

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

УТВЕРЖДАЮ

Начальник учебно-методического управления

_____ А.А. Волков

«13» _____ 2020 г.



**Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа
«Физика невидимости»**

Возраст обучающихся 14 - 18 лет

Срок реализации: 36 часов

автор-составитель:

Башарин А.А.

К.т.н., доцент

кафедры ТФиКТ

Москва
2020 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 2-3 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	1
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 характеристик	4	2	2
8	Подготовка доклада	6	2	4
6	Публичная защита проекта	8	2	6
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 фабрикация 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

6. Кадровое обеспечение программы.

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

7. 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).