

Приложение № 24

к приказу

от 09.06.23 № 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
« 09 » 06 2023 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА
«ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОПТИКА»
(2023-2024 гг.)**

Составитель:

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

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 элективный курс «Экспериментальная оптика» изучается в 10 или 11 классах по выбору обучающихся в объеме 1 час в неделю в течение года обучения, всего 34 часа.

Экспериментальная оптика – курс, организованный коллективом преподавателей СФУ, а также научных сотрудников из ИФ СО РАН, расширяющий и углубляющий общеобразовательный курс «Физика».

На элективном даются углубленные знания по разделу «оптика». Оптические приборы используются в самых различных областях науки, технике и народном хозяйстве страны, а оптические методы исследования относятся к наиболее тонким и точным. Появление современных материалов с новыми оптическими свойствами позволяет создавать оптические устройства с совершенно иными принципами работы. На лекциях и практических занятиях курса учащиеся узнают об основных и новых оптических материалах, освоят способы измерения свойств фотонных структур, попытаются ответить на открытые вопросы современной оптики и спектроскопии.

Целесообразным является поддержка курса занятиями в модуле «Экспериментальная оптика» программы дополнительного образования «Научная лаборатория».

Цели и задачи курса

«Экспериментальная оптика» – элективный учебный курс, обеспечивающий подготовку учащихся в области оптики и спектроскопии, одного из основных разделов современной физики.

Данный учебный курс является одним из наиболее актуальных курсов современной системы общего образования, поскольку оптика является перспективным и востребованным направлением современной физики.

Целью курса является:

- 1) получение старшеклассниками углубленных знаний по современной оптике;
- 2) освоение старшеклассниками практических умений в работе с оптическими устройствами, измерениями, расчетами.

Для достижения поставленной цели выделяются следующие задачи:

- познакомиться с многообразием оптических материалов и объяснить природу их свойств;
- познакомиться с направлениями экспериментальной оптики и спектроскопии, развиваемыми учеными Красноярска;

- научиться проводить экспериментальную работу при исследовании оптических свойств материалов;
- научиться интерпретировать экспериментальные результаты исследований в области фотоники.

Образовательные результаты

В результате изучения курса обучающийся должен

- знать основные классы оптических материалов;
- знать основные современные экспериментальные результаты в области оптических материалов;
- знать принципы работы и устройство современной экспериментальной аппаратуры для исследования оптических явлений и материалов с помощью оптических методов;
- знать способы применения измерительных устройств оптики и спектроскопии.
- уметь определять оптимальный метод исследования оптических материалов;
- уметь проводить измерения при исследовании материалов для фотоники;
- уметь интерпретировать полученные результаты.
- владеть навыками работы с учебной и научной литературой;
- владеть навыками работы с простейшей измерительной аппаратурой;
- владеть основными теоретическими представлениями, позволяющими анализировать результаты экспериментальных исследований материалов фотоники;
- владеть навыками выбора и критериями оценки оптимальных методик и оборудования для исследований новых оптических материалов.

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 знанием;

- 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.

При разработке учебного курса были использованы следующие принципы:

- принцип последовательности в изучении понятийного аппарата и законов оптики и спектроскопии,

- 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

Раздел 1. Оптические материалы

Оптические материалы. Новые виды, методы получения, их свойства и области применения. Обзор оптических методов исследования материалов. Оптически прозрачные функциональные покрытия. Оборудование и методы получения оптически прозрачных функциональных покрытий. Исследования структурных, оптических и электрических свойств прозрачных функциональных покрытий. «Умные» окна. Хиральность в живой и неживой природе. Анодные оксиды для нужд фотоники. Оптика метасред. Суперлинза, плащ-невидимка.

Практическая работа: определение порога коагуляции электролита методом спектрофотометрии.

Раздел 2. Волновые свойства частиц

Основные понятия корпускулярно-волнового дуализма. Понятие волн Де-Бройля. Соотношения неопределенности.

Практическая работа на тренажере, имитирующем рассеяние элементарных частиц (электрон, протон, альфа-частица) на микроотверстии.

Раздел 3. Спектроскопия комбинационного рассеяния света

Спектроскопия комбинационного рассеяния света (рамановская спектроскопия) как метод для изучения материалов. Углеродные материалы (графит, алмаз, графен, фуллерен) и исследование их с помощью спектроскопии комбинационного рассеяния света (лекция и практика).

Раздел 4. Фотовольтаика

Фотовольтаика: современное состояние исследований (лекция и практика). Расчет энергетических характеристик солнечного элемента.

Раздел 5. Медицинская оптика

Оптика глаза. Общие сведения. Оптическая система глаза, характеристики и свойства глаза. Стереоскопическое зрение, глубина резкости при наблюдении невооруженным глазом. Экспериментальные методы в биофизике.

Раздел 6. Оптические методы измерений в машиностроении

Оптический контроль измерительных поверхностей гладких микрометров в рамках поверки средств измерений. Определение осей отверстий для крепежных деталей на большом инструментальном микроскопе. Измерение шероховатости на двойном микроскопе МИС-11.

Раздел 7. Фотонные структуры

Моделирование устройств фотоники. Изготовление устройств фотоники. Изготовление фотоприемника. Измерение спектральных свойств устройств фотоники.

Раздел 8. Фотосинтез

Основы фотосинтеза. Структурно-функциональная организация фотосинтетического аппарата. 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. Электрон-транспортная цепь фотосинтеза. Действие внешних факторов (интенсивность и качество света, фотопериод, концентрация CO₂, O₂, температура и др.) на фотосинтез. Другие типы световых реакций.

Защита практических и лабораторных работ

Представление и защита научно-практической работы

Тематическое планирование

№ п/п	Тема	Количество часов	Формы организации учебной деятельности	Формы контроля
1	Оптические материалы	10		Тест, прием практических заданий
1.1	Оптические материалы. Новые виды, методы получения, их свойства и области применения.	1	лекция	
1.2	Обзор оптических методов исследования материалов.	1	лекция	
1.3	Определение порога коагуляции электролита методом спектрофотометрии.	1	Практическая работа	
1.4	Оптически прозрачные функциональные покрытия.	1	Лекция, практика	
1.5	Оборудование и методы получения оптически	1	Лекция,	

	прозрачных функциональных покрытий.		практика	
1.6	Исследования структурных, оптических и электрических свойств прозрачных функциональных покрытий.	1	Лекция, практика	
1.7	«Умные» окна.	1	Лекция	
1.8	Хиральность в живой и неживой природе.	1	Лекция, практика	
1.9	Анодные оксиды для нужд фотоники.	1	Лекция, практика	
1.10	Оптика метасред. Суперлинза, плащ-невидимка.	1	Лекция, практика	
2	Волновые свойства частиц	2		Тест, прием практических заданий
2.1	Основные понятия корпускулярно-волнового дуализма. Понятие волн Де-Бройля. Соотношения неопределенности.	1	Лекция, практика	
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		Тест, прием практических заданий
3.1	Спектроскопия комбинационного рассеяния света (рамановская спектроскопия) как метод для изучения материалов.	1	лекция	
3.2	Углеродные материалы (графит, алмаз, графен, фуллерен) и исследование их с помощью спектроскопии комбинационного рассеяния света.	2	лекция и практика	
4	Фотовольтаика	3		Тест, прием практических заданий
4.1	Фотовольтаика: современное состояние исследований.	2	лекция и	

			практика	
4.2	Расчет энергетических характеристик солнечного элемента.	1	практика	
5	Медицинская оптика	2		Прием практических заданий
5.1	Оптика глаза. Общие сведения. Оптическая система глаза, характеристики и свойства глаза. Стереоскопическое зрение, глубина резкости при наблюдении невооруженным глазом.	1	лекция	
5.2	Экспериментальные методы в биофизике.	1	практика	
6	Оптические методы измерений в машиностроении	3		Прием практических заданий
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		Прием практических заданий
7.1	Моделирование устройств фотоники.	1	Практика	
7.2	Изготовление устройств фотоники.	1	Практика	
7.3	Изготовление фотоприемника.	1	практика	
7.4	Измерение спектральных свойств устройств фотоники.	1	практика	
8	Фотосинтез	5		Прием практических заданий
8.1	Основы фотосинтеза.	1	лекция	
8.2	Структурно-функциональная организация фотосинтетического аппарата.	1	Лекция, практика	

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	Лекция, практика	
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	Лекция, практика	
8.5	Другие типы световых реакций.	1	Лекция, практика	
	Защита практических работ	1		
	Представление и защита научно-практической работы	1		
	ИТОГО	34		

Формы работы

Теоретические занятия предназначены для представления теоретических знаний по учебному курсу проводятся в виде лекций. В данном элективном курсе предполагается два вида практических занятий: решение задач и выполнение практических работ; участие в практической работе научных лабораторий СФУ и ФИЦ КНЦ СО РАН. Все темы включают в себя самостоятельную работу. Самостоятельная работа предусматривает несколько видов деятельности ученика: работу с литературой, решение задач, работу на компьютере, исследовательскую учебную работу. Исследовательская учебная работа заключается в подготовке и проведении исследования, подготовке доклада и презентации для итоговой аттестации с возможностью дальнейшего выступления на научных конференциях, где есть школьные секции.

Формы контроля

Текущий контроль теоретических знаний выполняется путем тестирования. Предусмотрены тесты по разделам 1-4 курса.

Текущий контроль практических знаний выполняется в процессе сдачи-приема решенных задач, разбираемых в рамках практических занятий. Сдача

задания включает в себя демонстрацию решения и ответов на контрольные вопросы.

Заключительная форма контроля – сдача научно-практической работы. Цель – проверка знаний учащегося и умений применять эти знания в практике. Защита работы выполняется в форме научного доклада.

Учебно-методические материалы по дисциплине

Основная литература

1. Салех Б.Е.А., Тейх М.К. Оптика и фотоника. Принципы и применения. 2 тома. М: Интеллект, 2012 г. – 1544 с.
2. Баткин В. И., Башкатов Ю. Л., Лежнин С. И., Савченко О. Я. Физика в задачах, Специализированный учебно-научный центр НГУ. - Новосибирск: Новосибирский гос. ун-т, 2013. - 676 с
3. Физика. 7-11 кл. Опорные конспекты и разноуровневые задания. Марон А.Е. 2009 -432 с.
4. Суптитц В. Фотоника. Применение фотонов в современных технологиях. 2019 – 104 с.

Дополнительная литература

1. Бутиков Е. И. Оптика: Учебное пособие. 3-е изд., доп. — СПб.: Лань, 2012. — 608 с.
2. Алешкевич В. А. Курс общей физики. Оптика. — М.: Физматлит, 2011. —320 с.
3. Сойфер В.А. Дифракционная оптика и нанофотоника. Самара. 2014 – 607 с.
4. Taflove A. Advances in FDTD Computational Electrodynamics. Photonics and Nanotechnology. Artech House – 623 с.
5. Белотелов В.И., Звездин А.К. Фотонные кристаллы и другие метаматериалы. 2006 – 140 с.
6. Беляков В.А. Оптика фотонных кристаллов. М: МФТИ, 2013 – 74 с.
7. Тарасов Л.В. Физика в природе. Книга для учащихся. Мнемозина, 2013 – 384 с.
8. Третьяков Ю.Д. Нанотехнологии. Азбука для всех. Физматлит, 2010 – 368 с.
9. Холл Д. Фотосинтез. Издательство «Мир» Москва, 1983 – 186 с.

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

БД «Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU»