

Приложение № 71
к приказу
от «09» 06 2023 г. № 54/1

ПРИНЯТО
на заседании кафедры
физики ФМШ СФУ
Протокол № 10
от « 2 » 06 2023 г.

ПРИНЯТО
на заседании Ученого
совета ФМШ СФУ
Протокол № 9
от « 5 » 06 2023 г.

УТВЕРЖДЕНО
Директор ФМШ СФУ
Е.А. Енгуразова
« 06 » 2023 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАУЧНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ»
(2023-2024 уч. год)**

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

Зубров И.Е., аспирант ИМИФИ СФУ

Курагин М.М., заведующий кафедрой физики (соруководитель) ФМШ СФУ

Лукьяненко А.В., канд. физ.-мат. наук, доцент базовой кафедры физики твёрдого тела и нанотехнологий, Институт инженерной физики и радиоэлектроники СФУ, научный сотрудник лаборатории радиоспектроскопии и спиновой электроники Института физики ФИЦ КНЦ СО РАН

Непомнящих С.И., старший преподаватель кафедры экспериментальной физики и инновационных технологий, Институт инженерной физики и радиоэлектроники СФУ

Орлов В.А., канд. физ.-мат. наук, заведующий кафедрой экспериментальной физики и инновационных технологий СФУ, старший научный сотрудник лаборатории магнитодинамики Института физики ФИЦ КНЦ СО РАН

Платонов Д.В., инженер-исследователь кафедры теплофизики, Институт инженерной физики и радиоэлектроники, СФУ

Римацкая Н.В., научный сотрудник лаборатории биолуминесцентных биотехнологий, СФУ

Тырышкина Л.Е., канд. техн. наук, научный сотрудник лаборатории ФМС ИФ СО РАН

Филимонов С.А., канд. тех. наук, старший научный сотрудник Лаборатории физико-химических технологий разработки трудноизвлекаемых запасов углеводородов, НИЧ СФУ, научный сотрудник Красноярского филиала ИТ СО РАН

Чиганов А.С., канд. физ.-мат. наук, учитель физики

Красноярск 2023

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 программа дополнительного образования «Научная лаборатория» изучается в 10 классе по выбору обучающихся в рамках одного из модулей в объеме 1 час в неделю в течение года обучения, всего 34 часа.

Программа соответствует требованиям к уровню подготовки учащихся. Она позволяет сформировать у учащихся достаточно широкое представление о физической картине мира. В программе предусмотрено использование разнообразных форм организации учебного процесса, внедрение современных методов обучения и педагогических технологий, а также учета местных условий. Программа позволяет увеличить время на решение комплексных задач, выполнения индивидуального проекта учащегося, входящего в обязательную образовательную программу.

Цели:

- привлечение обучающихся к занятиям точными науками, развитие интереса к физике, занятию учебно-исследовательской деятельностью;
- формирование у обучающихся умений учебно-исследовательской деятельности;
- повышение результативности участия школьников в конкурсах исследовательских работ;
- создание условий для реализации потенциала одарённых школьников, интересующихся точными науками, обеспечение их дополнительного образования.

Основные задачи:

1. Формирование у школьников познавательной мотивации, определяющей установку на продолжение образования в области точных наук.
2. Формирование знаний, умений и навыков проведения учебного исследования физических явлений и закономерностей.
3. Демонстрация реальных примеров постановки и решения физико-математических теоретических и прикладных задач.
4. Организация получения учащимися опыта проектно-исследовательской деятельности в физико-математической сфере.
5. Создание условий для развития поисковой активности, исследовательского мышления обучающихся.
6. Развитие коммуникативной культуры, навыков самопрезентации, в том числе на иностранном языке.

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

По окончании курса учащиеся:

- приобретут способность к самостоятельному обучению, овладение опытом самоорганизации, самореализации, самоконтроля;
- овладеют коммуникативными навыками, навыками работы в команде;
- овладеют способами учебно-исследовательской деятельности, приобретут опыт продуктивной творческой деятельности;
- научатся объяснять результаты наблюдений и экспериментов, описывать фундаментальные опыты, представлять результаты измерений с помощью таблиц, графиков

и выявлять на этой основе эмпирические зависимости, воспринимать и самостоятельно оценивать эмпирическую информацию;

– смогут использовать новые информационные технологии для поиска, обработки и предъявления информации по физике в компьютерных базах данных и сети Интернет.

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 имеющимися 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 ПРОГРАММЫ

№ п/п	Модуль	Содержание	Количество часов
-------	--------	------------	------------------

1	Гидро-газодинамика и теплообмен в природе и технике	Введение в спецкурс гидро-газодинамика и теплообмен в природе и технике. Основы механики и гидродинамики. Основы теплообмена.	34
2	Экспериментальная оптика	Оптические материалы. Волновые свойства частиц. Спектроскопия комбинационного рассеяния света. Фотовольтаика. Медицинская оптика. Оптические методы измерений в машиностроении. Фотонные структуры. Фотосинтез	34
3	Начала современной физики	Физика как основа научного познания. Современные классическая и квантовая механики. Современная физика конденсированного состояния. Наноматериалы и нанотехнологии. Сверхпроводимость и её применения в технике и энергетике. Астрономия и астрофизика. Космология и гравитация	34
4	Наноматериалы и нанотехнологии	Применение и симметрия кристаллов. Физика и методы исследования нанобъектов. Перспективные инновационные технологии. Полупроводниковая техника и нанотехнологии	34
5	Наноразмерный магнетизм	Современные проблемы и тенденции использования нанобъектов. Магнитные характеристики материалов. Магнетизм нанобъектов с вихревой структурой намагниченности. Вызовы и перспективные мировые направления исследований в области магнетизма.	34
6	Решение планиметрических задач		34
7	Биоломинесценция	Основы научно-исследовательской деятельности. Проектная деятельность. Лабораторный практикум	34
8	Нанотехнологии для школьников	Нанотехнологии и области применения. Сканирующая зондовая спектроскопия. Исследование нанобъекта.	34
9	Астрономия	Предмет астрономии. Основы практической астрономии. Основы астрономической фотографии. Строение Солнечной системы. Законы движения небесных тел. Природа тел Солнечной системы. Солнце и звёзды. Наша галактика – млечный путь. Строение и эволюция Вселенной. Подготовка научных проектов. Жизнь и разум во вселенной.	34

Учебно-тематический план

Модуль «Астрономия»

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Количество часов	Форма работы
1	Предмет астрономии	1	Практическая работа
2	Основы практической астрономии	3	Практическая работа
3	Основы астрономической фотографии	6	Практическая работа
4	Строение Солнечной системы	1	Практическая работа
5	Законы движения небесных тел	2	Практическая работа

6	Природа тел Солнечной системы	4	Практическая работа
7	Солнце и звёзды	3	Практическая работа
8	Наша галактика – млечный путь	2	Практическая работа
9	Строение и эволюция Вселенной	1	Практическая работа
10	Подготовка научных проектов	7	Практическая работа
11	Работа с профессиональной информацией астронома	3	Практическая работа
12	Жизнь и разум во вселенной	1	Практическая работа
Всего		34	

Модуль «Гидро-газодинамика и теплообмен в природе и технике»

№ п/п	Тема	Количество часов
1	Введение в спецкурс «Гидрогазодинамика и теплообмен в природе и технике»	3
	Метод познания: эксперимент и теория (математическое моделирование). Основные понятия, связанные с физическим экспериментом и компьютерным моделированием. Основные этапы моделирования: постановка задачи, формализация задачи, разработка модели, компьютерный эксперимент, анализ результатов моделирования	1
	Введение в математическое моделирование с использованием языка программирования Python	2
2	Основы механики и гидродинамики	13
	<i>Кинематика и динамика материальной точки</i> – Законы Ньютона. – Работа и энергия. – Использование законов сохранения импульса	3
	<i>Механика жидкостей, газов, твердых тел</i> – Методы Лагранжа и Эйлера. Поле скорости, линии тока и траектории, трубки тока. Уравнение неразрывности, распределение сил в сплошной среде, напряжения, уравнение сохранения импульса, уравнение сохранения энергии. Уравнение равновесия жидкости и газа, закон Паскаля. Теорема Бернулли. – Уравнения Эйлера. Скорость звука, число Маха. – Уравнение Навье-Стокса для вязкой несжимаемой жидкости. Ламинарные (Куэтт, Пуазейль, обтекание пластины, цилиндра) и турбулентные течения. Критерии подобия.	10
3	Итоговое тестирование по части курса	1
4	Основы теплообмена	16
	Роль теплообмена в современной науке и технике. Основные понятия, используемые при описании процессов переноса тепла	1
	Задачи теплопроводности – Теплопроводность без внутренних источников тепла. – Теплопроводность при наличии внутренних источников тепла. – Интенсификация теплопередачи.	4
	Конвективный теплообмен – Основные понятия и определения процессов конвективного	7

	<p>теплообмена.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Теория подобия как теоретическая основа экспериментального изучения конвективного теплообмена. – Свободная конвекция жидкости в большом объеме. Свободная конвекция жидкости в ограниченном пространстве. – Гидродинамика и теплообмен при течении жидкости в трубах и каналах. Уравнение Нуссельта. – Определение и классификация процессов кипения. 	
	<p>Теплообмен излучением</p> <ul style="list-style-type: none"> – Общие сведения о тепловом излучении. Законы теплового излучения. – Виды лучистых потоков. – Коэффициент излучения твердых тел и методы его определения. – Особенности излучения газов и паров. Закон Бугера. 	4
5	Итоговое тестирование по курсу	1
	Итого	34

Модуль «Экспериментальная оптика»

№ п/п	Тема	Количество часов	Формы организации учебной деятельности
1	Оптические материалы	10	
1.1	Оптические материалы. Новые виды, методы получения, их свойства и области применения.	1	Практическая работа
1.2	Обзор оптических методов исследования материалов.	1	Практическая работа
1.3	Определение порога коагуляции электролита методом спектрофотометрии.	1	Практическая работа
1.4	Оптически прозрачные функциональные покрытия.	1	Практическая работа
1.5	Оборудование и методы получения оптически прозрачных функциональных покрытий.	1	Практическая работа
1.6	Исследования структурных, оптических и электрических свойств прозрачных функциональных покрытий.	1	Практическая работа
1.7	«Умные» окна.	1	Практическая работа
1.8	Хиральность в живой и неживой природе.	1	Практическая работа
1.9	Анодные оксиды для нужд фотоники.	1	Практическая работа

1.10	Оптика метасред. Суперлинза, плащ-невидимка.	1	Практическая работа
2	Волновые свойства частиц	2	
2.1	Основные понятия корпускулярно-волнового дуализма. Понятие волн Де-Бройля. Соотношения неопределенности.	1	Практическая работа
2.2	Практическая работа на тренажере, имитирующем рассеяние элементарных частиц (электрон, протон, альфа-частица) на микроотверстии	1	Практическая работа
3	Спектроскопия комбинационного рассеяния света	3	
3.1	Спектроскопия комбинационного рассеяния света (рамановская спектроскопия) как метод для изучения материалов.	1	Практическая работа
3.2	Углеродные материалы (графит, алмаз, графен, фуллерен) и исследование их с помощью спектроскопии комбинационного рассеяния света.	2	Практическая работа
4	Фотовольтаика	3	
4.1	Фотовольтаика: современное состояние исследований.	2	Практическая работа
4.2	Расчет энергетических характеристик солнечного элемента.	1	Практическая работа
5	Медицинская оптика	2	
5.1	Оптика глаза. Общие сведения. Оптическая система глаза, характеристики и свойства глаза. Стереоскопическое зрение, глубина резкости при наблюдении невооруженным глазом.	1	Практическая работа
5.2	Экспериментальные методы в биофизике.	1	Практическая работа
6	Оптические методы измерений в машиностроении	3	
6.1	Оптический контроль измерительных поверхностей гладких микрометров в рамках поверки средств измерений.	1	
6.2	Определение осей отверстий для крепежных деталей на большом инструментальном микроскопе.	1	
6.3	Измерение шероховатости на двойном микроскопе МИС-11.	1	
7	Фотонные структуры	4	
7.1	Моделирование устройств фотоники.	1	Практическая работа
7.2	Изготовление устройств фотоники.	1	Практическая работа

7.3	Изготовление фотоприемника.	1	Практическая работа
7.4	Измерение спектральных свойств устройств фотоники.	1	Практическая работа
8	Фотосинтез	5	
8.1	Основы фотосинтеза.	1	Практическая работа
8.2	Структурно-функциональная организация фотосинтетического аппарата.	1	Практическая работа
8.3	Пигменты хлоропластов. Элементы структуры молекулы хлорофилла, ответственные за функцию поглощения и преобразования энергии в процессе фотосинтеза. Механизм поглощения и испускания света молекулой; спектры поглощения. Электронно-возбужденные состояния хлорофиллов, пути их дезактивации.	1	Практическая работа
8.4	Электрон-транспортная цепь фотосинтеза. Действие внешних факторов (интенсивность и качество света, фотопериод, концентрация CO ₂ , O ₂ , температура и др.) на фотосинтез.	1	Практическая работа
8.5	Другие типы световых реакций.	1	Практическая работа
	Защита практических работ	1	
	Представление и защита научно-практической работы	1	
	ИТОГО	34	

Модуль «Биолюминесценция»

№ п/п	Тема	Количество часов	Форма работы
1.	Основы научно -исследовательской деятельности	7	
1.1	Научный метод	1	Практическая работа
1.2	Поиск научных данных	1	Практическая работа
1.3	Методы исследования	1	Практическая работа
1.4	Этапы научных исследований	1	Практическая работа
1.5	Обработка данных и представление	1	Практическая работа
1.6	Оформление результатов научной деятельности (тезисы, статьи, стендов доклад, конференции)	1	Практическая работа
1.7	Атлас профессий будущего	1	Практическая работа

2	Проектная деятельность	6	
2.1	Научный проект: суть, содержание, практическая значимость, экономическая значимость	2	Практическая работа
2.2	Командообразование	1	Практическая работа
2.3	Мозговые штурмы, развитие критического мышления.	1	Практическая работа
2.4	Финансирование проектов	1	Практическая работа
2.5	Региональные, федеральные, международные меры поддержки одарённых детей	1	Практическая работа
3	Лабораторный практикум	9	
3.1	Приборная база, правила работы, правила безопасности	1	Практическая работа
3.2	Основы метода	1	Практическая работа
3.3	Лабораторная работа 1	1	Практическая работа
3.4	Лабораторная работа 2	2	Практическая работа
3.5	Лабораторная работа 3	1	Практическая работа
3.6	Лабораторная работа 4	2	Практическая работа
3.7	Лабораторная работа 5	1	Практическая работа
4.	Научно-исследовательская работа	9	
4.1	Выбор и обоснование темы	1	Практическая работа
4.2	Анализ литературы	1	Практическая работа
4.3	Гипотеза и ее обоснование	1	Практическая работа
4.4	Постановка цели задачи	1	Практическая работа
4.5	План эксперимента	1	Практическая работа
4.6	Проведение эксперимента	2	Практическая работа
4.7	Обработка результатов	1	Практическая работа
4.8	Подготовка к представлению результатов	1	Практическая работа
5.	Конференция	3	
5.1	Подготовка заявок на конференцию согласно конкурсной документации	1	
5.2	Разработка презентации, подготовка к представлению учебно-исследовательской работы	1	

5.3	Участие в конференции, участие в дискуссии	1	
	Итого часов:	34	

Модуль «Наноматериалы и нанотехнологии»

№	Тема/ содержание	Количество часов	Формы организации учебной деятельности
1	Применения и симметрия кристаллов	8	
1.1	Введение в физику твердого тела	1	Семинар
1.2	Основные понятия о структуре и симметрии кристаллов. Анизотропия и симметрия кристаллов. Основные типы кристаллических решеток.	1	Семинар
1.3	Группы симметрии и основные операции симметрии.	1	Семинар
1.4	Типы связей в кристаллах.	1	Семинар
1.5	Основные представления о росте кристаллов.	1	Семинар
1.6	Краткие сведения о методах выращивания кристаллов.	1	Семинар
1.7	Лабораторная работа 1	2	
2	Физика и методы исследования нанобъектов	9	
2.1	Основные методы исследования и характеристики наноструктур	1	Семинар
		1	Семинар
2.2	Рентгеноструктурный анализ, просвечивающая и сканирующая электронная микроскопия, атомно- силовая и туннельная микроскопия.	1	Семинар
		1	Семинар
2.3	Основы синхротронного анализа наноструктур и наноматериалов.	1	Семинар
		1	Семинар
2.4	Лабораторная работа 2	3	
3	Перспективные инновационные технологии	9	
3.1	Нанотехнологии в энергетике. Водородная и солнечная энергетика.	1	Семинар
		1	Семинар
3.2	Нанотехнологии и ядерные методы в медицине. Создание новых лекарств. Целевая доставка лекарственных препаратов. Разработка и получение радиофармпрепаратов.	1	Семинар
		1	Семинар
3.3	Конвергенция наук и технологий.	1	Семинар
		1	Семинар
3.4	Лабораторная работа 3	3	
4	Полупроводниковая техника и нанотехнологии	8	
4.1	Введение в нанотехнологии. История развития инструментов и методов исследования, становление нанотехнологий. Классификация материалов по размерам, форме и структуре.	1	Семинар

4.2	Особенности физических взаимодействий на наномасштабах. Основные физические взаимодействия. Оценка величины силы тяжести для нанообъекта. Сравнение величины силы тяжести и поверхностного натяжения. Сила трения для нанообъектов. Силы Ван-дер-Ваальса. Потенциал Леннарда-Джонса.	1	Семинар
4.3	Обзор современных (в том числе структурных) методов исследования и характеристики твёрдых тел. Оптическая микроскопия. Электронная микроскопия. Зондовая микроскопия.	1	Семинар
4.4	Функциональные и конструкционные наноматериалы. Наночастицы. Квантовые точки. Тонкие плёнки.	1	Семинар
4.5	Обзор процессов микро- и нанотехнологии. Современные технологические процессы, используемые при создании электронных устройств: литография, травление, ионная имплантация, нанесение пленок диэлектриков и металлов.	1	Семинар
4.6	Физика наноустройств. Кремниевая нанoeлектроника. Квантовый размерный эффект в кремниевых нанокристаллах. Магнитные наноустройства для записи и хранения информации. Спинтроника.	1	Семинар
4.7	Лабораторная работа 4	2	

Модуль «Наноразмерный магнетизм»

№	Тема/ содержание	Количество часов	Формы организационной и учебной деятельности
1	Современные проблемы и тенденции использования нанообъектов	6	
1.1	Особенности физических свойств объектов наноразмерного диапазона. Классификация. Проекты устройств компьютерной логики, памяти, датчиков и пр устройств спинтроники на основе магнитных наноэлементов. Современные проблемы и перспективы применения магнитных наноэлементов.	2	Семинар
1.2	Современные технологии использования магнитных наночастиц в медицине и пр. Приоритетные задачи и проекты применения нанообъектов в медицине.	2	Семинар
1.3	Магнитные явления в природе, деятельности человека.	2	Семинар
2	Магнитные характеристики материалов	8	
2.1	Введение в физику магнитных явлений. Основные магнитные характеристики (понятия, категории): магнитная индукция, напряженность поля, намагниченность, проницаемость, восприимчивость	1	Семинар
		1	Семинар

2.2	Магнитные взаимодействия: обменная энергия, магнитная анизотропия, магнитоэлектрическое взаимодействие... Классификация магнетиков	1	Семинар
		1	Семинар, Экскурсия
2.3	Структура намагниченности ферромагнетиков, магнитные домены. Процессы квазистатического перемагничивания. Гистерезис.	1	Семинар
		1	Семинар
2.4	Статические свойства магнитной структуры. Итоговое занятие	2	
3	Магнетизм нанобъектов с вихревой структурой намагниченности	16	
3.1	Особые метастабильные состояния намагниченности. Магнитные вихри. Математический формализм описания эволюции намагниченности вихревой структуры.	2	Семинар
		2	Семинар
3.2	Динамические свойства намагниченности уединенных наночастиц.	2	Семинар
		2	Семинар
3.3	Динамические свойства намагниченности массивов взаимодействующих магнитных частиц.	2	Семинар
		2	Семинар
3.4	Методы и результаты наблюдения вихревых структур и их свойств. Магнитные измерения: силовая микроскопия, ФМР...	2	Семинар
		2	Семинар
4	Вызовы и перспективные мировые направления исследований в области магнетизма	4	
4.1	Экзотические направления использования магнитных свойств нанобъектов.	2	Семинар
4.2	Экзотические направления использования магнитных свойств нанобъектов. Идеи нетрадиционного применения магнетиков в разных отраслях деятельности человека. Материалы будущего.	2	Семинар

Модуль «Нанотехнологии для школьников»

№ п/п	Тема/ содержание	Количество часов	Формы организации учебной деятельности
1	Нанотехнологии и области применения	9	
1.1	Понятие нанотехнологии. Краткая история развития нанотехнологии. Нанотехнологии в науке, медицине и технике.	2	Интерактивная лекция
1.2	Военное применение нанотехнологий	1	Интерактивная лекция Семинар
1.3	Методы измерений и инструменты в нанотехнологии.	1	Интерактивная лекция

1.4	Наноматериалы. Нанотрубки и фуллерены. Ультрадисперсные алмазы.	1	Интерактивная лекция
1.5	Физические и химические свойства нанообъектов.	1	Интерактивная лекция
1.6	Наноэлектроника.	1	Интерактивная лекция
1.7	Наномедицина и биотехнология.	1	Интерактивная лекция
1.8	Нанотехнологии в современной жизни	1	Обобщающий семинар
2	Сканирующая зондовая спектроскопия	13	
2.1	История создания сканирующих зондовых туннельных и атомно-силовых микроскопов.	1	Интерактивная лекция
2.2	Электро-силовая (ЭСМ) и магнитно-силовая (МСМ) микроскопия, ближнепольная оптическая микроскопия (БОМ).	1	Интерактивная лекция Лабораторная работа
2.3	Основные принципы работы сканирующих зондовых микроскопов (СЗМ). Артефакты при получении сканов, необходимость их учета.	1	Интерактивная лекция
2.4	Инструктаж по технике безопасности. Ознакомление с конструкцией и порядком работы на СЗМ. Установка образца, зондового датчика, подвод датчика к образцу, выбор области и параметров сканирования. Получение первого изображения в режиме атомно-силовой микроскопии (АСМ).	2	Лабораторная работа
2.5	Представление, обработка и анализ СЗМ-изображений. Программа «Scan Viever». Применение сглаживающих, градиентных, нелинейных фильтров и пр.	3	Лабораторная работа
2.6	Принципы работы СЗМ «NanoEducator» в режиме сканирующей туннельной микроскопией (СТМ). Представление и анализ СТМ-изображений.	3	Лабораторная работа
2.7	Изготовление зондов для СЗМ. Процедура изготовления вольфрамовой заготовки, травление заготовки, установка иглы в пьезокерамическую трубку. Восстановление «затупившегося» зонда.	2	Лабораторная работа
3	Исследование нанообъекта	12	
3.1	Сканирование рельефа поверхностей различных объектов: биологических (эритроцитов, бактерий, волоса человека или	4	Интерактивная лекция

	животных и пр.), дифракционных решеток, радужных голограмм, интегральных микросхем (ПЗУ, микропроцессоров логических ИМС и др.), магнитных носителей информации (диски НЖМД, дискеты, магнитные ленты и пр.) и пр.		Лабораторная работа
3.2	Работа над мини- исследованием (постановка задачи исследования, выбор образцов, их подготовка для исследования, получение сканов, обработка и представление результатов исследования).	7	Исследовательская деятельность
3.3	Презентация результатов мини-исследования	1	
	Итого	34	

Модуль «Начала современной физики»

№ п/п	Тема	Количество часов	Формы организации учебной деятельности
1	Физика как основа научного познания	4	
1.1	Инструктаж по технике безопасности. Что такое наука? Наука и лженаука. Карьера учёного.	1	Интерактивная лекция
1.2	Как фундаментальная физика меняет представления о мире?	1	Интерактивная лекция
1.3	Математическое введение: вектор, матрица, оператор, физический смысл производной и интеграла.	1	Семинар
1.4	Итоговый контроль по теме	1	
2	Современные классическая и квантовая механики	4	
2.1	Хаос и классическая механика.	1	Семинар
2.2	Вероятностный подход при описании классической динамики.	1	Семинар
2.3	Основы квантовой механики. Квантовая криптография и квантовые компьютеры.	1	Семинар
2.4	Ультрахолодные атомы.	1	Семинар
3	Современная физика конденсированного состояния	3	
3.1	Что такое твёрдое тело?	1	Семинар
3.2	Частицы, античастицы и квазичастицы. Металлы	1	Семинар
3.4	Экскурсия в ИФ СО РАН	1	Экскурсия
4	Нanomатериалы и нанотехнологии	6	
4.1	Тренды и перспективы современной электроники. Миниатюризация и вакуумные технологии.	1	Семинар

4.2	Основные методы получения слоистых квазидвумерных материалов.	1	Семинар
4.3	Спиновая электроника и материалы спинтроники.	1	Семинар
4.4	Сдача индивидуального задания	1	Семинар
4.5	Физико-химия наночастиц и наноматериалов	1	Семинар
4.6	Углеродные наноструктуры: фуллерены, углеродные нанотрубки и графен	1	Семинар
5	Сверхпроводимость и её применения в технике и энергетике	6	
5.1	Основные свойства сверхпроводников.	1	Семинар
5.2	Сверхпроводящие материалы, проблема сверхпроводимости при комнатной температуре.	1	Семинар
5.3	Применения сверхпроводников в электротехнике: провода, электромагниты, электродвигатели. Магнитная антигравитация и левитирующие поезда. Применения сверхпроводников в электронике.	1	Семинар
5.4	Сверхпроводящие магниты и проблемы зелёной энергетики. Проект ИТЕР для решения проблемы глобальной энергии с помощью управляемого термоядерного синтеза.	1	Семинар
5.5	Сверхпроводимость - макроскопическое квантовое состояние вещества.	1	Семинар
5.6	Экскурсия в ИФ СО РАН	1	Семинар
6	Астрономия и астрофизика	7	
6.1	Интерактивные проекты.	1	Семинар
6.2	Оптическая астрономия, телескопы.	1	Семинар
6.3	Звёзды и компактные объекты.	1	Семинар
6.4	Галактики и квазары.	1	Семинар
6.5	Всеволновая астрономия.	1	Семинар
6.6	Сдача индивидуального задания.	1	Семинар
6.7	Экскурсия в астрономическую обсерваторию СФУ	1	Экскурсия
7	Космология и гравитация	4	
7.1	Специальная теория относительности и четырёхмерное пространство.	1	Семинар
7.2	Чёрные дыры. Гравитационные волны.	1	Семинар
7.3	Космология.	1	Семинар
7.4	Итоговая контрольная работа	1	Семинар

Итого	34
--------------	-----------

Модуль «Решение планиметрических задач»

№ п/п	Раздел	Кол-во часов
	Модуль 1. Вписанный угол	12
1	Углы, опирающиеся на равные дуги	2
2	Величина угла между двумя хордами	2
3	Угол между касательной и хордой	2
4	Связь величины угла с длиной дуги и хорды	2
5	Четыре точки, лежащие на одной окружности	2
6	Вписанный угол и подобные треугольники	2
	Модуль 2. Окружности	10
1	Касательные к окружностям	2
2	Произведение длин отрезков хорд	2
3	Касающиеся окружности	2
4	Две касательные, проведённые из одной точки	2
5	Применение теоремы о высотах треугольника	2
	Модуль 3. Треугольники	8
1	Вписанная и описанная окружности	2
2	Теорема Менелая	3
3	Теорема Чевы	3
	Модуль 4. Многоугольники	4
1	Четырёхугольники	2
2	Вписанные и описанные четырёхугольники	2
	Всего	34

ФОРМЫ РАБОТЫ

Формами занятий, предусмотренных программой, являются: практические занятия, интерактивные лекции, семинары, контрольные занятия, самостоятельная творческая работа учащихся, которая активизирует учеников на дальнейшее успешное освоение учебного материала. Учебно-воспитательный процесс носит практико-ориентированный характер. Все темы включают в себя самостоятельную работу. Самостоятельная работа предусматривает несколько видов деятельности ученика: работу с литературой, работу в лаборатории, работу на компьютере, исследовательскую учебную работу. В рамках работы научной лаборатории обучающиеся могут выполнять практическую часть своего индивидуального проекта.

ФОРМЫ КОНТРОЛЯ

Текущий контроль теоретических знаний выполняется путем тестирования, представления результатов практических заданий, устных выступлений, а также в формате обсуждения со школьниками теоретических вопросов в рамках интерактивных лекций и семинаров.

Итоговый контроль – представление результатов образовательной деятельности пройдёт в форме публичной презентации проекта.

МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

- персональный компьютер;
- презентационное оборудование с возможностью подключения к компьютеру — 1 комплект;
- флипчарт с комплектом листов/маркерная доска, соответствующий набор письменных принадлежностей — 1 шт.;
- единая сеть Wi-Fi;
- расходные материалы.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

1. Адриан Шонесси. Как стать дизайнером, не продав душу дьяволу / Питер.
2. Акоюн А.В. Геометрия в картинках // М.: МЦНМО, 2017.
3. Бабичев А.П., Бабушкина Н.А., Братковский А.М., и др. Физические величины. – М.: Энергоатомиздат, 1991, 1232 с.
4. Бутузов В.Ф., Кадомцев С.В. и др. Планиметрия. Пособие для углубленного изучения математики. - М.: Физматлит, 2005. - 488с.
5. Вайнштейн Б.К. Современная кристаллография. – Режим доступа: <https://www.geokniga.org/books/1920>
6. Введение в физику. А.И. Китайгородский. Изд-во «Наука», главная редакция физико-математической литературы, 1973, 688 с.
7. Видеозаписи лекций визит-профессора Джона Ли по теме «Биолюминесценция» на сайте института фундаментальной биологии и биотехнологии СФУ, режим доступа: <http://bio.institute.sfu-kras.ru/?page> (на английском языке).
8. Вишняков А.Э. Биолюминесценция. Курс лекций СПГУ http://zoology.bio.spbu.ru/Education/Vishnyakov/Bioluminescence/r_bioluminescence.php
9. Воронцов-Вельяминов Б.А. Астрономия: учебник для 10 класса средней школы. М.: Просвещение, 1983.
10. Гордин Р.К. ЕГЭ. Математика. Геометрия. Планиметрия. Задача 16 (профильный уровень) // М.: МЦНМО, 2022
11. Гордин Р.К. ЕГЭ. Математика. Решение задачи 16 (профильный уровень) // М.: МЦНМО, 2022.
12. Дмитриева, Н. А. Краткая история искусств / Н. Дмитриева. - Москва: АСТ-Пресс: Галарт, 2008. - 623 с.
13. 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>.
14. Жанна Лидтка, Тим Огилви. Думай, как дизайнер. Дизайн-мышление для менеджеров / Манн, Иванов и Фербер.
15. Зиненко В.И., Сорокин Б.П., Турчин П.П. Основы физики твердого тела. – Режим доступа: http://www.newlibrary.ru/book/zinenko_v_i_sorokin_b_p_turchin_p_p/osnovy_fiziki_tvyo_rdogo_tela.html
16. Киренский Л.В. Магнетизм. М., Наука, 1966, 195 с.
17. Крамор В. С. Повторяем и систематизируем школьный курс геометрии // М.: Мир и Образование, 2008.
18. Кринчик Г.С. Физика магнитных явлений. М., Изд-во Моск. ун-та, 1976, 367 с.
19. Кудряшева, Н.С. Физико-химические основы биолюминесцентного анализа: / Н.С Кудряшева, В.А. Кратасюк, Е.Н. Есимбекова - Красноярск: КрасГУ, 2002. – 154 с. (доступно в интернет: http://window.edu.ru/window/catalog?p_rid=26509)
20. Куланин Е.Д., Федин С.Н. Геометрия треугольника в задачах: Учебное пособие // М: Либроком, 2009.

21. Лебедев А.И. Физика полупроводниковых приборов. М.: Физматлит, 2008.
22. Майкл Джанда. Сожги своё портфолио! То, чему не учат в дизайнерских школах / Питер.
23. Мартинес-Дуарт Дж. М., Мартин-Палма Р. Дж. и др. Нанотехнологии для микро- и оптоэлектроники. – Режим доступа: <https://obuchalka.org/2014051877443/nanotehnologii-dlya-mikro-i-optoelektroniki-martines-duart-dj-m-martin-palma-r-dj-agullo-rueda-f-2009.html>
24. Мартинес-Дуарт Дж. М., Мартин-Палма Р. Дж. и др. Нанотехнологии для микро- и оптоэлектроники. – Режим доступа: <https://obuchalka.org/2014051877443/nanotehnologii-dlya-mikro-i-optoelektroniki-martines-duart-dj-m-martin-palma-r-dj-agullo-rueda-f-2009.html>
25. Миронов В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии: Учеб. пособие для студентов старших курсов вузов. – Режим доступа: http://ipmras.ru/UserFiles/publications/mironov/RUS_Fundamentals_SPM.pdf
26. Мишин Д.Д. Магнитные материалы. Уч. пос. – М. Высш. Школа, 1981, 335 с.
27. Носков Ф. М. История искусства: учеб.-метод. пособие в форме презентации / Сиб. федер. ун-т, Политехн. ин-т ; сост. Ф. М. Носков. - Электрон. текстовые дан. (PDF, 29 Мб). - Красноярск: СФУ, 2014.
28. Оура К., Лифшиц В.Г., Саранин А.А., А.В. Зотов, Катаяма М., Введение в физику поверхности. М.: Наука, 2006.
29. Полонский В.Б., Рабинович Е.М., Якир М.С. Учимся решать задачи по геометрии // Киев: Магистр-S, 1996
30. Прасолов В.В. Задачи по планиметрии // М.: МЦНМО, 2007.
31. Разработка систем космических аппаратов / Под ред. П. Фортеस्कью, Г. Суайнерда, Д.Старка; Пер. с англ. — М.: Альпина Паблишер, 2015. — 765 с.
32. Смирнов Е.В. Сканирующая микроскопия в измерениях нанобъектов. Инженерный журнал: наука и инновации, 2013, вып. 6. URL: <http://engjournal.ru/catalog/nano/hidden/809.html>
33. Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологии. – Режим доступа: <https://obuchalka.org/20200917125049/materiali-i-metodi-nanotehnologii-starostin-v-v-2012.html>
34. Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологии. – Режим доступа: <https://obuchalka.org/20200917125049/materiali-i-metodi-nanotehnologii-starostin-v-v-2012.html>
35. Тикадзуми С. Физика ферромагнетизма. Магнитные характеристики и практические применения. Пер. с японского. – М.: Мир, 1987, 419 с.
36. Фискович Т. Т. Геометрия для старшеклассников и абитуриентов // М.: Добросвет, 2000.
37. Харрисон У. Теория твердого тела. – Режим доступа: <http://alexandr4784.narod.ru/harrison.html>
38. Харрисон У. Теория твердого тела. – Режим доступа: <http://alexandr4784.narod.ru/harrison.html>
39. Хокинг С., Млодинов Л. Кратчайшая история времени. СПб.: Амфора, 2014.
40. Шмидт В.В. Введение в физику сверхпроводников. Изд.2-е, М.: МЦНМО, 2009.
41. Штокман Х.–Ю. Квантовый хаос: введение. М.: Физматлит, 2004.
42. Электронный фотобиологический справочник - <http://www.photobiology.info/>
43. Элементарный учебник физики под ред. Г.С. Лансберга. Т II. – М.: Наука, 1966, 472 с.

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

БД «Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU»

Информационно-поисковая система «Задачи по геометрии» – <https://zadachi.mccme.ru>.