

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

Институт прикладной математики, физики и информатики



УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

К.С. Хорьков

08 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«ОСНОВЫ КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ»

направление подготовки / специальность

12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии

направленность (профиль) подготовки

Лазерные и квантовые технологии

г. Владимир

2021

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Основы квантовой электроники» являются:

- 1) Получение представления об основных актуальных направлениях развития оптической и лазерной техники.
- 2) Формирование знаний об основах работы квантовых усилителей и генераторов, о характеристиках лазерного излучения, о законах распространения электромагнитного излучения в веществе.
- 3) Приобретение практических навыков начального расчета параметров лазерного излучения, выбора оптимальных схем квантовых усилителей для решения поставленных задач, построения и функционирования оптических квантовых усилителей.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Основы квантовой электроники» относится к обязательным дисциплинам блока Б1 Дисциплины (модули) учебного плана.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-1. Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и технологиями производства лазерной техники	ОПК-1.1. Знает основные законы естественных наук, методы математического анализа и моделирования, основные законы и методы общинженерных дисциплин, основные принципы разработки и производства элементов и устройств лазерной техники, основную номенклатуру лазерной техники, особенности ее конструкции, технологии производства, а также условия и методы их эксплуатации. ОПК-1.2. Умеет применять естественнонаучные и инженерные знания для проектирования, конструирования и производства лазерной техники. ОПК-1.3. Владеет методами расчетов и проектирования, а также компьютерными системами, используемыми при моделировании и проектировании лазерных установок, комплексов, систем и лазерных технологий.	Знает: <ul style="list-style-type: none"> • основные законы естественных наук; • основные принципы разработки и производства элементов и устройств лазерной техники, лазерных технологических установок, а также оптических материалов и элементов; • основную номенклатуру лазерной техники, особенности ее конструкции, технологии производства, а также условия и методы их эксплуатации. Умеет: <ul style="list-style-type: none"> • применять естественнонаучные и инженерные знания для проектирования, конструирования и производства лазерной техники. Владеет: <ul style="list-style-type: none"> • методами расчетов и проектирования лазерных установок, комплексов, систем и лазерных технологий. 	Отчёты по лабораторным работам. Контрольные вопросы к лабораторным работам. Контрольные вопросы к рейтинг-контролю и промежуточной аттестации.
ПК-4. Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки по отдельным разделам темы в области	ПК-4.1. Знает методы и средства планирования и организации исследований и разработок в области лазерных и квантовых технологий, методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации.	Знает: <ul style="list-style-type: none"> • теоретические основы лазерных и квантовых технологий, методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации, основы конструирования 	Отчёты по лабораторным работам. Контрольные вопросы к лабораторным работам. Контрольные вопросы к рейтинг-контролю и

лазерных и квантовых технологий	<p>ПК-4.2. Умеет находить аналитические решения задач квантовой теории, применять нормативную документацию, связанную с проведением научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, применять методы проведения экспериментов.</p> <p>ПК-4.3. Владеет методами организации и проведения измерений и исследований в области лазерных и квантовых технологий, включая планирование, разработку, организацию и проведение исследований, навыками применения математического аппарата для решения типовых задач квантовой механики, составления отчётов (разделов отчётов) по теме или по результатам проведённых экспериментов.</p>	<p>лазерных систем, а также же применение квантовых технологий.</p> <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> находить аналитические решения задач квантовой теории; практически применять теоретические знания при решении физических задач; оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> методами организации и проведения измерений и исследований в области лазерных и квантовых технологий. 	промежуточной аттестации.
---------------------------------	---	---	---------------------------

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	История квантовой электроники	4	1-2	4	–	–	–	24	рейтинг-контроль №1
2	Основы физики лазеров	4	3-9	14	8	8	8	24	рейтинг-контроль №2
3	Квантовые усилители – Лазеры	4	10-18	18	10	10	10	24	рейтинг-контроль №3
Всего за 4 семестр:		–	–	36	18	18	18	72	экзамен (36 ч)
Наличие в дисциплине КП/КР		–	–	–	–	–	–	–	–
Итого по дисциплине		–	–	36	18	18	–	72	экзамен (36 ч)

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1. История квантовой электроники.

Тема 1. История квантовой электроники.

Содержание темы: История создания лазеров. Мазеры. Лазеры.

Раздел 2. Основы физики лазеров.

Тема 1. Поглощение и испускание света квантовой системой.

Содержание темы: Основы квантовой теории излучения. Спонтанное излучение. Время жизни частицы в возбужденном состоянии. Вероятность спонтанного перехода. Индуцированное излучение. Поглощение света. Коэффициенты Эйнштейна. Объемная плотность энергии. Инверсная населенность уровней.

Тема 2. Ширина и форма спектральной линии излучения.

Содержание темы: Естественное уширение. Спектральная линия, полуширина, ядро, крылья. Столкновительное уширение. Лоренцов контур. Форм-фактор. Однородное и неоднородное уширение. Доплеровское уширение. Гауссов контур. Сравнение лоренцова и гауссова профилей.

Тема 3. Коэффициент усиления активной среды.

Содержание темы: Вероятность вынужденного перехода с учетом уширения спектральной линии. Сечение вынужденного излучения. Коэффициент усиления активной среды.

Тема 4. Ненасыщенный коэффициент усиления.

Содержание темы: Ненасыщенный коэффициент усиления. Коэффициент усиления с учетом индуцированных переходов. Плотность фотонов насыщения. Интенсивность насыщения. Изменение населенности верхнего уровня при включении и выключении накачки. Изменение интенсивности вдоль активной среды без учета нерезонансных потерь. Нерезонансные потери в активной среде.

Раздел 3. Квантовые усилители – Лазеры.

Тема 1. Квантовые усилители.

Содержание темы: Устройство лазера. Пороговый коэффициент усиления. Интенсивность выходного излучения лазеров в зависимости от прозрачности выходного зеркала. Оптимальная прозрачность выходного зеркала.

Тема 2. Резонаторы лазеров.

Содержание темы: Типы резонаторов. Диаграмма устойчивости. Каустика, формы каустики. Достоинства и недостатки устойчивых и неустойчивых резонаторов.

Тема 3. Трехуровневый и четырехуровневый лазер.

Содержание темы: Четырехуровневый лазер. Система скоростных уравнений. Трехуровневый лазер. Система скоростных уравнений.

Тема 4. Модовый состав излучения.

Содержание темы: Модовый состав излучения. Продольные моды. Поперечные моды. Подавление поперечных мод высшего порядка. Монохроматичность лазерного излучения. Условие одномодового режима генерации. Трехзеркальный резонатор.

Тема 5. Энергетические характеристики лазера.

Содержание темы: Энергетические характеристики лазера. Мощность, КПД.

Тема 6. Пространственные характеристики лазерных пучков.

Содержание темы: Пространственные характеристики лазерных пучков. Распределение интенсивности по сечению пучка и расходимость пучка.

Тема 7. Фокусировка лазерного излучения.

Содержание темы: Фокусировка лазерного излучения. Глубина резкости пучка. Определение размеров пятна. Самофокусировка.

Тема 8. Когерентность световых волн.

Содержание темы: Временная когерентность. Время когерентности. Длина когерентности. Пространственная когерентность. Радиус когерентности.

Тема 9. Символика энергетических уровней.

Содержание темы: Символика энергетических уровней атомов и ионов. Символика энергетических уровней молекул.

Содержание практических занятий

Раздел 2. Основы физики лазеров.

Тема 1. Поглощение и испускание света квантовой системой.

Содержание практических занятий: практическое занятие 1 «Определение коэффициентов Эйнштейна».

Тема 2. Ширина и форма спектральной линии излучения.

Содержание практических занятий: практическое занятие 2 «Определение уширения спектральной линии излучения».

Тема 3. Коэффициент усиления активной среды.

Содержание практических занятий: практическое занятие 3 «Определение коэффициент усиления активной среды».

Раздел 3. Квантовые усилители – Лазеры.

Тема 2. Резонаторы лазеров.

Содержание практических занятий: практическое занятие 4 «Расчет резонатора».

Тема 4. Модовый состав излучения.

Содержание практических занятий: практическое занятие 5 «Определение модового состава излучения».

Тема 6. Пространственные характеристики лазерных пучков.

Содержание практических занятий: практическое занятие 6 «Расчет расходимости лазерного излучения».

Тема 8. Когерентность световых волн.

Содержание практических занятий: практическое занятие 7 «Определение радиуса когерентности, времени когерентности».

Содержание лабораторных занятий

Раздел 2. Основы физики лазеров.

Тема 1. Поглощение и испускание света квантовой системой.

Содержание лабораторных занятий: лабораторная работа 1 «Определение длины волны излучения лазера на парах меди».

Раздел 3. Квантовые усилители – Лазеры.

Тема 1. Квантовые усилители.

Содержание лабораторных занятий: лабораторная работа 2 «Принцип работы твердотельного волоконного лазера LC-02-T», лабораторная работа 3 «Принцип работы лазерной установка точечной сварки CLW-50C™», лабораторная работа 4 «Принцип работы комплекса лазерной маркировки LDesignerF1».

Тема 5. Энергетические характеристики лазера.

Содержание лабораторных занятий: лабораторная работа 5 «Лазерный проекционный микроскоп CVL-10 для наблюдения области воздействия лазерного излучения на поверхность материалов (1 часть: воздействие на поверхность непрерывным лазерным излучением)».

Тема 6. Пространственные характеристики лазерных пучков.

Содержание лабораторных занятий: лабораторная работа 6 «Определение угловой расходимости излучения лазера на парах меди».

Тема 7. Фокусировка лазерного излучения.

Содержание лабораторных занятий: лабораторная работа 7 «Лазерный проекционный микроскоп CVL-10 для наблюдения области воздействия лазерного излучения на поверхность материалов (12 часть: воздействие на поверхность импульсным лазерным излучением)».

Тема 8. Когерентность световых волн.

Содержание лабораторных занятий: лабораторная работа 8 «Оценка монохроматичности, спектральной яркости и когерентности излучения лазера на парах меди».

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

5.1. Текущий контроль успеваемости

Примерный перечень вопросов к рейтинг-контролю №1

- 1) Спонтанное излучение.
- 2) Время жизни частицы в возбужденном состоянии.

- 3) Вероятность спонтанного перехода.
- 4) Индуцированное излучение.
- 5) Поглощение света. Коэффициенты Эйнштейна.
- 6) Инверсная населенность уровней.
- 7) Спектральная линия, полуширина, ядро, крылья.
- 8) Столкновительное уширение. Лоренцов контур. Форм-фактор.
- 9) Однородное и неоднородное уширение.
- 10) Доплеровское уширение. Гауссов контур.
- 11) Вероятность вынужденного перехода.

Примерный перечень вопросов к рейтинг-контролю №2

- 1) Сечение вынужденного излучения.
- 2) Коэффициент усиления активной среды.
- 3) Ненасыщенный коэффициент усиления.
- 4) Коэффициент усиления с учетом индуцированных переходов.
- 5) Плотность фотонов насыщения.
- 6) Интенсивность насыщения.
- 7) Изменение интенсивности вдоль активной среды без учета нерезонансных потерь.
- 8) Нерезонансные потери в активной среде.
- 9) Устройство лазера. Активная среда.
- 10) Устройство лазера. Система накачки.
- 11) Устройство лазера. Резонатор.
- 12) Пороговый коэффициент усиления.
- 13) Интенсивность выходного излучения лазеров в зависимости от прозрачности выходного зеркала.
- 14) Оптимальная прозрачность выходного зеркала.

Примерный перечень вопросов к рейтинг-контролю №3

- 1) Типы резонаторов.
- 2) Устойчивые и неустойчивые резонаторы.
- 3) Диаграмма устойчивости.
- 4) Каустика, формы каустики.
- 5) Достоинства и недостатки устойчивых и неустойчивых резонаторов.
- 6) Модовый состав излучения. Продольные моды.
- 7) Модовый состав излучения. Поперечные моды.
- 8) Монохроматичность лазерного излучения. Условие одномодового режима генерации.
- 9) Трехзеркальный резонатор.
- 10) Энергетические характеристики лазера. Мощность.
- 11) Энергетические характеристики лазера. КПД.
- 12) Пространственные характеристики лазерных пучков. Распределение интенсивности по сечению пучка.
- 13) Пространственные характеристики лазерных пучков. Расходимость пучка.
- 14) Фокусировка лазерного излучения.
- 15) Глубина резкости пучка.
- 16) Определение размеров пятна.
- 17) Самофокусировка.
- 18) Временная когерентность. Время когерентности. Длина когерентности.
- 19) Пространственная когерентность. Радиус когерентности.

5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины – экзамен.

Примерный перечень вопросов

- 1) Основы квантовой теории излучения. Спонтанное излучение. Время жизни частицы в возбужденном состоянии. Вероятность спонтанного перехода.
- 2) Индуцированное излучение. Поглощение света. Коэффициенты Эйнштейна. Объемная плотность энергии.
- 3) Инверсная населенность уровней.
- 4) Естественное уширение. Спектральная линия, полуширина, ядро, крылья.
- 5) Столкновительное уширение. Лоренцов контур. Форм-фактор. Однородное и неоднородное уширение.
- 6) Доплеровское уширение. Гауссов контур.
- 7) Сравнение лоренцова и гауссова профилей.
- 8) Вероятность вынужденного перехода.
- 9) Сечение вынужденного излучения.
- 10) Коэффициент усиления активной среды.
- 11) Ненасыщенный коэффициент усиления.
- 12) Коэффициент усиления с учетом индуцированных переходов.
- 13) Плотность фотонов насыщения. Интенсивность насыщения.
- 14) Изменение населенности верхнего уровня при включении и выключении накачки.
- 15) Изменение интенсивности вдоль активной среды без учета нерезонансных потерь.
- 16) Нерезонансные потери в активной среде.
- 17) Устройство лазера.
- 18) Пороговый коэффициент усиления.
- 19) Интенсивность выходного излучения лазеров в зависимости от прозрачности выходного зеркала. Оптимальная прозрачность выходного зеркала.
- 20) Типы резонаторов. Диаграмма устойчивости.
- 21) Каустика, формы каустики.
- 22) Достоинства и недостатки устойчивых и неустойчивых резонаторов.
- 23) Модовый состав излучения. Продольные моды.
- 24) Модовый состав излучения. Поперечные моды.
- 25) Подавление поперечных мод высшего порядка.
- 26) Монохроматичность лазерного излучения. Условие одномодового режима генерации.
- 27) Трехзеркальный резонатор.
- 28) Энергетические характеристики лазера. Мощность, КПД.
- 29) Пространственные характеристики лазерных пучков. Распределение интенсивности по сечению пучка и расходимость пучка.
- 30) Фокусировка лазерного излучения.
- 31) Глубина резкости пучка.
- 32) Определение размеров пятна.
- 33) Самофокусировка.
- 34) Временная когерентность. Время когерентности. Длина когерентности.
- 35) Пространственная когерентность. Радиус когерентности.
- 36) Элементарные процессы в газоразрядной плазме.

5.3. Самостоятельная работа обучающегося

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Основы квантовой электроники» включает в себя следующие виды деятельности:

- 1) Аудиторная самостоятельная работа студента по дисциплине выполняется на лабораторных и практических занятиях при решении задач.

2) Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом при углубленном изучении дисциплины по теме пройденной лекции, при подготовке к лабораторным работам. Основной формой самостоятельной работы студента является изучение конспекта лекций, рекомендованной литературы.

Самостоятельная работа завершает задачи всех других видов учебного процесса и может осуществляться на лекциях, семинарах, практических занятиях, лабораторных занятиях, консультациях. Как форма организации учебного процесса самостоятельная работа студентов представляет собой целенаправленную систематическую деятельность по приобретению знаний, осуществляемую вне аудитории.

Контроль выполнения самостоятельной работы осуществляется в ходе выполнения и защиты лабораторных работ по дисциплине, при выполнении практических заданий, на экзамене.

Вопросы для самостоятельной работы студентов

- 1) Вклад Таунса, Прохорова, Басова в квантовую электронику.
- 2) Чем вынужденное излучение отличается от спонтанного?
- 3) Что такое ширина спектральной линии?
- 4) Что такое Гауссов пучок?
- 5) Что такое сечение вынужденного перехода?
- 6) Условие усиления активной среды.
- 7) Что такое концентрация фотонов насыщения?
- 8) Что такое оптический резонатор?
- 9) Какие виды накачки активной среды существуют?
- 10) Что такое устойчивый и неустойчивый резонатор?
- 11) Что такое мода излучения?
- 12) Что такое монохроматичность излучения?
- 13) Что такое добротность резонатора?
- 14) От чего зависит КПД лазера?
- 15) Как уменьшить расходимость излучения?
- 16) Что такое когерентность излучения?

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ Наличие в электронном каталоге ЭБС
Основная литература		
1. Пойзнер Б.Н. Физические основы лазерной техники: учебное пособие / Б.Н. Пойзнер. – 2-е изд., доп. – Москва: ИНФРА-М, 2021. – 160 с. – (Высшее образование: Магистратура). DOI 10.12737/textbook_592d268c487362,64807642. – ISBN 978-5-16-012817-7. - Текст: электронный.	2021	https://znanium.com/catalog/product/1214884
2. Кириллов Г.А. Пособие по физике лазеров: учебное пособие / Г.А. Кириллов, Н.Г. Захаров. – Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2020. – 236 с. – ISBN 978-5-9515-0453-1. – Текст: электронный.	2020	https://znanium.com/catalog/product/1230851
3. Введение в фемтонанопонику: фундаментальные основы и лазерные методы управляемого получения и диагностики наноструктурированных материалов: учебное пособие / С.М. Аракелян, А.О. Кучерик, В.Г. Прокошев [и др.]; под общ. ред. С.М. Аракеляна. – Москва: Логос, 2020. – 744 с. – ISBN 978-5-98704-812-2. - Текст: электронный.	2020	https://znanium.com/catalog/product/1211606

4. Милоков С.П. Лазеры в микро- и нанoeлектронике : учеб. пособие / С.П. Малоков, А.В. Саенко, Ю.В. Клунникова, А.В. Палий; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2018. - 111 с. - ISBN 978-5-9275-3083-0. - Текст: электронный.	2018	https://znanium.com/catalog/product/1039795
Дополнительная литература		
1. Рябцев И.И. Физика лазеров: учебное пособие / Рябцев И.И.. – Новосибирск: Новосибирский государственный университет, 2016. – 80 с. – ISBN 978-5-4437-0483-8. – Текст: электронный.	2016	https://www.iprbookshop.ru/93484.html
2. Бертолотти М. История лазера: научное издание / Бертолотти М.. – Долгопрудный : Издательский Дом «Интеллект», 2015. – 344 с. – ISBN 978-5-91559-183-6. – Текст: электронный.	2015	https://www.iprbookshop.ru/103751.html
3. Белов Н.П. Физические основы квантовой электроники / Белов Н.П., Шерстобитова А.С., Яськов А.Д. - СПб.: Университет ИТМО, 2014. - 65 с. – Текст: электронный.	2014	http://www.iprbookshop.ru/65346.html
4. Ташлыкова-Бушкевич И.И. Физика. Часть 2. Оптика. Квантовая физика. Строение и физические свойства вещества: учебник / Ташлыкова-Бушкевич И.И. - Минск: Высшая школа. – Текст: электронный.	2014	http://www.iprbookshop.ru/35563


6.2. Периодические издания

- 1) Журнал «Квантовая электроника». Архив номеров. Режим доступа: <http://www.mathnet.ru/qe/archive>.
- 2) Научно-технический журнал «Фотоника». Режим доступа: <http://www.photonics.su>.
- 3) Оптический журнал. Режим доступа: <http://opticjournal.ifmo.ru/>.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий. Лекционные аудитории оснащены доской (для мела или маркера), экраном для проекционных систем, проектором и ноутбуком.

Практические и лабораторные работы проводятся в научных и учебных лабораториях 107-3, 123-3, 420-3, 430-3, 431-3, где размещены: волоконный лазер непрерывного излучения, миллисекундная лазерная установка, комплекс лазерной маркировки, лазерный проекционный микроскоп.

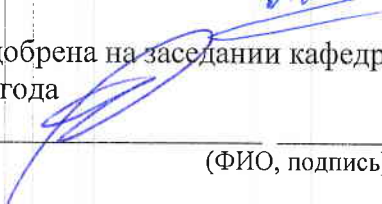
Рабочую программу составил старший преподаватель каф. ФизПМ С.В. Жирнова 

Рецензент

Генеральный директор ООО «ВладИнТех» 

А.В. Осипов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры физики и прикладной математики
Протокол № 1 от 30.08.2021 года

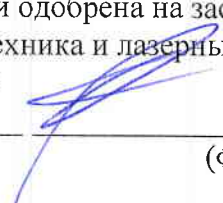
Заведующий кафедрой 

С.М. Аракелян

(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии
направления 12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии

Протокол № 1 от 30.08.2021 года

Председатель комиссии 

С.М. Аракелян

(ФИО, подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20 22 / 20 23 учебный года

Протокол заседания кафедры № 1 от 10.08.2022 года

Заведующий кафедрой _____

С.И. Абрамен

Рабочая программа одобрена на 20 ____ / 20 ____ учебный года

Протокол заседания кафедры № ____ от ____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на 20 ____ / 20 ____ учебный года

Протокол заседания кафедры № ____ от ____ года

Заведующий кафедрой _____