	
2.3	Основы квантовой механики.	2	Лекция, семинар	Тест
2.4	Квантовая криптография и квантовые компьютеры.	2	Лекция, семинар	Блиц-опрос
2.5	Ультрахолодные атомы.	2	Лекция, семинар	Блиц-опрос
<b>3</b>	<b>Модуль 3. Современная физика конденсированного состояния</b>	<b>10</b>		
3.1	Что такое твёрдое тело?	2	Лекция, семинар	
3.2	Частицы, античастицы и квазичастицы.	2	Лекция, семинар	Блиц-опрос
3.3	Металлы	2	Лекция, семинар	
3.4	Диэлектрики	2	Лекция, семинар	тест
3.5	Экскурсия в ИФ СО РАН	2	экскурсия	
<b>4</b>	<b>Модуль 4. Наноматериалы и нанотехнологии</b>	<b>10</b>		
4.1	Тренды и перспективы современной электроники. Миниатюризация и вакуумные технологии.	1	Лекция	
4.2	Основные методы получения слоистых квазидвумерных материалов.	1	Лекция	
4.3	Спиновая электроника и материалы спинтроники.	2	Лекция, семинар	тест
4.4	Сдача индивидуального задания	2	Лекция, семинар	Выступление с презентацией
4.5	Физико-химия наночастиц и наноматериалов	2	Лекция, семинар	
4.6	Углеродные наноструктуры: фуллерены, углеродные нанотрубки и графен	2	Лекция, семинар	тест
<b>5</b>	<b>Модуль 5. Сверхпроводимость и её применения в технике и</b>	<b>12</b>		

	<b>энергетике</b>			
5.1	Основные свойства сверхпроводников.	2	Лекция, семинар	
5.2	Сверхпроводящие материалы, проблема сверхпроводимости при комнатной температуре.	2	Лекция, семинар	
5.3	Применения сверхпроводников в электротехнике: провода, электромагниты, электродвигатели. Магнитная антигравитация и левитирующие поезда. Применения сверхпроводников в электронике.	2	Лекция, семинар	опрос
5.4	Сверхпроводящие магниты и проблемы зелёной энергетики. Проект ИТЕР для решения проблемы глобальной энергии с помощью управляемого термоядерного синтеза.	2	Лекция, семинар	
5.5	Сверхпроводимость - макроскопическое квантовое состояние вещества.	2	Лекция, семинар	Письменная работа
5.6	Экскурсия в ИФ СО РАН	2	экскурсия	
<b>6</b>	<b>Модуль 6. Астрономия и астрофизика</b>	<b>12</b>		
6.1	Интерактивные проекты.	2	Лекция, семинар	
6.2	Оптическая астрономия, телескопы.	2	Лекция, семинар	тест
6.3	Звёзды и компактные объекты.	2	Лекция, семинар	
6.4	Галактики и квазары.	2	Лекция, семинар	
6.5	Всеволновая астрономия.	1	Лекция	
6.6	Сдача индивидуального задания.	1	семинар	Выступление с презентацией
6.7	Экскурсия в астрономическую обсерваторию СФУ	2	Экскурсия	
<b>7</b>	<b>Модуль 7. Космология и гравитация</b>	<b>10</b>		
7.1	Специальная теория относительности и четырёхмерное пространство.	2	Лекция, семинар	Решение задач
7.2	Чёрные дыры.	2	Лекция, семинар	
7.3	Гравитационные волны.	2	Лекция, семинар	

7.4	Космология.	2	Лекция, семинар	тест
7.5	Итоговая контрольная работа	2	Семинар	Контрольная работа

**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. Физика как основа научного познания**

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.

##### **Модуль 2. Современные классическая и квантовая механики**

1. Детерминистический подход: понятие траектории частицы.
2. Вероятностный подход: 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. Определения фонона.
3. Какие элементарные частицы входят в стандартную модель?
4. Определение квазичастицы.
5. Что такое ковалентная связь?

##### **Модуль 4. Наноматериалы и нанотехнологии**

1. Чем вызвано развитие наноэлектроники?
2. Что такое спинтроника? Это прекрасное далеко или она уже у каждого в кармане?
3. Основные понятия и терминология: нанонаука, нанотехнологии, наноматериалы, наночастицы. Классификация наночастиц. Строение и форма наночастиц.
4. Два основных принципа получения наночастиц и наноструктур. Физические методы получения наночастиц. Химические методы получения наночастиц и наноструктур.
5. Основные модификации углерода: алмаз, графит. Новые углеродные наноматериалы: графен, фуллерены, углеродные нанотрубки (УНТ). Геометрия и структура фуллерена C<sub>60</sub>, УНТ.
6. Методы получения графена, фуллеренов и УНТ. Механизм образования фуллеренов и УНТ.

7. Основные области применения наноматериалов и нанотехнологий. Перечень основных областей 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. Экспериментальная проверка общей теории относительности.
3. Черные дыры.
4. Гравитационные волны.
5. Расширяющаяся Вселенная.

### **Учебно-методические материалы по дисциплине**

#### **Модуль 1. Физика как основа научного познания**

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. Р. Фейнман, КЭД – странная теория света и вещества. М.: Наука, 1988.
5. Г.Я. Мякишев, Элементарные частицы. М.: Наука, 1979.
6. В.И. Григорьев, Квантовая теория поля. М.: Ленанд, 2017.
7. 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. Валева, 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.

#### **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. Хриплович, Общая теория относительности. Квант. №4, 1999.

#### **Научная библиотека СФУ ([bik.sfu-kras.ru](http://bik.sfu-kras.ru))**

БД «Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU»

### Тематическое планирование

класс <u>11</u>	Тема урока	Тип урока			Форма контроля, промежуточная аттестация
Дата		урок изучения нового материала (урок-лекция)	урок совершенствования знаний, умений и навыков (самостоятельная работа, практическая работа, лабораторная работа и др)	урок обобщения и контроля (семинар, контрольная работа и др)	
	<b>Модуль 1. Физика как основа научного познания (6 часов) – Зотова М.В.</b>				
5-10 сентября	Инструктаж по технике безопасности. Что такое наука? Наука и лженаука.	1			
5-10 сентября	Карьера учёного.	1			
12-17 сентября	Наука и лженаука.			1	проверка домашнего задания
12-17 сентября	Как фундаментальная физика меняет представления о мире?	1			
19-24 сентября	Математическое введение: вектор, матрица, оператор, физический смысл производной и интеграла.	1			
19-24 сентября	Проверочная работа по модулю 1.			1	тест

класс <u>11</u>	Тема урока	Тип урока			Форма контроля, промежуточная аттестация
Дата		урок изучения нового материала (урок-лекция)	урок совершенствования знаний, умений и навыков (самостоятельная работа, практическая работа, лабораторная работа и др)	урок обобщения и контроля (семинар, контрольная работа и др)	
	<b>Модуль 2. Современные классическая и квантовая механики (10 часов) – Колковский А.Р.</b>				
26 сентября – 1 октября	Хаос и классическая механика.	1			
26 сентября – 1 октября	Хаос и классическая механика.			1	
3-8 октября	Вероятностный подход при описании классической динамики.	1			
3-8 октября	Вероятностный подход при описании классической динамики.			1	
10-15 октября	Основы квантовой механики.	1			
10-15 октября	Основы квантовой механики.			1	тест
17-22 октября	Квантовая криптография и квантовые компьютеры.	1			
17-22 октября	Квантовая криптография и квантовые компьютеры.			1	блиц-опрос
24-28 октября	Ультрахолодные атомы.	1			
24-28 октября	Ультрахолодные атомы.			1	блиц-опрос

класс <u>11</u>	Тема урока	Тип урока			Форма контроля, промежуточная аттестация
Дата		урок изучения нового материала (урок-лекция)	урок совершенствования знаний, умений и навыков (самостоятельная работа, практическая работа, лабораторная работа и др)	урок обобщения и контроля (семинар, контрольная работа и др)	
	<b>Модуль 3. Современная физика конденсированного (8 часов) – Коршунов М.М.</b>				
7-12 ноября	Что такое твёрдое тело?	1			
7-12 ноября	Что такое твёрдое тело?			1	
14-19 ноября	Частицы, античастицы и квазичастицы.	1			
14-19 ноября	Частицы, античастицы и квазичастицы.			1	блиц-опрос
21-26 ноября	Металлы	1			
21-26 ноября	Металлы			1	
28 ноября – 3 февраля	Диэлектрики	1			
28 ноября – 3 декабря	Диэлектрики			1	тест
5-10 декабря	Экскурсия в ИФ СО РАН (2 часа, Овчинников С.Г., Зотова М.В.)	1			

класс <u>11</u>	Тема урока	Тип урока			Форма контроля, промежуточная аттестация
Дата		урок изучения нового материала (урок-лекция)	урок совершенствования знаний, умений и навыков (самостоятельная работа, практическая работа, лабораторная работа и др)	урок обобщения и контроля (семинар, контрольная работа и др)	
	<b>Модуль 4. Наноматериалы и нанотехнологии (8 часов)</b>				
12-17 декабря	Тренды и перспективы современной электроники. Миниатюризация и вакуумные технологии. (Овчинников С.Г.)	1			
12-17 декабря	Основные методы получения слоистых квазидвумерных материалов. (Овчинников С.Г.)	1			
19-24 декабря	Спиновая электроника и материалы спинтроники. (Овчинников С.Г.)	1			
19-24 декабря	Спиновая электроника и материалы спинтроники. (Овчинников С.Г.)			1	тест
26-30 декабря	Сдача индивидуального задания (2 часа, Зотова М.В.)			1	Выступление с презентацией на 7-10 мин.
11-14 января	Физико-химия наночастиц и наноматериалов (Фёдоров А.С.)	1			
11-14 января	Физико-химия наночастиц и наноматериалов (Фёдоров А.С.)			1	
16-21 января	Углеродные наноструктуры: фуллерены, углеродные нанотрубки и графен. (Фёдоров А.С.)	1			
16-21 января	Углеродные наноструктуры: фуллерены, углеродные нанотрубки и графен. (Фёдоров А.С.)			1	тест

класс <u>11</u>	Дата	Тема урока	Тип урока			Форма контроля, промежуточная аттестация
			урок изучения нового материала (урок-лекция)	урок совершенствования знаний, умений и навыков (самостоятельная работа, практическая работа, лабораторная работа и др)	урок обобщения и контроля (семинар, контрольная работа и др)	
		<b>Модуль 5. Сверхпроводимость и её применения в технике и энергетике (12 часов) – Овчинников С.Г.</b>				
	23-28 января	Основные свойства сверхпроводников.	1			
	23-28 января	Основные свойства сверхпроводников.			1	
	30 января – 4 февраля	Сверхпроводящие материалы, проблема сверхпроводимости при комнатной температуре.	1			
	30 января – 4 февраля	Сверхпроводящие материалы, проблема сверхпроводимости при комнатной температуре.			1	
	6-11 февраля	Применения сверхпроводников в электротехнике: провода, электромагниты, электродвигатели. Магнитная антигравитация и левитирующие поезда. Применения сверхпроводников в электронике.	1			
	6-11 февраля	Применения сверхпроводников в электротехнике: провода, электромагниты, электродвигатели. Магнитная антигравитация и левитирующие поезда. Применения сверхпроводников в электронике.			1	опрос
	13-18 февраля	Сверхпроводящие магниты и проблемы зелёной энергетики. Проект ИТЕР для решения проблемы	1			

	глобальной энергии с помощью управляемого термоядерного синтеза.				
13-18 февраля	Сверхпроводящие магниты и проблемы зелёной энергетики. Проект ИТЕР для решения проблемы глобальной энергии с помощью управляемого термоядерного синтеза.			1	
20-25 февраля	Сверхпроводимость - макроскопическое квантовое состояние вещества.	1			
20-25 февраля	Сверхпроводимость - макроскопическое квантовое состояние вещества.			1	эссе
27 февраля – 4 марта	Экскурсия в ИФ СО РАН (2 часа, Зотова М.В., Овчинников С.Г.)	1			

класс <u>11</u>	Тема урока	Тип урока			Форма контроля, промежуточная аттестация
Дата		урок изучения нового материала (урок-лекция)	урок совершенствования знаний, умений и навыков (самостоятельная работа, практическая работа, лабораторная работа и др)	урок обобщения и контроля (семинар, контрольная работа и др)	
	<b>Модуль 6. Астрономия и астрофизика (12 часов) – Паклин Н.Н.</b>				
6-11 марта	Интерактивные проекты.	1			
6-11 марта	Интерактивные проекты.			1	
13-18 марта	Оптическая астрономия, телескопы.	1			
13-18 марта	Оптическая астрономия, телескопы.			1	тест
20-24 марта	Звёзды и компактные объекты.	1			
20-24 марта	Звёзды и компактные объекты.			1	
3-8 апреля	Галактики и квазары.	1			
3-8 апреля	Галактики и квазары.			1	
10-15 апреля	Всеволновая астрономия.	1			
10-15 апреля	Сдача индивидуального задания.			1	выступление с презентацией на 5-7 мин.
17-22 апреля	Экскурсия в астрономическую обсерваторию СФУ (2 часа, Зотова М.В., Паклин Н.Н.)	1			



класс <u>11</u>		Тип урока			Форма контроля, промежуточная аттестация
Дата	Тема урока	урок изучения нового материала (урок- лекция)	урок совершенствования знаний, умений и навыков (самостоятельная работа, практическая работа, лабораторная работа и др)	урок обобщения и контроля (семинар, контрольная работа и др)	
	<b>Модуль 7. Космология и гравитация (10 часов) – Тегай С.Ф.</b>				
24-29 апреля	Специальная теория относительности и четырёхмерное пространство.	1			
24-29 апреля	Специальная теория относительности и четырёхмерное пространство.			1	решение задач
24-29 апреля	Чёрные дыры.	1			
24-29 апреля	Чёрные дыры.			1	
1-6 мая	Гравитационные волны.	1			
1-6 мая	Гравитационные волны.			1	
8-13 мая	Космология.	1			
8-13 мая	Космология.			1	тест
15-20 мая	Итоговая контрольная работа (2 часа, Зотова М.В.)			1	письменная работа