

Приложение № 49  
к приказу  
от 09.06.23 № 54/1

ПРИНЯТО  
на заседании кафедры  
информатики 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  
2023 г.



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

Составитель:

Федченко Д.П., кандидат физ.-мат. наук, научный сотрудник лаборатории фотоники молекулярных систем 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 СФУ элективный курс «Оптоинформатика» изучается в 10 классе по выбору обучающихся в объеме 1 часа в неделю в течение года обучения, всего 34 часов.

Элективный курс «Оптоинформатика» расширяет и углубляет общеобразовательный курс «Физика».

Из школьного курса физики известно, что материя — это вещество и поля. Механика, молекулярная и атомная физика изучают преимущественно вещество. Полям посвящены электричество и оптика. К концу 8 класса учащиеся уже ознакомились с основами геометрической оптики, законами отражения и преломления лучей, испускаемых горячим веществом. К концу 9 класса учащиеся узнали, что свет — это волна электромагнитного поля. В конце 11 класса эти положения повторяются глубже. Таким образом, школьная оптика в основном ограничивается линзами и призмами, законом Снелиуса, понятиями интерференции, дифракции и дисперсии световых волн.

На данном элективном курсе даются углубленные знания по разделу «оптика». Это большая часть волновой оптики, оптическое материаловедение, нелинейная и квантовая оптика.

Целесообразным является поддержка курса занятиями в модуле «Оптоинформатика» программы дополнительного образования «Информационная мастерская».

### **Цели и задачи курса**

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

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

Целью курса является:

- 1) освоение старшеклассниками базовых 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 основными законами геометрической, волновой и квантовой оптики;
- Познакомиться с направлениями современной оптики и спектроскопии, развиваемыми учеными Красноярска;
- Научиться решать школьные и олимпиадные задачи по оптике;
- Научиться программировать и моделировать оптические явления.

### **Образовательные результаты**

#### **Предметные результаты**

В результате изучения курса обучающийся должен

*Знать:*

- формулировки основных законов геометрической, волновой и квантовой оптики;
- принцип работы и основные элементы конструкции оптических приборов;
- способы применения измерительных устройств оптики и спектроскопии.

*Уметь:*

- решать школьные и олимпиадные задачи по оптике;
- программировать и моделировать оптические явления;

*Владеть:*

- навыками использования;
- практическими навыками использования лазеров, светодиодов, ЖК-дисплеев, солнечных батарей, телескопов, микроскопов, тепловизоров и фотополимерных 3D-принтеров.

**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, трудовых, 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 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.

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. Современная оптика и спектроскопия в Красноярске (2 часа)***

***Тема 1.*** Введение в современную оптику и спектроскопию. Школьные и олимпиадные задачи. Что такое оптика и спектроскопия. Основные законы оптики. Чем отличается школьный уровень от университетского. Примеры решения задач.

***Тема 2.*** Экскурсия в отдел оптики ИФ СО РАН. Лаборатория молекулярной спектроскопии: КР-спектрометры, ИК-спектрометры, микроскопы, жидкие кристаллы. Лаборатория когерентной оптики: Лазеры, оптические вихри. Лаборатория фотоники молекулярных систем: фотополимерные 3Д-принтеры, оптические вычисления.

### ***Раздел 2. Геометрическая оптика (3 часа)***

***Тема 3.*** Принцип Ферма. Геометрическая оптика. Распространение светового луча в оптически неоднородной среде. Атмосферные явления (миражи).

***Тема 4.*** Преломление и отражение на сферической поверхности. Оптические объективы. Классическая и современная фотография.

### ***Раздел 3. Топология (6 часов)***

***Тема 5.*** Топология выпуклых многогранников. Вычисление эйлеровой характеристики выпуклых многогранников.

***Тема 6.*** Замощения плоскости. Паркетты, мозаики. Задача замощения плоскости правильными многоугольниками.

***Тема 7.*** Замощения параллелоэдрами. Замощение пространства параллелоэдрами.

### ***Раздел 4. Программируемая топологическая фотоника (12 часов)***

***Тема 8.*** Фотонные топологические изоляторы. Применение топологических методов в фотонике.

***Тема 9.*** Элементарные клеточные автоматы. Игра Конвея «Жизнь». Код Вольфрама.

***Тема 10.*** Основы языка программирования Python. Изучение основ языка Python для научного программирования.

***Тема 11.*** Библиотеки Numpy и Matplotlib в Python. Изучение библиотек Numpy и Matplotlib.

**Тема 12.** Программная реализация двумерных фотонных топологических изоляторов на языке Python. Написание программного кода, моделирующего поведение фотонного топологического изолятора на двумерных массивах резонаторов.

**Тема 13.** Программная реализация трехмерных фотонных топологических изоляторов на языке Python. Написание программного кода, моделирующего поведение фотонного топологического изолятора на трехмерных массивах резонаторов.

**Раздел 5. FTIR и Tile топологические изоляторы (10 часов)**

**Тема 14.** 3D-моделирование и 3D-печать. 3D-моделирование и печать фотонных структур на фотополимерном принтере.

**Тема 15.** FTIR топологические изоляторы. 3D-моделирование FTIR топологических изоляторов.

**Тема 16.** Tile топологический изолятор. Моделирование. Моделирование Tile топологического изолятора.

**Тема 17.** Tile топологический изолятор. 3D-печать. Печать на фотополимерном принтере простейшего Tile топологического изолятора.

**Тема 18.** Оформление результатов курса в системе математической верстки LaTeX. Оформление научного отчета по курсу в системе LaTeX.

**Представление и защита научно-практической работы (1 час.)**

**Тематическое планирование**

№ п/п	Тема	Количество часов	Формы организации учебной деятельности	Формы контроля
<b>1</b>	<b>Современная оптика и спектроскопия в Красноярске</b>	<b>2</b>		
	Введение в современную оптику и спектроскопию. Школьные и олимпиадные задачи. Что такое оптика и спектроскопия. Основные законы оптики. Чем отличается школьный уровень от университетского. Примеры решения задач.	1	Интерактивная лекция, практика	
	Экскурсия в отдел оптики ИФ СО РАН. Лаборатория молекулярной спектроскопии: КР-спектрометры, ИК-спектрометры, микроскопы, жидкие кристаллы. Лаборатория когерентной оптики: Лазеры. Лаборатория фотоники молекулярных систем: фотополимерные 3D-принтеры, вычислительные мощности.	1	Экскурсия	
<b>2</b>	<b>Геометрическая оптика</b>	<b>3</b>		<b>Тест</b>

	Принцип Ферма. Геометрическая оптика. Распространение светового луча в оптически неоднородной среде. Атмосферные явления (миражи).	1	Лекция, практика	
	Преломление и отражение на сферической поверхности. Оптические объективы. Классическая и современная фотография.	2	Лекция, практика	
<b>3</b>	<b>Топология</b>	<b>6</b>		<b>Тест, сдача решенных задач</b>
	Топология выпуклых многогранников. Вычисление эйлеровой характеристики выпуклых многогранников.	2	Лекция, практика	
	Замощения плоскости. Паркеты, мозаики. Задача замощения плоскости правильными многоугольниками	2	Лекция, практика	
	Замощения параллелоэдрами. Замощение пространства параллелоэдрами.	2	Лекция, практика	
<b>4</b>	<b>Программируемая топологическая фотоника</b>	<b>12</b>		<b>Тест, сдача решенных задач</b>
	Фотонные топологические изоляторы. Применение топологических методов в фотонике.	2	Лекция, практика	
	Элементарные клеточные автоматы. Игра Конвея «Жизнь». Код Вольфрама.	2	Лекция, практика	
	Основы языка программирования Python. Изучение основ языка Python для научного программирования.	2	Лекция, практика	
	Библиотеки Numpy и Matplotlib в Python. Изучение библиотек Numpy и Matplotlib.	2	Лекция, практика	
	Программная реализация двумерных фотонных топологических изоляторов на языке Python. Написание программного кода, моделирующего поведение фотонного топологического изолятора на двумерных массивах резонаторов.	2	Лекция, практика	



	Программная реализация трехмерных фотонных топологических изоляторов на языке Python. Написание программного кода, моделирующего поведение фотонного топологического изолятора на трехмерных массивах резонаторов	2	Лекция, практика	
<b>5</b>	<b>FTIR и Tile топологические изоляторы</b>	<b>10</b>		<b>Сдача решенных задач</b>
	3D-моделирование и 3D-печать. 3D-моделирование и печать фотонных структур на фотополимерном принтере.	2	Лекция, практика	
	FTIR топологические изоляторы. 3D-моделирование FTIR топологических изоляторов.	2	Лекция, практика	
	Tile топологический изолятор. Моделирование. Моделирование Tile топологического изолятора.	2	Лекция, практика	
	Tile топологический изолятор. 3D-печать. Печать на фотополимерном принтере простейшего Tile топологического изолятора.	2	Лекция, практика	
	Оформление результатов курса в системе математической верстки LaTeX. Оформление научного отчета по курсу в системе LaTeX.	2	Лекция, практика	
<b>6</b>	<b>Представление аттестационной работы</b>	<b>1</b>		<b>Научный доклад</b>
	<b>ИТОГО</b>	<b>34</b>		

### 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 программирование; участие в практической работе научных лабораторий СФУ и ФИЦ КИЦ 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 семинарах и конференциях СФУ и ИФ СО РАН.

### Формы контроля

Текущий контроль теоретических знаний выполняется путем тестирования. Предусмотрены тесты по разделам 2-4 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 аттестационной работы. Цель – проверка знаний учащегося и умений применять эти знания в практике. Защита аттестационной 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.

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

БД «Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU»