

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
(Наименование института)

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
_____ К.С. Хорьков
« 30 » 08 _____ 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
(наименование дисциплины)

направление подготовки / специальность

12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии
(код и наименование направления подготовки (специальности))

направленность (профиль) подготовки

Лазерные и квантовые технологии
(направленность (профиль) подготовки)

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины «Лазерные технологии» являются развитие у студентов компетенций, которые позволяют: применять основные методы определения физических параметров лазерного излучения, физические принципы и аппаратурную реализацию методов в лазерных устройствах и технологиях; – подготовить их к самостоятельной научно-исследовательской и научно-педагогической деятельности, выработке организованности, трудолюбия и коммуникабельности; – использовать совокупность средств и способов человеческой деятельности, направленной на проектирование, конструирование, технологию производства и эксплуатацию приборов и устройств квантовой и оптической электроники различного функционального назначения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Лазерные технологии» относится к обязательным дисциплинам 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	
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации. УК-1.2. Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности. УК-1.3. Владеет навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками; методами принятия решений.	Знать: базовые принципы системного анализа; правила составления аналитических документов; правила оформления ссылок на библиографические описания; Уметь: соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности Владеть: практическим опытом работы с информационными источниками; навыки использования диалектического метода познания при анализе и синтезе информации различной природы и в различном контексте;	Тестовые вопросы Ситуационные задачи Практико-ориентированное задание
УК-4 Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)	УК-4.1. Знает литературную форму государственного языка, основы устной и письменной коммуникации на иностранном языке, функциональные стили родного языка, требования к деловой коммуникации. УК-4.2. Умеет выражать свои мысли на государственном, родном и иностранном языке в ситуации деловой коммуникации. УК-4.3. Владеет навыками составления текстов на государственном и родном языках, опыт перевода текстов с иностранного языка на родной, опыт общения на государственном и иностранном языках.	Знать: литературную форму государственного языка РФ; основы устной и письменной коммуникации на иностранном языке; требования к деловой коммуникации; Уметь: выражать свои мысли на государственном языке в ситуации деловой коммуникации; выражать свои мысли на иностранном языке в условиях деловой коммуникации; вести общение в духе взаимного уважения и соблюдения этических и юридических норм; Владеть:	Тестовые вопросы Ситуационные задачи Практико-ориентированное задание

		<p>навыком делового общения на государственном языке РФ с использованием вербальных и невербальных средств;</p> <p>навыки делового общения на иностранном языке с использованием вербальных и невербальных средств;</p>	
<p><i>УК-6</i> Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни</p>	<p>УК-6.1. Знает основные принципы самовоспитания и самообразования, исходя из требований рынка труда.</p> <p>УК-6.2. Умеет эффективно планировать и контролировать собственное время; использовать методы саморегуляции, саморазвития, самообучения.</p> <p>УК-6.3. Владеет способами управления своей познавательной деятельностью и удовлетворения образовательных интересов и потребностей.</p>	<p>Знать: основные понятия и законы экономики, методы экономического планирования; основные закономерности и требования рынка труда;</p> <p>Уметь: формулировать цели личного и профессионального развития и условия их достижения в связи с поставленной задачей в области профессиональной деятельности;</p> <p>Владеть: навыками самостоятельного приобретения новых знаний и навыков;</p>	<p>Тестовые вопросы Ситуационные задачи Практико-ориентированное задание</p>
<p><i>ПК-1</i> Способен анализировать задачи по проектированию типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптоэлектронных приборов и систем</p>	<p>ПК-1.1. Знает: типовую структуру описания научного исследования на этапе его планирования; примеры постановки задач научных исследований в области лазерной техники и лазерных технологий и в смежных областях.</p> <p>ПК-1.2. Умеет: работать с источниками информации о программах финансовой поддержки научных исследований; определять актуальность планируемых научных исследований на основе анализа источников научно-технической информации в области лазерной техники и лазерных технологий.</p> <p>ПК-1.3. Владеет (навыки): навыки составления описания планируемого научного исследования; навыки использования междисциплинарного подхода при анализе научно-технической проблемы и планировании исследований в области лазерной техники и лазерных технологий.</p>	<p>Знать: □ типовую структуру описания научного исследования на этапе его планирования; □ примеры постановки задач научных исследований в области лазерной техники и лазерных технологий и в смежных областях.</p> <p>Уметь: □ работать с источниками информации о программах финансовой поддержки научных исследований; □ определять актуальность планируемых научных исследований на основе анализа источников научно-технической информации в области лазерной техники и лазерных технологий.</p> <p>Владеть (навыки): □ навыки составления описания планируемого научного исследования; навыки использования междисциплинарного подхода при анализе научно-технической проблемы и планировании исследований в области лазерной техники и лазерных технологий.</p>	<p>Тестовые вопросы Ситуационные задачи Практико-ориентированное задание</p>
<p><i>ПК-2</i> Способен участвовать в разработке технических требований и заданий на проектирование типовых систем, приборов,</p>	<p>ПК-2.1. Знает методы и средства измерений параметров лазерного излучения; методы математического моделирования в области профессиональной деятельности; требования безопасности при проведении экспериментальных исследований лазерной техники, лазерных оптоэлектронных приборов и систем.</p>	<p>Знать: □ методы и средства измерений параметров лазерного излучения; □ методы математического моделирования в области профессиональной деятельности; □ требования безопасности при проведении экспериментальных исследований лазерной техники, лазерных оптоэлектронных приборов и систем.</p>	<p>Тестовые вопросы Ситуационные задачи Практико-ориентированное задание</p>

узлов и деталей лазерной техники, лазерных опто-электронных приборов и систем	ПК-2.2. Умеет измерять параметры лазерного излучения; разрабатывать модели исследуемых процессов и явлений в области профессиональной деятельности; участвовать в теоретических и экспериментальных исследованиях в области лазерной техники и лазерных технологий. ПК-2.3. Владеет навыками целенаправленного планирования экспериментов; проведения математических и физических экспериментов в области профессиональной деятельности и анализа их результатов; навыки использования средств автоматизации при проведении экспериментальных исследований.	Уметь: □ измерять параметры лазерного излучения; □ разрабатывать модели исследуемых процессов и явлений в области профессиональной деятельности; □ участвовать в теоретических и экспериментальных исследованиях в области лазерной техники и лазерных технологий. Владеть (навыки): □ навыки целенаправленного планирования экспериментов; □ проведения математических и физических экспериментов в области профессиональной деятельности и анализа их результатов; навыки использования средств автоматизации при проведении экспериментальных исследований.	
ПК-4 . Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки по отдельным разделам темы в области лазерных и квантовых технологий	ПК-4.1. Знает области применения, принципы действия, компоненты и типичные выходные характеристики волоконных лазеров. ПК-4.2. Умеет анализировать возможные области применения волоконного лазера в зависимости от его характеристик; выполнять расчёт параметров волоконных лазерных систем и входящих в них компонентов. ПК-4.3. Владеет навыками анализа конкурентоспособности разрабатываемых лазерных систем; навыки расчёта параметров волоконного лазера и параметров входящих в него компонентов.	Знать: • области применения, принципы действия, компоненты и типичные выходные характеристики волоконных лазеров. Уметь: • анализировать возможные области применения волоконного лазера в зависимости от его характеристик; • выполнять расчёт параметров волоконных лазерных систем и входящих в них компонентов. Владеть (навыки): • навыки анализа конкурентоспособности разрабатываемых лазерных систем; • навыки расчёта параметров волоконного лазера и параметров входящих в него компонентов.	Тестовые вопросы Ситуационные задачи Практико-ориентированное задание

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	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Введение	7	1	2	-	-	-	10	
2	Принцип действия лазеров. Структурная схема лазера. Основные свойства лазерного излучения.	7	2-3	9	3	3	2	22	

	Основные свойства лазерного излучения.								
3	Оптические резонаторы Процессы и способы накачки.	7	4-5	8	3	3	1	18	рейтинг-контроль №1
4	Параметры и характеристики лазерного излучения	7	6-7	8	6	6	2	22	рейтинг-контроль №2
5	Режимы работы лазеров. Особенности основных режимов. Классификация и типы лазеров. Газовые лазеры.	7	8-9	9	6	6	1	9	рейтинг-контроль №3
Всего за 7 семестр		7	9	36	18	18	-	81	Экзамен, 27
Наличие в дисциплине КП/КР				+					Курс. раб
Итого по дисциплине				36	18	18	-	81	Экзамен, 27, Курс. раб

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1. Введение.

Определение лазера как прибора. Роль лазеров в современном приборостроении. Сравнение лазера с другими источниками энергии. Краткий исторический очерк. Современное состояние и перспективы развития лазеров.

Раздел 2. Принципы действия лазеров.

Энергетические уровни атомов, ионов и молекул. Оптические переходы. Поглощение, спонтанное и вынужденное излучение. Активная среда и инверсия населенностей. Способы создания инверсии в различных средах. Усиление света в реальной среде. Коэффициент потерь. Насыщение усиления.

Раздел 3. Структурная схема лазера.

Основные элементы лазера и их роль. Лазер как усилитель с положительной обратной связью. Роль спонтанного излучения в развитии генерации. Классификация лазеров.

Раздел 4. Основные свойства лазерного излучения.

Монохроматичность. Когерентность. Направленность. Яркость. Поляризованность. Способы получения этих свойств от обычных источников и их недостатки. Преимущества лазера как источника излучения, вытекающие из его свойств излучения.

Раздел 5. Оптические резонаторы.

Резонатор как оптический волновод. Потери излучения и добротность резонатора, резонансные свойства. Устойчивые и неустойчивые резонаторы. Моды резонатора и их обозначение. Плоский и конфокальный резонаторы и их свойства. Основные процессы, происходящие в активном резонаторе: усиление и потери мощности, формирование модового состава излучения, спектральных характеристик.

Раздел 6. Процессы и способы накачки.

Способы создания инверсии в различных средах. Оптическая накачка. Системы оптической накачки. Скорость и эффективность оптической накачки.

Электронная накачка. Возбуждение электронным ударом. Эффективность накачки. Ее особенности и недостатки. Возбуждение посредством резонансной передачи энергии. Упругие и неупругие соударения.

Селективные способы накачки: фотодиссоциация, фотовозбуждение. Электронный пучок.

Раздел 7. Параметры и характеристики лазерного излучения.

Энергетические, временные, спектральные и пространственные характеристики лазерного излучения. Расходимость, длина волны. Понятие ближней и дальней зоны, размер пучка, форма волнового фронта. Эксплуатационные параметры лазеров.

Раздел 8. Режим работы лазеров. Особенности основных режимов.

Режим свободной генерации. Режим модуляции добротности резонатора. Режим синхронизации мод. Многомодовый, одномодовый и одночастотный режимы генерации лазера.

Раздел 9. Классификация и типы лазеров. Классификация по типу активной среды. Классификация по способу накачки. Классификация по режиму работы. Главные достоинства и недостатки основных типов лазеров.

Раздел 10. Газовые лазеры.

Общие особенности и типы газовых лазеров. Обеспечение инверсии в газовых лазерах. Газовые лазеры на нейтральных атомах. Ионные лазеры. Лазеры на парах металлов. Молекулярные газовые лазеры. Требования к рабочему веществу мощных газовых лазеров с высоким КПД. Механизм инверсии. Роль азота и гелия. CO₂ - лазеры с продольной прокачкой. CO₂ - лазеры с поперечной прокачкой газа. TEA CO₂ - лазеры. Газодинамические лазеры. Лазеры на эксимерах. Химические лазеры.

Раздел 11. Твердотельные лазеры.

Общие особенности и типы твердотельных лазеров. Системы оптической накачки. Активные среды. Трехуровневые и четырехуровневые твердотельные лазеры. Перестраиваемые твердотельные лазеры. Перспективы развития.

Раздел 12. Жидкостные лазеры.

Общие особенности и типы жидкостных лазеров. Лазеры на растворах органических красителей. Управление спектром излучения жидкостных лазеров.

Раздел 13. Полупроводниковые лазеры.

Общие особенности. Создание инверсии в полупроводниках. Лазеры с электронной накачкой. Инжекторные лазеры. Лазеры на гомоструктурах и гетероструктурах.

Раздел 14. Лазеры на свободных электронах, рентгеновские и гамма - лазеры. Основные особенности, проблемы и тенденции развития.

Раздел 15. Конструктивные особенности элементов лазеров различных типов.

Раздел 16. Техника безопасности при работе с лазерами.

Требование, нормы и правила безопасности при производстве, монтаже, юстировке и работе с лазерами и лазерными установками.

Раздел 17. Применение лазеров и тенденции развития.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине

Раздел 1. Исследование свойств оптических резонаторов.

Раздел 2. Исследование работы лазера в режиме модуляции добротности резонатора.

Раздел 3. Исследование работы газовых лазеров различных типов.

Раздел 4. Исследование работы твердотельного лазера.

Раздел 5. Исследование полупроводникового лазера.

Раздел 6. Изучение конструктивных элементов газовых и твердотельных лазеров.

Содержание практических занятий по дисциплине

1. Смоделировать прохождение лазерным лучом интерферометра Маха-Зендера в формализме векторов состояния и матриц плотности.

2. Решить систему дифференциальных уравнений модели одномодового технологического лазера.

3. Смоделировать прохождение лазерного излучения через оптическую систему.

4. Исследовать влияние внешнего электрического поля на частоту излучения лазера.

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

Примерный перечень вопросы рейтинг-контроля:

Вопросы рейтинг-контроля №1

1. Историческая хронология начальных этапов квантовой электроники.

2. Волновая теория открытых резонаторов.

3. Гауссовы пучки.

4. Волноводные резонаторы.

5. Режим модулированной добротности резонатора.

Вопросы рейтинг-контроля №2

1. Методы селекции продольных типов колебаний.
2. Методы селекции поперечных типов колебаний.
3. Пространственная и временная когерентность излучения.
4. Кольцевые лазеры и методы анализа встречных волн.
5. Лазеры на твердом теле.

Вопросы рейтинг-контроля №3

1. Лазеры на органических хеллатах.
2. Лазеры на красителях.
3. Твердотельные лазеры с накачкой от диодов полупроводниковых лазеров.
4. Полупроводниковые лазеры на гетероструктурах.
5. Лазеры на углекислом газе (CO₂-лазер).

Вопросы для контроля самостоятельной работы

1. Принцип действия CO₂ лазеров непрерывного действия и их конструктивные особенности.
2. Принцип действия твердотельных YAG:Nd³⁺ лазеров.
3. Способы управления параметрами лазерного излучения, получение гигантского импульса.
4. Основные типы оптических затворов и их принцип действия.
5. Способы управления лазерным излучением при непрерывной и импульсной накачке.
6. Методы управления параметрами лазерного излучения в пространстве.
7. Принципы и схемы построения лазерных технологических комплексов.
8. Конструктивные особенности лазерных комплексов по резке металлических материалов.
9. Схемы и технологию лазерных маркеров и гравиров.
10. Схемы и физические принципы лазерных комплексов по сварке и наплавке.
11. Нормы и методы по технике безопасности при работе с лазерами.
12. Основные физические процессы. Сопровождающие силовое воздействие лазерного излучения на вещество.
13. Тепловые процессы при взаимодействии лазерного излучения с веществом.
14. Основные стадии взаимодействия лазерного излучения с веществом.

Примерные темы курсовых работ

1. Лазеры и нелинейная оптика.
2. Эффект удвоения частоты.
3. Вынужденное рассеяние света.
4. Двухфотонное и многофотонное поглощение.
5. Нелинейный фотоэффект.
6. Физическая основа голографии.
7. Лазеры и опорное направление.
8. Лазерные неразрушающие методы контроля.
9. Лазерные системы записи и хранения информации.
10. Лазерные технологии при обработке различных материалов.
11. Лазерные лидары.
12. Лазерные системы связи.
13. Применение лазеров для получения высокотемпературной плазмы.
14. Лазерные технологии резки лазером неметаллических материалов.
15. Лазерные технологии маркировки изделий.
16. Волноводные лазеры и области их применения.
17. Лазерные технологии гравировки.
18. Лазерные технологии сварки.
19. Лазерные технологии упрочнения поверхности отжига и металлических изделий.

20. Лазерные 3D технологии.

Примерный перечень вопросов к экзамену по дисциплине

1. Лазерная наплавка. Назначение и сущность наплавки.
2. Требования, предъявляемые к процессу наплавки.
3. Недостатки традиционных способов наплавки и преимущества лазерной наплавки.
4. Наплавочные материалы.
5. Лазерная маркировка и гравировка. Суть и назначение процессов.
6. Достоинства лазерной маркировки. Схемы лазерной маркировки.
7. Лазерная обработка отверстий.
8. Сущность процессов (физических, металлургических), происходящих при одноимпульсной и многоимпульсной обработке отверстий.
9. Преимущества лазерной пробивки отверстий.
10. Лазерная технология послойного изготовления трехмерных объектов. Принципы и схемы формирования деталей (объектов).
11. Лазерные технологии в микроэлектронике.
12. Виды лазерных технологических процессов, применяемых в микроэлектронике.
13. Основные преимущества и недостатки лазерных технологий в микроэлектронике.
14. Лазерная динамическая балансировка деталей.
15. Назначение и суть лазерной балансировки.

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 электронной библиотеке ВлГУ
Основная литература*		
Аракелян С.М., Введение в фемтонанопластику: фундаментальные основы и лазерные методы управляемого получения и диагностики наноструктурированных материалов : учебное пособие / С.М. Аракелян, А.О. Кучерик, В.Г. Прокошев, В.Г. Рау, А.Г. Сергеев; под общ. ред. С.М. Аракеляна - М. : Логос, 2017. - 744 с. - ISBN 978-5-98704-812-2	2017	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987048122.html (дата обращения: 23.01.2020).
Богданов, А.В. Волоконные технологические лазеры и их применение : учебное пособие / А.В. Богданов, Ю.В. Голубенко. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 236 с. — ISBN 978-5-8114-2027-8.	2018	https://e.lanbook.com/book/101825
Богданов, А.В. Волоконные технологические лазеры и их применение : учебное пособие / А.В. Богданов, Ю.В. Голубенко. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 236 с. — ISBN 978-5-8114-2027-8.	2018	https://e.lanbook.com/book/101825
Дополнительная литература		
Шандыбина, Г. Д. Информационные лазерные технологии : учебное пособие / Г. Д. Шандыбина, В. А. Парфенов. — Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2008. — 107 с. — ISBN 2227-8397.	2008	http://www.iprbookshop.ru/66477.html
Федоров, Б. М. Технология и оборудование лазерной обработки. Часть 2 : методические указания к лабораторным работам по курсу «Технология лазерной обработки» / Б. М. Федоров, Н. А. Смирнова. — Москва : Московский государственный технический	2014	http://www.iprbookshop.ru/31648.html

университет имени Н.Э. Баумана, 2014. — 36 с. — ISBN 978-5-7038-3831-0.		
3. Щапова И.А., Основы оптоэлектроники и лазерной техники [Электронный ресурс] / И.А. Щапова - М. : ФЛИНТА, 2017. - 235 с. - ISBN 978-5-9765-0040-4	2017	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785976500404.html

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

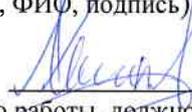
Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Практические занятия проводятся в аудитории (или компьютерном классе), оборудованной мультимедийным оборудованием (430-3, 431-3 или аналогичной аудитории в зависимости от сетки расписания).

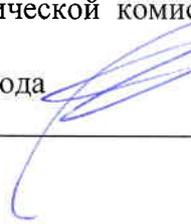
Перечень используемого лицензионного программного обеспечения:

MatLab; MS Word; MS Excel; Zemax.

Рабочую программу составил профессор кафедры ФиПМ Югов В. И. 
(должность, ФИО, подпись)

Рецензент
Генеральный директор ООО «ВладИнТех»  А.В. Осипов
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФиПМ
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, должность, подпись)

ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на 20 22 / 20 23 учебный года
Протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.2022 года
Заведующий кафедрой  С.М. Аракелян

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 _____