

Приложение № 20

к приказу №

от 11 октября 2021 №

ПРИНЯТО

на заседании кафедры
естественных наук ФМШ
СФУ

Протокол № 1
от «27» 08 2021 г.

ПРИНЯТО

на заседании
Ученого совета
ФМШ СФУ

Протокол № 1
от «08» 10 2021 г.

УТВЕРЖДЕНО

Директор ФМШ СФУ
Е.А. Енгуразова
2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ЭЛЕКТИВНОГО УЧЕБНОГО КУРСА
«Лаборатория современной оптики и спектроскопии»
(2021-2022 гг.)**

Разработчик программы:

Тимофеев И.В., доктор ф-м. наук, профессор кафедры теоретической физики и волновых явлений

Красноярск 2021

Настоящая рабочая программа разработана на основе: требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования; программы формирования универсальных учебных действий и составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования. В соответствии с учебным планом ФМШ элективный курс «Лаборатория современной оптики и спектроскопии» изучается в 10 классе в объеме 2 часов в неделю в течение года обучения, всего 68 часов.

Лаборатория современной оптики и спектроскопии – курс, организованный дюжиной преподавателей, среди которых 4 доктора и 8 кандидатов наук. Элективный учебный курс «Лаборатория современной оптики и спектроскопии» 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 спецкурсе даются углубленные знания по разделу "оптика". Это большая часть волновой оптики, оптическое материаловедение, нелинейная и квантовая оптика. Точнейшие на сегодня методы измерений основаны на оптике. Это не только микроскопы и телескопы. Основной источник знаний о веществе, о микромире и о далеких галактиках - это спектроскопия и интерферометрия. Недавнее обнаружение гравитационных волн - это заслуга оптики. На лекциях и практических занятиях курса учащиеся освоят современные лазеры, светодиоды, ЖК-дисплеи и фотополимерные 3Д-принтеры, узнают о фотонных кристаллах и метаматериалах, попытаются ответить на открытые вопросы современной оптики и спектроскопии.

Цели и задачи курса

«Лаборатория современной оптики и спектроскопии» – 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) 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

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

- 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 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 (4 час.)

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 3D-принтеры, оптические вычисления.

Раздел 2. Геометрическая оптика (4 час.)

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

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

Раздел 3. Вычислительная оптика (12 час.)

Тема 5. Программирование в геометрической оптике (лекция и практика). Моделирование прямолинейного распространения, отражения и преломления луча на плоских границах, на границах постоянной кривизны.

Тема 6. Программирование в волновой и квантовой оптике (лекция и практика). Моделирование распространения плоской волны, поверхностной волны. Эффект Гуса-Хенхен. Понятие о квантовой и нелинейной оптике на примере моделирования работы лазера.

Тема 7. Топологическая фотоника и клеточные автоматы (лекция и практика). Клеточный автомат Конвея: игра «Жизнь». Модель Руднера. Моделирование распространения оптической волны по поверхности фотонного топологического изолятора. Исследование устойчивости поверхностной волны к изменению формы поверхности.

Раздел 4. Фотонные структуры (22 час.)

Тема 8. Фотонные кристаллы: свойства и применения

Тема 9. Фотонная запрещенная зона в одномерном фотонном кристалле - объяснение теории, численный расчет, измерения в ИФ СО РАН

Тема 10. Моды в одномерном фотонном кристалле (краевая, дефектная) - объяснение теории, численный расчет, измерения в ИФ СО РАН + про фотосинтез

Тема 11. Поверхностные и таммовские плазмон-поляритоны, устройства на их основе.

Тема 12. Аддитивные методы изготовления фотоннокристаллических структур.

Тема 13. Сохраняющие поляризацию анизотропные зеркала: свойства и применения

Тема 14. Резонансные фотонные кристаллы. Дисперсия света. Современная теория радуги. Решение задач. Нанокompозиты: от исследований к практике. Нормальная и аномальная дисперсия вещества. Резонансные фотонные кристаллы.

Раздел 5. Оптические материалы (8 час.)

Тема 15. Оптически прозрачные функциональные покрытия.

Материалы, которые отлично пропускают оптическое излучение и при этом обладают функциональными свойствами, такими как высокая электропроводность, высокая термоэлектрическая добротность, радио- и магнитная экранировка и т.д. Пример: оксид

индия-олова (ITO). Методы и технологии для создания таких материалов. Современный уровень развития в этой области.

Тема 16. Жидкие кристаллы, мягкая материя

Тема 17. Холестерические жидкие кристаллы - самоорганизующиеся фотонные кристаллы

Тема 18. Фотоиндуцированное расщепление воды для зеленой энергетики

Раздел 6. Нелинейная и квантовая оптика (18 час.)

Тема 19. Великие открытия в оптике

Тема 20. Принципы голографии

Тема 21. Дифракция света

Тема 22. Принципы работы лазеров

Тема 23. Применение лазеров

Тема 24. Вьюнышев А.М.: Световые импульсы

Тема 25. Вьюнышев А.М.: Нелинейная оптика (лекция)

Тема 26. Максимов Д.Н.: Квантовые конструкторы

Представление и защита исследовательской работы (2 час.)

Тематическое планирование

№ п/п	Тема	Количество часов
1	Современная оптика и спектроскопия в Красноярске	4
	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.	2
	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 3Д-принтеры, вычислительные мощности.	2
2	Геометрическая оптика	4
	Принцип Ферма. Геометрическая оптика. Распространение светового луча в оптически неоднородной среде. Атмосферные явления (миражи)	2
	Преломление и отражение на сферической поверхности. Оптические объективы. Классическая и современная фотография.	2
3	Вычислительная оптика	12
4	Фотонные структуры	22
5	Оптические материалы	8
6	Нелинейная и квантовая оптика	18
7	Представление и защита практики	2
	ИТОГО	68

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 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 научной конференции "Енисейская фотоника 2022" в СФУ.

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 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)

БД «Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU»