

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Национальный исследовательский технологический
университет «МИСиС»

УТВЕРЖДАЮ



Начальник учебно-методического управления

А.А. Волков

20 19 г.

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа

«Физика невидимости»

Возраст обучающихся: 14 - 18 лет

Срок реализации программы: 36 часов

автор-составитель:

А.А. Башарин, Кафедра теоретической физики и
квантовых технологий НИТУ МИСиС, доцент

Москва
2019 год

1. Пояснительная записка

Введение. Программа «Физика невидимости» является дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программой.

Будущее развитие всех сфер деятельности человечества было предопределено открытием электродинамики и оптики. В частности, по предположению писателя-фантаста Кларка, человечество всегда стремилось обладать сверхспособностями, такими как: обладание суперсилой, возможность путешествовать по воздуху и быть невидимым.

На сегодняшний день ученые освоили первые две способности. Мы можем строить роботов и экзоскелеты, летать на самолетах и даже покорили космос. Однако, третья технология создания устройств невидимости пока не достижима. Тем не менее, ученые из разных областей оптики, электродинамики, материаловедения и квантовых технологий приблизились к решению этой проблемы настолько сильно, что мы можем говорить уже о создании технологии СТЕЛС, линз со сверхразрешением и специальных покрытий нано и макромира, которые позволяют скрыть различные объекты природы и техники.

Современный школьный курс хотя и направлен на изучение фундаментальных основ физики, таких как механика и электричество, в то время как более молодая и быстроразвивающаяся отрасль физики метаматериалов, искусственно созданных сред, которые имеют свойства не встречающиеся в природе и позволяет исследовать явления невидимости и наоборот явления, позволяющие увидеть невидимые объекты и имеет более специализированный характер. В рамках данного курса предполагается ознакомление с основными понятиями оптики, электродинамики и квантовой механики, понять принципы конструирования искусственных атомов- метаатомов и материалов из них (метаматериалов), в том числе, квантовых ячеек памяти (кубитов), строить покрытия для исследования эффектов невидимости, научиться с ними обращаться и проводить электродинамические и оптические эксперименты.

Программа имеет **техническую и естественно-научную направленность.**

Уровень освоения – общекультурный. В рамках данной программы предполагается объяснение основных понятий физики, направленной на исследование эффектов невидимости, таких как маскировка, сверхразрешение, создание метаматериалов на уровне ученика старших классов общеобразовательной школы. Предполагается проведение познавательных лекций и решение задач с применением школьного математического аппарата и проведение экспериментов.

Новизна программы состоит в ее инженерной направленности. Так как школьный курс физики заключается в изучении установившихся понятий и явлений и не снабжен новаторскими идеями, развивающихся каждый день во всем мире, данный курс дает возможность познакомиться с современным состоянием развития инженерии метаматериалов и новых технологий.

Актуальность.

заключается в необходимости проведения профориентации учеников. Зачастую, абитуриент не имеет понятия о том, какую именно область знаний он хочет освоить, так как он не информирован о возможностях той или иной области науки и, соответственно, не имеет заинтересованности в каком-либо направлении. Так как данный курс охватывает несколько областей науки, такие как высшая математика, оптика, квантовая физика, электромагнетизм, электродинамика и технология производства, в ходе курса учащиеся смогут ознакомиться с основами каждого из них и в последующем проявить интерес к определенному направлению, а кроме того курс имеет направленность на новую область физики, которая лежит на переднем крае науки, что позволяет ученикам в реальном времени соучаствовать с учеными в их научных исследованиях.

Педагогическая целесообразность.

Предлагаемый курс никак не подразумевает недостаточность школьного курса физики, скорее имеет дополняющий характер. Получая основные знания об электромагнетизме, во время курса учащиеся, сталкиваясь с известными ранее выражениями и понятиями, будут видеть техническое применение знаний. Это, в свою очередь, даст им понять, что любые полученные ими

в школе знания уместны во «взрослом» мире и, используя их, они смогут предпринять интересную для них деятельность.

Познавательный характер технологического образования, направленность содержания на формирование умений и навыков, знакомство со способами учебной, познавательной, коммуникативной, практической, творческой деятельности позволяет формировать у учеников критическое мышление, поиск новых материалов с необычными свойствами, а также к выбору будущей специализации в науке и в вузе. Помимо всего этого, использование своих знаний в решении инженерных задач, дает уверенность в своих силах и знаний, что поможет учащимся преодолеть страх перед новыми неизвестными науками. Программа разработана с опорой на общие педагогические принципы: актуальности, системности, последовательности, преемственности, индивидуальности, конкретности (возраста детей, их интеллектуальных возможностей), направленности (выделение главного, существенного в образовательной работе), доступности, результативности.

Цель программы.

Сформировать представление учащихся об основных явлениях, происходящих в мире идей о достижениях невидимости, о новых материалах с необычными свойствами – метаматериалах. Показать, как используются эти материалы в современном приборостроении и какие эффекты они демонстрируют. Предусматривается ознакомление с такими свойствами метаматериалов, как отрицательное преломление, высокая добротность, прозрачность в определенном диапазоне частот, искусственный магнетизм, маскировка и создание эффектов невидимости, так называемый клокинг.

Среди задач программы следует выделить обучающие, развивающие и воспитательные задачи.

Обучающие:

знакомство школьников с основными идеями электродинамики, оптики, квантовой механики, физики твердого тела;

знакомство с понятиями метаматериалов;

демонстрация основных явлений в метаматериалах;

Развивающие:

обучение к восприятию новой информации на базе имеющихся знаний;

формирование связанности между квантовыми и классическими явлениями и современными устройствами;

развитие творческого и инженерного мышления;

овладение навыками анализа и расчета простейших электродинамических систем;

развитие памяти, внимания, способности логического мышления.

Отличительные особенности данной дополнительной образовательной программы от уже существующих образовательных программ является то, что она реализуется в короткие сроки за счет нестандартных методов изучения материала, сокращения теоретического материала, увеличения экспериментальных демонстраций, их совместного описания и объяснения, простого объяснения сложных и многообразных электрических и магнитных явлений. Это поддерживает высокую мотивацию обучающихся и результативность занятий.

Возраст обучающихся: 14-18 лет.

Сроки реализации: 36 часов.

Наполняемость группы: 10-20 человек.

Режим занятий: по 2 академических часа в неделю

Формы организации деятельности: Групповые, индивидуально-групповые

Методы обучения: Словесные, комбинированные, теоретические, практические.

Ожидаемые результаты и способы их определения:

В результате освоения программы обучающиеся

будут знать:

В результате освоения программы обучающиеся

будут знать:

- теоретические основы оптики;
- теоретические основы электродинамики;
- теоретические основы квантовой механики;
- практическое применение квантовых структур и метаматериалов;
- теоретические основы технологий СТЕЛС и невидимости

будут уметь:

- проводить примитивные расчеты свойств электродинамических систем;
- давать простейшие объяснения функционирования электродинамических систем;
- проводить электродинамические эксперименты в безэховой камере по измерению

характеристик рассеяния объектов

- проводить оптические эксперименты
- разъяснять свою позицию в научных вопросах;
- работать в команде и определять функциональную деятельность каждого члена

команды.

Определение результативности и формы подведения итогов программы.

В образовательном процессе будут использованы следующие методы контроля усвоения учащимися учебного материала:

Текущий контроль. Будет проводиться с целью непрерывного отслеживания уровня усвоения материала и стимулирования учащихся. Для реализации текущего контроля в процессе объяснения теоретического материала педагог обращается к учащимся с вопросами и короткими заданиями.

Тематический контроль. Будет проводиться в виде практических заданий по итогам каждой темы с целью систематизировать, обобщить и закрепить материал.

Итоговый контроль.

Будет проведен в форме устной презентации проведенного прецизионного количественного описания микроструктуры

Слушатель, посетивший не менее 80 % занятий и успешно прошедший, итоговый контроль, получает сертификат о прохождении Элективного курса в рамках ДООП (форма прилагается – Приложение 1).

2. Учебно-тематический план

№	Раздел/тема	Количество часов		
		Всего	Теоретические занятия	Практические занятия
1	Введение в электродинамику и оптику.	2	1,5	0,5
2	Введение в квантовую физику	2	1,5	0,5
3	Введение в физику метаматериалов	2	1,0	1,0
4	Введение в технику электродинамического эксперимента	4	2	2
5	Экспериментальное исследование классических метаматериалов	4	4	-

6	Электродинамика: Уравнения Максвелла и необычные эффекты в метаматериалах	4	2	2
7	Экспериментальное исследование	4	2	2
8	Публичная защита проекта	8	2	6
6	Подготовка доклада	6	2,0	4
Итого		36	18	18

3. Содержание программы

Модуль 1. Введение в электродинамику и оптику.

Теория. Введение понятия света и электромагнитных волн. Корпускулярно-волновой дуализм. Оптические приборы. Дифракционный предел

Практика. Решение тематических задач.

Модуль 2. Введение в квантовую физику

Теория. Понятие элементарных частиц. Объяснение взаимодействия элементарных частиц. Объяснение корпускулярной природы света на примере эксперимента с двумя щелями.

Практика. Демонстрация анимации эксперимента двух щелей. Решение тематических задач.

Теория. Объяснение явления кота Шредингера. Особенности принципа суперпозиции в квантовой физике и различие от принципа суперпозиции в электромагнетизме.

Практика. Решение тематических задач.

Модуль 3. Введение в физику метаматериалов.

Теория. Введение понятия метаматериалов. Понятие методов создания метаматериалов. Основы технологии СТЕЛС. Методы фабрикации метаматериалов.

Практика. Решение тематических задач.

Модуль 4. Введение в технику электродинамического эксперимента

Теория. Введение в методы электродинамического эксперимента, принципы работы антенн, безэховой камеры, антенно-поворотных устройств. Методы измерения параметров антенн, характеристик рассеяния объектов.

Практика. Демонстрация работы антенн и объектов рассеяния в безэховой камере.

Модуль 5. Электродинамика: Уравнения Максвелла и необычные эффекты в метаматериалах

Теория. Повторение таких понятий, как электрический заряд, ток, электрическое и магнитное поля. Объяснение уравнений Максвелла и излучения электромагнитных волн.

Практика. Организация проверки вопрос-ответ по теме урока. Показ тематических анимаций.

Теория. Эффекты маскировки и клокинга, понятие сверхразрешения

Практика. Выполнение экспериментов в безэховой камере по исследованию покрытий из метаматериалов для демонстрации снижения заметности элементарных объектов.

Модуль 6. Экспериментальное исследование классических метаматериалов

Теория. Введение понятия метаматериалы. Основные свойства, виды и применение метаматериалов.

Практика. Демонстрация анимаций основных свойств метаматериалов. Решение задач по оптике в целях понятия таких эффектов, как отрицательное преломление, фазовая скорость и магнетизм веществ. Выполнение экспериментов в безэховой камере по исследованию спектральных характеристик метаматериалов, характеристик рассеяния.

Модуль 6. Экспериментальное исследование характеристик рассеяния объектов, с пониженной заметностью на основе метаматериалов и технологии СТЕЛС

Теория. Введение таких понятий, как коэффициент прохождения, добротность материала. Экспериментальная демонстрация, методы снижения заметности, способы достижения невидимости.

Практика. Демонстрация экспериментов с метаматериалами для достижения эффектов невидимости в безэховой камере.

Модуль 7. Публичная защита проекта

4. Методическое обеспечение программы

Методы обучения, используемые в программе: словесные (устное объяснение материала), наглядные (презентация), практические (демонстрационное выполнение исследовательской лабораторной работы), аналитические.

С целью стимулирования творческой активности учащихся будут использованы: игровые методики;

- метод погружения;
- методы сбора и обработки данных;
- исследовательский и проблемный методы;
- анализ справочных и литературных источников;
- опытная работа;
- расчетная работа
- обобщение результатов.

Виды дидактических материалов.

Для обеспечения наглядности и доступности изучаемого материала будут использоваться:

- наглядные пособия смешанного типа (слайды, видеозаписи, эскизы);
- дидактические пособия (карточки с заданиями, раздаточный материал). Занятия будут проходить в форме лекций-бесед с демонстрацией преподавателем презентаций, а также в лабораториях, где обучающиеся смогут реализовать на практике теоретические знания.

5. Организационно-педагогические ресурсы

Материально-техническое обеспечение программы

Оборудование и программное обеспечение:

Наименование	На группу, шт.	Примечание
Световые микроскопы	10	Режим Светлое поле,
Проектор	1	
Экран	1	Для проектора
Кликер	1	Устройство дистанционно переключения слайдов
Канцелярские товары	10	Ручки, карандаши, линейки,.
Расчетные приспособления	10	объектмикрометры,
Объекты исследования	50	шлифы

Кадровое обеспечение программы.

Реализатор программы: Башарин Алексей Андреевич – к.т.н., доцент кафедры Теоретической физики и квантовых технологий и эксперт лаборатории «Сверхпроводящие метаматериалы».

6. Список литературы

а) Использованный при написании программы

1. Митио Каку, Физика невозможного. Альпина нон-фикшн (2009).
2. Силин Р.А. Необычные законы преломления и отражения, ФАЗИС (1999)
3. А. Н. Лагарьков, М. А. Погосян. Фундаментальные и прикладные проблемы стелс-технологий // Вестник РАН., Т. 73, № 9. -С. 848. (2003)
4. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Том 3: Излучение. Волны. Кванты. Эдиториал УРСС (2004).
5. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Том 5: Электричество и магнетизм. Эдиториал УРСС (2004)..
6. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Том 6: Электродинамика. Эдиториал УРСС (2004).
7. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Том 8, 9: Квантовая механика. Эдиториал УРСС (2004).



СЕРТИФИКАТ

подтверждает, что

Фамилия Имя

прошел(а) элективный курс по
дополнительной общеобразовательной
программе

**название
Элективного курса**

в рамках проекта «Инженерный класс
в московской школе»

Проректор по образованию
НИТУ «МИСиС»
Т.Э. О`Коннор
(м/п)