



**ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
ДОМ ДЕТСКОГО ТВОРЧЕСТВА «НА 9-ОЙ ЛИНИИ»
ВАСИЛЕОСТРОВСКОГО РАЙОНА
САНКТ-ПЕТЕРБУРГА**

Программа принята

на педагогическом совете

протокол № 1

от 31 августа 2017г.

Утверждена

Приказом

№ 55 от « 31 » августа 2017 г..

Директор ГБУ ДО ДДТ «На 9-ой
линии»

_____ И.В.Петерсон

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ
ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ (ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ) ПРОГРАММА
«КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА И ОПТИКА»**

Возраст обучающихся: 15 - 17 лет

Срок реализации: 1 год

Автор-составитель:
Климентьев Сергей Иванович,
педагог дополнительного образования

Пояснительная записка

Актуальность программы

Оптика, оптическое приборостроение, лазеры и эффекты взаимодействия лазерного излучения с веществом играют огромную роль в развитии современной науки и техники, являются одним из важнейших элементов научно-технического прогресса. Трудно найти какую-либо область знаний или современного производства, в которой оптические методы исследований или контроля не нашли бы себе достойного применения. Тем не менее, преподавание курса оптики в средней школе затруднено из-за необходимости постановки сложных опытов и демонстрационных экспериментов и протекает весьма сухо и условно, что явно не удовлетворяет стремлений самих учащихся увидеть и разобраться в том или ином явлении и самостоятельно собрать оптическую схему.

В этой связи данная программа является **актуальной** и педагогически целесообразной: она способствует более глубокому изучению научных вопросов классической оптики, квантовой электроники, голографии, нелинейной оптики, лазеров и т.п., а так же позволяет получить учащимся технические навыки практической работы с современными оптическими приборами (спектроскопом, интерферометром, лазерами и т.п.). Поэтому **направленность** данной программы дополнительного образования детей – **техническая**. Уровень усвоения: **базовый**. Программа предназначена для учащихся старших классов физико-математических школ, интересующихся оптикой как одним из наиболее перспективных и бурно развивающихся разделов физики. **Новизна** данной программы состоит в том, что значительная доля изучаемых тем, входящих в ее состав, (нелинейная оптика, жидкие кристаллы, голография) до настоящего времени активно исследуется научно исследовательскими институтами всего мира. **Уникальность и отличительная особенность** данной программы от других состоит в использовании при ее реализации комплекса современного оптического оборудования, которым укомплектована оптическая лаборатория.

Цели обучения.

Ознакомление учащихся с современными достижениями оптики, привитие им интереса и практических навыков проведения научных исследований.

Задачи программы.

Образовательные:

- Изучение вопросов, касающихся классической оптики, квантовой электроники, голографии, нелинейной оптики, лазеров и т.п.;
- Получение учащимися навыков практической работы с современными оптическими приборами (спектроскопом, интерферометром, лазерами и т.п.);
- Ознакомление с основами планирования и проведения научных экспериментов;
- Ознакомление с методиками обработки экспериментальных результатов (понятия вероятности, достоверности, погрешности и т.п.).

Развивающие:

- Развитие творческих способностей;
- Развитие логического мышления;
- Повышение общего уровня культуры.

Воспитательные:

- Воспитание у учащихся нравственно-ответственное отношение к выполнению исследовательских работ и к уникальному лабораторному оборудованию, с которым им, возможно, придется иметь дело в дальнейшем;
- Воспитание трудолюбия, настойчивости в достижении поставленной цели;

- Воспитание навыков свободного общения, взаимовыручки при выполнении совместных заданий.

Адресат программы:

Для обучения принимаются учащиеся 9 - 11 классов (15 - 17 лет), интересующиеся научными исследованиями в области оптики и квантовой электроники и желающие углубить свои знания в этом направлении.

Условия реализации программы.

На обучение по программе принимаются все желающие.

Численность учебной группы – 9 человек.

Объем и срок реализации программы:

Продолжительность обучения 9 месяцев. Занятия проводятся 1 раз в неделю по 3 часа в течении 1 учебного года. (Обоснование необходимости проведения занятий длительностью не менее, чем по 3 часа, приведено в данной программе.) Программа рассчитана на 108 часов.

Материально-техническое обеспечение:

Данная учебная программа может быть реализована лишь на базе укомплектованной оптической лаборатории. Занятия проводятся в классе, оснащенном оптическими стендами с измерительными приборами, источниками и приемниками света и, кроме того, с не менее чем двумя IBM -совместимыми компьютерами. Такая лаборатория была создана в физ.- мат. лицее №30 силами ГОИ им. Вавилова, ЛИТМО и ЛГУ. В лаборатории имеются оптические стенды, лазеры видимого, ИК и УФ диапазона, спектральные и поляризаационные приборы, интерферометры, наборы оптических элементов, магнитооптические, голографические и фотоэлектронные установки.

В лаборатории имеются:

1. 4 оптических стенда размером 0,8x1,5 м²;
2. оптический рельс длиной 4 м;
3. комплект юстировочных столиков;
4. лазеры видимого диапазона (красного – 4 шт, зеленого – 1 шт);
5. лазеры ИК диапазона (YAG импульсный лазер и СО₂ лазер непрерывного действия);
6. лазер УФ диапазона (азотный, импульсно-периодического действия);
7. спектральные приборы (спектрометр – 2 шт, спектроскоп, комплект спектральных ламп);
8. поляризаационные приборы (анализатор поляризации, пленочные поляризаторы, фазовые пластинки $\lambda/2$, $\lambda/4$, двулучепреломляющие кристаллы, кюветы для поляризаационных растворов, жидкокристаллические модуляторы света);
9. интерферометры (Фабри-Перо – 2 шт, с бипризмой Френеля, Ньютона, Майкельсона, сдвига);
10. наборы оптических элементов (цветных стекол, линз, оптических элементов к оптической скамье, объективов, окуляров);
11. магнитооптическая установка (состоящая из источника света, поляризатора, магнитопровода, анализатора, фотоприемника, исследуемых магнитооптических кристаллов и электронных блоков питания);
12. установка для исследования фотоэффекта (состоящая из источника света, спектроскопа, фотоприемника, электронных блоков питания, милливольтметра, микроамперметра);

13. установка для получения голограмм (состоящая из лазера, микрообъектива, фурье диафрагмы, электронного затвора, набора лабораторной посуды для проявления голограмм, нагревательного прибора для сушки проявленных голограмм);
14. установка для исследования свойств жидких кристаллов (состоящая из источника света, поляризатора, жидкокристаллических модуляторов разного типа, анализатора, фотоприемника, электронных блоков питания, генератора импульсов, электронного осциллографа).

Формы и методы организации образовательного процесса:

В процессе обучения применяются лекция, экспериментальное выполнение лабораторных работ, самостоятельная работа с литературой, обработка данных эксперимента, а так же посещение ведущих лабораторий ГОИ им. С.И.Вавилова и ЛИТМО.

Ориентация программы обучения на индивидуальность и самостоятельность учащихся развивает их познавательные и творческие способности, которые могут проявляться при проведении научных исследований.

Организация проведения занятия реализуется через простые лекционные занятия (все учащиеся работают вместе) или сложные, когда разные группы учащихся работают на разных лабораторных установках, что позволяет осуществлять дифференцированное обучение. Организация учебного процесса подчинена достижению учащимися конкретного практического результата – выполнения научной работы по выбранной теме.

Оценка результатов дополнительного образования

Итоги работы по учебной программе оцениваются при защите отчетов по лабораторным работам. Наиболее способные учащиеся проводят модернизацию существующих работ, либо разрабатывают новые лабораторные работы. С результатами своих разработок они выступают с докладами на научно-технических конференциях, конкурсах школьников.

Возможность для продолжения обучения.

Прогресс в области оптической техники и технологии, широкое их внедрение во все сферы жизни делает желательным продолжение получения и совершенствования знаний учащимися в данной области. В особой степени это относится к учащимся, решившим после окончания школы продолжать образование на физических факультетах ВУЗов.

Планируемые результаты обучения.

Дифференцированный подход в обучении (в зависимости от способностей учащихся) предполагает получение различного уровня знаний и умений, а так же достижения различного конечного результата обучения.

Начальный уровень:

Более детальное, по сравнению со школьной программой, теоретическое изучение вопросов, касающихся классической оптики, квантовой электроники, голографии, нелинейной оптики, лазеров и т.п. Получение учащимися навыков практической работы с современными оптическими приборами (спектроскопом, интерферометром, лазерами и т.п.).

Базовый уровень:

Изучение основ планирования и проведения научных экспериментов на примере выполнения конкретных лабораторных работ. Знание и умение практического применения различных методик обработки экспериментальных данных.

Высокий уровень:

Получение учащимися практических навыков проведения научных исследований на базе совершенствования имеющихся лабораторных работ или при разработке новых работ. Оформление результатов научных исследований, выступление с докладами на научных конференциях школьников (секция физики).

Планируемые результаты:

Предметные.

В процессе реализации программы по окончании обучения учащиеся будут:

- знать теоретические основы оптики и квантовой электроники;
- знать правила безопасной работы в оптической лаборатории с оптическими приборами и установками;
- знать основы планирования научного эксперимента;
- знать различные способы обработки данных;
- уметь работать с различными оптическими и электро-оптическими приборами;
- уметь творчески подходить к выполнению задания, импровизировать;
- уметь проводить различные эксперименты в соответствии с теоретическими законами.

Метапредметные результаты.

У учащихся будет развито:

- желание самостоятельно создавать оптическую схему, проводить измерения;
- желание познать до того неизведанное явление или устройство;
- способность воплощать свои придуманные схемы в реальности;
- творческое мышление;
- самостоятельность;
- способность выполнять инструкции педагога;
- умение работать в коллективе, необходимое в трудовой деятельности.

Личностные результаты.

У учащихся будет воспитано:

- трудолюбие,
- внимательность,
- бережное отношение к материалам и оборудованию,
- аккуратность,
- отзывчивость,
- наблюдательность,
- способность выражения своих мыслей в доступной для других форме.

Учебный план.

Тема	Кол-во часов				Форма конт- роля - зачет
	Всего	в том числе			
		Теор- ия	Прак- тика	Обр. данн.	
1 раздел. Свет и его основные свойства.	10	2	5	2	1
Тема 1.1. Оптический диапазон электромагнитных волн. Свойства света как волны.	4	1	2	1	-
Тема 1.2. Скорость распространения света в различных средах. Дисперсия света.	6	1	3	1	1
2 раздел. Геометрическая оптика.	13	3	6	3	1
Тема 2.1. Общие сведения. Оптические элементы.	4	1	2	1	-
Тема 2.2. Построение изображений в простейших оптических системах.	4	1	2	1	-
Тема 2.3. Качество изображения в оптических приборах. Понятие об aberrациях.	5	1	2	1	1
3 раздел Волновая оптика.	34	6	21	6	1
Тема 3.1. Интерференция света.	11	2	7	2	-
Тема 3.2. Дифракция света.	11	2	7	2	-
Тема 3.3. Поляризация света.	12	2	7	2	1
4 раздел. Квантовая оптика.	16	3	9	3	1
Тема 4.1. Понятия квантовой оптики.	5	1	3	1	-
Тема 4.2. Внешний и внутренний фотоэффект.	5	1	3	1	-
Тема 4.3. Модель атома водорода Бора.	6	1	3	1	1
5 раздел. Спектральные свойства света.	13	4	8		1
Тема 5.1. Спектральные свойства света.	3	1	2		-
Тема 5.1. Спектры излучения и поглощения.	3	1	2		
Тема 5.2. Спектры излучения атомов и молекул.	3	1	2		-
Тема 5.3. Непрерывное излучение нагретых тел, закон Планка.	3	1	2		1
6 раздел. Взаимодействие света с веществом.	7	2	3	1	1
Тема 6.1. Химическое действие света. Фотография. Голография.	3	1	2		-
Тема 6.2. Нелинейные оптические эффекты. Вынужденное рассеяние, преобразование частот, самофокусировка.	4	1	2	-	1
7 раздел. Лазеры. Обращение волнового фронта.	12	4	4	2	2
Тема 7.1. Устройство лазера. Твердотельные, жидкостные, газовые лазеры.	4	1	2	1	-
Тема 7.2. Характеристики излучения лазеров.	5	1	2	1	1
Тема 7.3. Принцип обращения волнового фронта.	3	2	-	-	1
Экскурсии в ГОИ им. С. И. Вавилова и ЛИТМО	3	3	-	-	-
Итого	108	28	53	19	8

□) - зачет проводится на одном зачетном занятии сразу по трем темам плана.

Календарный учебный график
на 2017/2018 учебный год

Год обучения	Дата начала обучения по программе	Дата окончания обучения по программе	Всего учебных недель	Количество учебных дней	Количество учебных часов	Режим занятий
1 год	11.09.2017	29.05.2018	36	36	108	3 часа 1 раз в неделю

Методическое обеспечение образовательного процесса.

Образовательный процесс включает самостоятельную работу с литературой, лекции, выполнение лабораторных работ, обработку данных, и в т.ч. на ЭВМ. Для большинства лабораторных работ написаны методические указания по их выполнению. Указания включают краткую теорию, описывающую исследуемое оптическое явление, порядок сборки и настройки установки, последовательность проведения эксперимента, исходные данные для расчетов и методику обработки полученных данных. Перечень названий методических указаний к лабораторным работам:

1. Измерение показателя преломления стекла.
2. Измерение угла преломления света в призмах.
3. Определение фокусного расстояния и оптической силы собирающих и рассеивающих линз.
4. Расчет, сборка и юстировка микроскопа и телескопа. Измерение параметров оптических систем.
5. Определение разрешающей способности объектива. Наблюдение аберрированного изображения.
6. Определение длины волны света в интерферометре с бипризмой Френеля.
7. Определение ширины линии лазера интерферометром Фабри-Перо.
8. Измерение радиуса кривизны оптической поверхности по кольцам Ньютона.
9. Определение длины волны света по дифракции на щели.
10. Определение диаметра волоса по дифракционной картине.
11. Определение периода дифракционной решетки.
12. Измерение концентрации сахара в водном растворе (сахарометрия).
13. Вращение плоскости поляризации под действием магнитного поля (магнитооптика).
14. Наблюдение электрооптических эффектов в жидких кристаллах.
15. Построение гистограммы фонового радиоактивного излучения при помощи счетчика Гейгера.
16. Исследование внешнего фотоэффекта и определение постоянной Планка.
17. Исследование спектра атомарного водорода и определение постоянной Ридберга.
18. Настройка и калибровка по ртутной лампе спектрометра. Наблюдение непрерывных, полосатых и линейчатых спектров.
19. Выявление ртутной и ртутно-гелиевой ламп из набора газоразрядных ламп по спектру излучения.
20. Определение цветовой температуры лампы накаливания.
21. Наблюдение голографического изображения и анализ его свойств.
22. Наблюдение преобразования частоты излучения азотного ультрафиолетового лазера в растворах красителей.
23. Ознакомление с конструкцией гелий-неонового лазера. Юстировка зеркал резонатора лазера.
24. Измерение расходимости инфракрасного излучения газового лазера методом диафрагм.

В качестве примера в Приложении к данной Программе приведены методические указания по выполнению лабораторной работы 12 «Измерение концентрации сахара в водном растворе (сахарометрия)»

Обоснование количества учеников в группе.

В оптической лаборатории в качестве источников света или объектов исследования используются лазеры видимого, инфракрасного и ультрафиолетового диапазона длин волн, а также мощные кварцевые лампы. Излучение ламп и лазеров видимого и УФ диапазонов опасно для зрения человека и может приводить к ожогам сетчатки различной степени или к воспалению наружных покровов глаза. Излучение ИК лазеров, кроме того, опасно и для кожи человека. Попадая на кожу, оно в зависимости от мощности излучения и времени воздействия может приводить к ожогам различной степени.

В этой связи при работе детей в лаборатории необходимо обеспечить постоянное наблюдение преподавателя за экспериментальными установками. Учитывая, что такое наблюдение одновременно можно обеспечить не более чем за 2 – 3 установками, и что одну работу могут выполнять не более 3 человек, получаем численность учащихся в группе 6 – 9 человек.

Обоснование необходимости проведения занятий продолжительностью 3 часа.

В оптической лаборатории для успешного выполнения большинства экспериментальных работ (работы №№ 6, 7, 9 – 19, 22, 24) требуется выполнение ряда длительных по времени операций. К таким операциям можно отнести:

- выход на стабильный по теплообмену режим генерации лазера,
- прогрев ртутной лампы или фотоприемника,
- выравнивание температуры фотопластинок или элементов интерферометров после касания их руками,
- растворение компонентов проявляющих или исследуемых растворов,
- нагрев или охлаждение химических растворов до заданной температуры,
- приклеивание термоклеем к основанию установки голографируемых объектов и их остывание,
- проявление и сушка голограмм.

В ряде работ необходимо выполнить несколько таких операций последовательно. Учащиеся значительное время должны потратить на проведение многократных измерений оптических величин с целью минимизации погрешности и расчета ее величины.

Как показал многолетний опыт реализации данной Программы, успешно выполнить лабораторные работы можно лишь при продолжительности одного занятия 3 часа, т.к. перед выполнением работы учащиеся должны еще ознакомиться с теорией и методическими указаниями.

Оценочные материалы

Для отслеживания результативности образовательной деятельности по программе проводятся: входной, текущий, промежуточный и итоговый контроли.

Цель – проследить динамику развития и рост мастерства учащихся.

- 1. Входной контроль (сентябрь)** проводится с целью выявления мотивации выбора научно-технического объединения и устойчивости интереса учащихся. Формы контроля: *собеседование, выполнение контрольных заданий, анализ области интересов.*
- 2. Текущий контроль** (в течение всего учебного года на занятиях после выполнения лабораторных работ) проводится для отслеживания уровня освоения учебного материала программы и развития личностных качеств учащихся.
Формы контроля: *проверка и защита отчета по лабораторной работе.*

3. Промежуточный контроль (январь, апрель) с целью выявления уровня освоения теоретических разделов программы учащимися и корректировки процесса обучения.

Формы контроля: *собеседование, доклад на заданную тему.*

4. Итоговый контроль (проводится в конце обучения по программе).

Формы контроля: *выполнение научной работы, презентация работы на конференциях.*

Список литературы

Для педагогов

1. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. "Наука", 1973
2. Фриш С.Э., Тимофеева А.В. "Курс общей физики. Том 3. Оптика, атомная физика", 1952
3. Ландсберг Г.С. Оптика. М, "Физматлит", 2003
4. Бутиков И.Е. Оптика. Санкт-Петербург, Невский Диалект, БХВ-Петербург, 2003
5. Сороко Л.М. Основы голографии и когерентной оптики. "Наука", 1971
6. Кингсеп А.С., Локшин Г.Р., Ольхов О.А. Основы Физики. Т.1 Механика, электричество и магнетизм, колебания и волны, волновая оптика. М.: Физматлит, 2001
7. Воробьев Л.Е., Ивченко Е.Л. и др. Оптические свойства наноструктур. СПб, «Наука», 2001
8. Калитеевский Н.И. Волновая оптика. "Наука", 1971
9. Ельяшевич М.А. Атомная и молекулярная спектроскопия. Изд.2-е, М., Эдиториал УРСС, 2001
10. Быков В.П., Селичев О.О. Лазерные резонаторы. М, "Физматлит", 2007
11. Тараненко В.Г., Шанин О.И. Адаптивная оптика. 2000

Для учащихся

1. Ландсберг Г.С. Оптика. М, "Физматлит", 2003
2. Фриш С.Э., Тимофеева А.В. "Курс общей физики. Том 3. Оптика, атомная физика", 1952
3. Калитеевский Н.И. Волновая оптика. "Наука", 1971

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**К ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ (ОБЩЕРАЗВИВАЮЩЕЙ)
ПРОГРАММЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЕТЕЙ
«КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА И ОПТИКА»**

Группа №1

Первый год обучения

на 2017/2018 учебный год

Автор – составитель программы:
Климентьев Сергей Иванович,
педагог дополнительного образования

Пояснительная записка.

Характеристика группы

В группе №1 курса "Квантовая электроника и оптика" обучается 9 человек: 8 – мальчиков и 1 девочка. 6 человек учатся в 11 классе, три - в восьмом. Данная программа построена с учётом уровня подготовки и общего развития учащихся, большинство учащихся работоспособны, с развитой мотивацией по предмету. Способности у учащихся на среднем уровне. В работе с ними необходим дифференцированный подход обучения.

Задачи курса.

Образовательные:

- Более детальное, по сравнению со школьной программой, изучение вопросов, касающихся классической оптики, квантовой электроники, голографии, нелинейной оптики, лазеров и т.п.
- Получение учащимися навыков практической работы с современными оптическими приборами (спектроскопом, интерферометром, лазерами и т.п.).
- Ознакомление с основами планирования и проведения научных экспериментов.
- Ознакомление с методиками обработки экспериментальных результатов (понятия вероятности, достоверности, погрешности и т.п.).

Развивающие:

- развитие творческих способностей;
- развитие логического мышления;
- повышение общего уровня культуры.

Воспитательные:

- воспитать у учащихся нравственно-ответственное отношение к выполнению исследовательских работ и к уникальному лабораторному оборудованию, с которым им, возможно, придется иметь дело в дальнейшем;
- воспитание трудолюбия, настойчивости в достижении поставленной цели;
- воспитание навыков свободного общения, взаимовыручки при выполнении совместных заданий.

Содержание программы.

Раздел 1. Свет и его основные свойства.

Тема 1.1. Оптический диапазон электромагнитных волн. Свойства света как волны.

Теория. Знакомство с лабораторией, разбивка на бригады. Правила поведения в оптической лаборатории. Техника безопасности при работе с лазерами и ртутными лампами, техника электро безопасности. Первая помощь при несчастных случаях. Погрешности измерения оптических величин. Виды погрешностей. Методы расчета погрешностей. Способы минимизации погрешностей. История развития взглядов на природу света. Свет как электромагнитная волна. Сферические и плоские волны. Монохроматическое излучение.

Практика. Наблюдение спектров излучения лампы накаливания, газовых ламп, лазеров.

Тема 1.2. Скорость распространения света в различных средах. Дисперсия света.

Теория. Методы измерения скорости света. Зависимость скорости света от показателя преломления среды. Дисперсия света. Преломление света на границе раздела двух сред. Угол Брюстера. Оптические явления в атмосфере. Миражи.

Практика. Измерение показателя преломления стекла. Измерение угла преломления света в призмах.

Раздел 2. Геометрическая оптика.

Тема 2.1. Общие сведения. Оптические элементы.

Теория. Луч света. Принцип Ферма. Линзы, зеркала, оптические системы. Фокусное расстояние, относительное отверстие, оптическая сила.

Практика. Определение фокусного расстояния и оптической силы собирающих и рассеивающих линз.

Тема 2.2. Построение изображений в простейших оптических системах.

Теория. Построение хода произвольного луча в собирающих и рассеивающих линзах. Формула Ньютона и формула линзы. Построение изображения в линзе и зеркале. Построение изображения в системе линз или зеркал.

Практика. Расчет, сборка и юстировка микроскопа и телескопа. Измерение параметров оптических систем.

Тема 2.3. Качество изображения в оптических приборах. Понятие об aberrациях.

Теория. Разрешающая способность оптического прибора. Критерии качества изображения. Волновые, поперечные и продольные aberrации. Aberrации широкого пучка, наклонного пучка, хроматические aberrации

Практика. Определение разрешающей способности объектива. Наблюдение aberrированного изображения.

Раздел 3. Волновая оптика.

Тема 3.1. Интерференция света.

Теория. Понятие когерентности излучения, временная и пространственная когерентность. Двухлучевые и многолучевые интерферометры.

Практика. Определение длины волны света в интерферометре с бипризмой Френеля. Определение ширины линии лазера интерферометром Фабри-Перо. Измерение радиуса кривизны оптической поверхности по кольцам Ньютона.

Тема 3.2. Дифракция света.

Теория. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракция на отверстиях различной формы. Дифракция на регулярных структурах. Дифракционная решетка.

Практика. Определение длины волны света по дифракции на щели. Определение диаметра волоса по дифракционной картине. Определение периода дифракционной решетки. Наблюдение дифракции на регулярных структурах.

Тема 3.3. Поляризация света.

Теория. Виды поляризации света. Методы измерения состояния поляризации. Естественная и искусственная анизотропия. Двойное лучепреломление. Вращение плоскости поляризации. Изменение поляризации света при проходе через жидкий кристалл.

Практика. Измерение концентрации сахара в водном растворе (сахарометрия). Вращение плоскости поляризации под действием магнитного поля (магнитооптика). Измерение состояния поляризации излучения лазеров. Наблюдение электрооптических эффектов в жидких кристаллах.

Раздел 4. Квантовая оптика.

Тема 4.1. Понятия квантовой оптики.

Теория. Квант света. Энергия фотона. Статистический характер излучения. Поглощение фотонов.

Практика. Построение гистограммы фонового радиоактивного излучения при помощи счетчика Гейгера. Определение коэффициента ослабления излучения различными экранами.

Тема 4.2. Внешний и внутренний фотоэффект.

Теория. Понятие и основные законы фотоэффекта. Внешний и внутренний фотоэффект. Фотоэлемент, фотодиод.

Практика. Исследование внешнего фотоэффекта и определение постоянной Планка.

Тема 4.3. Модель атома водорода Бора.

Теория. Энергетические состояния атома водорода. Поглощение и испускание фотона.

Практика. Исследование спектра атомарного водорода и определение постоянной Ридберга.

Раздел 5. Спектральные свойства света.

Тема 5.1. Спектры излучения и поглощения.

Теория. Непрерывный, полосатый и линейчатый спектр. Спектр излучения Солнца, газоразрядных ламп, лазера. Методы получения и наблюдения спектров. Спектральные призмы и дифракционные решетки.

Практика. Настройка и калибровка по ртутной лампе спектрометра. Наблюдение непрерывных, полосатых и линейчатых спектров.

Тема 5.2. Спектры излучения атомов и молекул.

Теория. Линейчатый спектр излучения атомов. Электронно-колебательно-вращательные переходы в молекулах. Основы спектрального анализа.

Практика. Выявление ртутной и ртутно-гелиевой ламп из набора газоразрядных ламп по спектру излучения.

Тема 5.3. Непрерывное излучение нагретых тел, закон Планка.

Теория. Понятие абсолютно черного тела. Излучение абсолютно черного тела. Закон Планка. Излучение реальных тел.

Практика. Определение цветовой температуры лампы накаливания.

Раздел 6. Взаимодействие света с веществом.

Тема 6.1. Химическое действие света. Фотография. Голография.

Теория. Фотохимия и основные законы фотохимии. Принципы фотографии. Запись волновых фронтов, голография.

Практика. Наблюдение голографического изображения и анализ его свойств.

Тема 6.2. Нелинейные оптические эффекты.

Теория. Основные понятия нелинейной оптики. Вынужденное рассеяние, преобразование частот, самофокусировка.

Практика. Наблюдение преобразования частоты излучения азотного ультрафиолетового лазера в растворах красителей.

Раздел 7. Лазеры. Обращение волнового фронта.

Тема 7.1. Устройство лазера. Виды лазеров.

Теория. Понятие вынужденного и спонтанного излучения. Состав лазера. Классификация лазеров. Резонаторы лазеров.

Практика. Ознакомление с конструкцией гелий-неонового лазера. Юстировка зеркал резонатора лазера.

Тема 7.2 Характеристики излучения лазеров.

Теория. Основные характеристики лазерного излучения. Мощность, расходимость, ширина линии. Методы их измерения.

Практика. Измерение расходимости инфракрасного излучения газового лазера методом диафрагм.

Тема 7.3 Принцип обращения волнового фронта.

Теория. Принцип и способы обращения волнового фронта. Использование ОВФ для уменьшения расходимости лазерного излучения.

Экскурсии в ведущие научные лаборатории и музей голографии ГОИ им. С.И.Вавилова и ЛИТМО.

□

II. Календарно-учебный график (1 группа)

№ п/п	Наименование раздела (темы) ОП, количество часов в соответствии с учебно-тематическим планом ОП	Тема занятия, содержание (теоретическая и практическая часть)	Дата проведения занятия по плану/ фактическая		Количество часов			Формы подведения итогов	Место проведения
			по плану	фактическая	Теория	Практика	Всего		
1	1 раздел. Свет и его основные свойства. 9 ч.	Знакомство с лабораторией, разделение по группам, техника безопасности. Лекция «Свет и его основные свойства». Выполнение лабораторных работ № 1, 2, 3	12.09.17		1	2	3	Формирование рабочих групп. Данные измерений	
2		Лекция «Оптический диапазон электромагнитных волн. Свойства света как волны». Обработка данных и оформление отчета по лаб. раб. №1, 2, 3	19.09.17		1	2	3	Оформление отчета	
3		Лекция «Скорость распространения света в различных средах. Дисперсия света». Выполнение лабораторных работ № 2, 3, 1	26.09.17		1	2	3	Данные измерений	
4	2 раздел. Геометрическая оптика. 12 ч.	Лекция «Геометрическая оптика». Обработка данных и оформление отчета по лаб. раб. №2, 3, 1	03.10.17		1	2	3	Оформление отчета	
5		Лекция «Общие сведения. Оптические элементы». Выполнение лабораторных работ № 3, 2, 1	10.10.17		1	2	3	Данные измерений	

6		Лекция «Построение изображений в простейших оптических системах». Обработка данных и оформление отчета по лаб. раб. №3, 2, 1	17.10.17		1	2	3	Оформление отчета	
7		Лекция «Качество изображения в оптических приборах. Понятие об абберациях». Выполнение лабораторных работ № 4, 5, 6	24.10.17		1	2	3	Данные измерений	
8	3 раздел Волновая оптика. 36 ч.	Лекция «Волновая оптика». Обработка данных и оформление отчета по лаб. раб. №4, 5, 6	31.10.17		1	2	3	Оформление отчета	
9		Лекция «Интерференция света». Выполнение лабораторных работ № 5, 6, 4	07.11.17		1	2	3	Данные измерений	
10		Лекция «Когерентность излучения». Обработка данных и оформление отчета по лаб. раб. №5, 6, 4	14.11.17		1	2	3	Оформление отчета	
11		Лекция «Интерферометры». Выполнение лабораторных работ № 6, 4, 5	21.11.17		1	2	3	Данные измерений	
12		Лекция «Дифракция света». Обработка данных и оформление отчета по лаб. раб. №6, 4, 5	28.11.17		1	2	3	Оформление отчета	
13		Лекция «Принцип Гюйгенса-Френеля». Выполнение лабораторных работ № 7, 8, 9	05.12.17		1	2	3	Данные измерений	

14		Лекция «Дифракция на отверстиях различной формы. Дифракция на регулярных структурах». Обработка данных и оформление отчета по лаб. раб. №7, 8, 9	12.12.17		1	2	3	Оформление отчета	
15		Лекция «Дифракционная решетка». Выполнение лабораторных работ № 8, 9, 7	19.12.17		1	2	3	Данные измерений	
16		Лекция «Поляризация света». Обработка данных и оформление отчета по лаб. раб. №8, 9, 7	26.12.17		1	2	3	Оформление отчета	
17		Лекция «Виды поляризации света. Методы измерения состояния поляризации». Выполнение лабораторных работ № 9, 7, 8	09.01.18		1	2	3	Данные измерений	
18		Лекция «Двойное лучепреломление. Вращение плоскости поляризации». Обработка данных и оформление отчета по лаб. раб. №9, 7, 8	16.01.18		1	2	3	Оформление отчета	
19	Зачет по разделам 1, 2, 3	Итоговый зачет по разделам 1, 2, 3	23.01.18		3		3	Защита отчетов	
20	4 раздел. Квантовая оптика.	Лекция «Квантовая оптика». Выполнение лабораторных работ № 10, 11, 12	30.01.18		1	2	3	Данные измерений	

21	15 ч.	Лекция «Понятия квантовой оптики». Обработка данных и оформление отчета по лаб. раб. №10, 11, 12	06.02.18		1	2	3	Оформление отчета	
22		Лекция «Внешний и внутренний фотоэффект». Выполнение лабораторных работ № 11, 12, 10	13.02.18		1	2	3	Данные измерений	
23		Лекция «». Обработка данных и оформление отчета по лаб. раб. №11, 12, 10	20.02.18		1	2	3	Оформление отчета	
24		Лекция «Модель атома водорода Бора». Выполнение лабораторных работ № 12, 10, 11	27.02.18		1	2	3	Данные измерений	
25	5 раздел. Спектральные свойства света. 12 ч.	Лекция «Спектральные свойства света.» Обработка данных и оформление отчета по лаб. раб. №12, 10, 11	06.03.18		1	2	3	Оформление отчета	
26		Лекция «Спектры излучения и поглощения». Выполнение лабораторных работ № 13, 14, 15	13.03.18		1	2	3	Данные измерений	
27		Лекция «Спектры излучения атомов и молекул». Обработка данных и оформление отчета по лаб. раб. № 13, 14, 15	20.03.18		1	2	3	Оформление отчета	
28		Лекция «Непрерывное излучение нагретых тел, закон Планка». Выполнение лабораторных работ № 14, 15, 13	27.03.18		1	2	3	Данные измерений	

29	6 раздел. Взаимодействие света с веществом. 9 ч.	Лекция «Химическое действие света. Фотография. Голография». Обработка данных и оформление отчета по лаб. раб. № 14, 15, 13	03.04.18		1	2	3	Оформление отчета	
30		Лекция «Нелинейные оптические эффекты. Вынужденное рассеяние, преобразование частот, самофокусировка». Выполнение лабораторных работ № 15, 13, 14	10.04.18		1	2	3	Данные измерений	
31	Зачет по разделам 4, 5, 6	Итоговый зачет по разделам 4, 5, 6	17.04.18		3		3	Защита отчетов	
32	7 раздел. Лазеры. Обращение волнового фронта. 12 ч.	Лазеры. Обращение волнового фронта. ». Обработка данных и оформление отчета по лаб. раб. № 15, 13, 14	24.04.18		1	2	3	Оформление отчета	
33		Лекция «Устройство лазера. Твердотельные, жидкостные, газовые лазеры Выполнение лабораторных работ № 16, 17, 18	08.05.18		1	2	3	Данные измерений	
34		Лекция «Характеристики излучения лазеров». Обработка данных и оформление отчета по лаб. раб. № 16, 17, 18	15.05.18		1	2	3	Оформление отчета	
35		Лекция «Принцип обращения волнового фронта». Итоговый зачет	22.05.18		3	-	3	Зачет	

36	Экскурсии в ГОИ им. С. И. Вавилова и ИТМО. 3 ч.	Экскурсия в ГОИ им. С. И. Вавилова и в ИТМО	29.05.18		3	-	3		ГОИ им. С. И. Вавилова, ИТМО
		Итого:					108 ч		

Календарно-учебный график (2 группа)

№ п/п	Наименование раздела (темы) ОП, количество часов в соответствии с учебно-тематическим планом ОП	Тема занятия, содержание (теоретическая и практическая часть)	Дата проведения занятия по		Количество часов			Формы подведения итогов	Место проведения
			плану/ фактическая		Теория	Практика	Всего		
			по плану	фактическая					
1	1 раздел. Свет и его основные свойства. 9 ч.	Знакомство с лабораторией, разделение по группам, техника безопасности. Лекция «Свет и его основные свойства». Выполнение лабораторных работ № 1, 2, 3	12.09.17		1	2	3	Формирование рабочих групп. Данные измерений	
2		Лекция «Оптический диапазон электромагнитных волн. Свойства света как волны». Обработка данных и оформление отчета по лаб. раб. №1, 2, 3	19.09.17		1	2	3	Оформление отчета	

3		Лекция «Скорость распространения света в различных средах. Дисперсия света». Выполнение лабораторных работ № 2, 3, 1	26.09.17		1	2	3	Данные измерений	
4	2 раздел. Геометрическая оптика. 12 ч.	Лекция «Геометрическая оптика». Обработка данных и оформление отчета по лаб. раб. №2, 3, 1	03.10.17		1	2	3	Оформление отчета	
5		Лекция «Общие сведения. Оптические элементы». Выполнение лабораторных работ № 3, 2, 1	10.10.17		1	2	3	Данные измерений	
6		Лекция «Построение изображений в простейших оптических системах». Обработка данных и оформление отчета по лаб. раб. №3, 2, 1	17.10.17		1	2	3	Оформление отчета	
7		Лекция «Качество изображения в оптических приборах. Понятие об аберрациях». Выполнение лабораторных работ № 4, 5, 6	24.10.17		1	2	3	Данные измерений	
8		3 раздел Волновая оптика. 36 ч.	Лекция «Волновая оптика». Обработка данных и оформление отчета по лаб. раб. №4, 5, 6	31.10.17		1	2	3	Оформление отчета
9	Лекция «Интерференция света». Выполнение лабораторных работ № 5, 6, 4		07.11.17		1	2	3	Данные измерений	

10	Лекция «Когерентность излучения». Обработка данных и оформление отчета по лаб. раб. №5, 6, 4	14.11.17		1	2	3	Оформление отчета	
11	Лекция «Интерферометры». Выполнение лабораторных работ № 6, 4, 5	21.11.17		1	2	3	Данные измерений	
12	Лекция «Дифракция света». Обработка данных и оформление отчета по лаб. раб. №6, 4, 5	28.11.17		1	2	3	Оформление отчета	
13	Лекция «Принцип Гюйгенса-Френеля». Выполнение лабораторных работ № 7, 8, 9	05.12.17		1	2	3	Данные измерений	
14	Лекция «Дифракция на отверстиях различной формы. Дифракция на регулярных структурах». Обработка данных и оформление отчета по лаб. раб. №7, 8, 9	12.12.17		1	2	3	Оформление отчета	
15	Лекция «Дифракционная решетка». Выполнение лабораторных работ № 8, 9, 7	19.12.17		1	2	3	Данные измерений	
16	Лекция «Поляризация света». Обработка данных и оформление отчета по лаб. раб. №8, 9, 7	26.12.17		1	2	3	Оформление отчета	
17	Лекция «Виды поляризации света. Методы измерения состояния поляризации». Выполнение лабораторных работ № 9, 7, 8	09.01.18		1	2	3	Данные измерений	

18		Лекция «Двойное лучепреломление. Вращение плоскости поляризации». Обработка данных и оформление отчета по лаб. раб. №9, 7, 8	16.01.18		1	2	3	Оформление отчета	
19	Зачет по разделам 1, 2, 3	Итоговый зачет по разделам 1, 2, 3	23.01.18		3		3	Защита отчетов	
20	4 раздел. Квантовая оптика. 15 ч.	Лекция «Квантовая оптика». Выполнение лабораторных работ № 10, 11, 12	30.01.18		1	2	3	Данные измерений	
21		Лекция «Понятия квантовой оптики». Обработка данных и оформление отчета по лаб. раб. №10, 11, 12	06.02.18		1	2	3	Оформление отчета	
22		Лекция «Внешний и внутренний фотоэффект». Выполнение лабораторных работ № 11, 12, 10	13.02.18		1	2	3	Данные измерений	
23		Лекция «». Обработка данных и оформление отчета по лаб. раб. №11, 12, 10	20.02.18		1	2	3	Оформление отчета	
24		Лекция «Модель атома водорода Бора». Выполнение лабораторных работ № 12, 10, 11	27.02.18		1	2	3	Данные измерений	
25		5 раздел. Спектральные свойства света.	Лекция «Спектральные свойства света.» Обработка данных и оформление отчета по лаб. раб. №12, 10, 11	06.03.18		1	2	3	Оформление отчета

26	12 ч.	Лекция «Спектры излучения и поглощения». Выполнение лабораторных работ № 13, 14, 15	13.03.18		1	2	3	Данные измерений	
27		Лекция «Спектры излучения атомов и молекул». Обработка данных и оформление отчета по лаб. раб. № 13, 14, 15	20.03.18		1	2	3	Оформление отчета	
28		Лекция «Непрерывное излучение нагретых тел, закон Планка». Выполнение лабораторных работ № 14, 15, 13	27.03.18		1	2	3	Данные измерений	
29	6 раздел. Взаимодействие света с веществом. 9 ч.	Лекция «Химическое действие света. Фотография. Голография». Обработка данных и оформление отчета по лаб. раб. № 14, 15, 13	03.04.18		1	2	3	Оформление отчета	
30		Лекция «Нелинейные оптические эффекты. Вынужденное рассеяние, преобразование частот, самофокусировка». Выполнение лабораторных работ № 15, 13, 14	10.04.18		1	2	3	Данные измерений	
31	Зачет по разделам 4, 5, 6	Итоговый зачет по разделам 4, 5, 6	17.04.18		3		3	Защита отчетов	
32	7 раздел. Лазеры. Обращение волнового фронта.	Лазеры. Обращение волнового фронта. ». Обработка данных и оформление отчета по лаб. раб. № 15, 13, 14	24.04.18		1	2	3	Оформление отчета	

33	12 ч.	Лекция «Устройство лазера. Твердотельные, жидкостные, газовые лазеры Выполнение лабораторных работ № 16, 17, 18	08.05.18		1	2	3	Данные измерений	
34		Лекция «Характеристики излучения лазеров». Обработка данных и оформление отчета по лаб. раб. № 16, 17, 18	15.05.18		1	2	3	Оформление отчета	
35		Лекция «Принцип обращения волнового фронта». Итоговый зачет	22.05.18		3	-	3	Зачет	
36	Экскурсии в ГОИ им. С. И. Вавилова и ИТМО. 3 ч.	Экскурсия в ГОИ им. С. И. Вавилова и в ИТМО	29.05.18		3	-	3		ГОИ им. С. И. Вавилова, ИТМО
		Итого:					108 ч		

III. Воспитательная работа и массовые мероприятия

№ п/п	Название мероприятия	Сроки	Место проведения	Ответственные
1	Экскурсия в ГОИ им. С. И. Вавилова	25.05.18	ГОИ им. С. И. Вавилова	Климентьев С.И.
2	Экскурсия в ИТМО	25.05.18	ИТМО	Климентьев С.И.

IV. Взаимодействие педагога с родителями

№ п/п	Формы взаимодействия	Тема	Сроки
-------	----------------------	------	-------

1.	Индивидуальные и групповые консультации родителей	Порядок участия детей в научных конференциях	С 10.01.18 по 25.05.18
----	---	--	------------------------