

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор  
по учебно-методической работе

А.А.Панфилов

«23» *декабря* 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ ЛАЗЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ»**  
 (наименование дисциплины)

Направление подготовки 12.04.05 Лазерная техника и лазерные технологии

Профиль/программа подготовки Твердотельные и полупроводниковые лазерные системы

Уровень высшего образования Магистратура

Форма обучения Очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточно- го контроля (экз./зачет)
2	5 / 180	18	36	18	63	Экзамен / 45/ КР
Итого	5 / 180	18	36	18	63	Экзамен / 45/ КР

Владимир 2015

*Рис*

## **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целями освоения дисциплины (модуля) «Основы конструирования лазерных технологических комплексов» является формирование у студентов знаний и понимания принципов, подходов и общих правил конструирования лазерных технологических комплексов как промышленного оборудования, отвечающего назначению и требованиям, предъявляемых к этим комплексам реальным производством. Для широкомасштабного внедрения в производство лазерных технологий необходимо создавать современные, надёжные, высокопроизводительные, удобные и недорогие в эксплуатации лазерные технологические комплексы. Следовательно, для создания и освоения комплексов необходимо готовить грамотных молодых специалистов, владеющих знаниями по основам конструирования лазерных технических комплексов.

Практические занятия по данному курсу направлены на выполнение студентами конкретных задач по поиску и предложению конструкторских решений создания тех или иных составных частей, узлов и элементов лазерных комплексов.

Задачи дисциплины:

- теоретическая подготовка в области расчетов, разработки и конструирования, позволяющая будущим магистрам ориентироваться в научной и технической информации и создающая им возможность избирательно пользоваться этой информацией в своей будущей работе;
- формирование творческого, аналитического мышления и стремления самостоятельно находить новые оригинальные конструкторские решения по созданию отдельных элементов, узлов, систем и комплексов в целом.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

Данная дисциплина относится к базовой части ОПОП. Изучение данной дисциплины проходит во 2-м семестре и базируется на знаниях, приобретённых студентами в рамках курсов «История и методология лазерной техники и лазерных технологий», «Методы и средства измерений параметров лазерного излучения», «Менеджмент качества в лазерной технике и лазерных технологиях» и др.

Данный курс обеспечивает дальнейшее изучение дисциплин «Проектирование электронных модулей управления лазерными системами», «Лазерные микро- и нанотехнологии», «Проектирование систем транспортировки и наведения лазерного излучения» и др., и понадобится для изучения специальных дисциплин.

Знания, полученные в рамках изучения данной дисциплины, могут быть применены для написания выпускной квалификационной работы.

## **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

- способность разрабатывать функциональные и структурные схемы приборов и систем лазерной техники с определением их физических принципов действия, структурно-логических связей и установлением технических требований на отдельные блоки и элементы (ПК-4);

- способность проектировать и конструировать узлы, блоки лазерных приборов, систем и комплексов с использованием средств компьютерного проектирования, проводить проектные расчеты и выполнять технико-экономическое обоснование (ПК-5);
- способность оценить технологичность конструкторских решений, разработать технологические процессы сборки (юстировки) и контроля лазерных, оптико-электронных, механических и оптических блоков, узлов и деталей лазерных систем и комплексов (ПК-6);
- способность проводить технические расчеты по проектам, технико-экономическому и функционально-стоимостному анализу эффективности проектируемых приборов и систем, включая оценку инновационных рисков коммерциализации проектов (ПК-7);
- способность составить техническую документацию, включая инструкции по эксплуатации, технике безопасности и защите при работе с лазерным излучением, программы испытаний, технические условия на продукцию (ПК-8);
- способность проектировать, разрабатывать и внедрять технологические процессы и режимы производства, осуществлять контроль качества лазерных приборов, систем, комплексов и их элементов (ПК-9);
- способность разрабатывать технические задания на проектирование приспособлений, оснастки и специального инструмента, предусмотренных технологией (ПК-10);

В результате освоения дисциплины студент должен демонстрировать освоение указанных компетенций по дескрипторам «знания, умения, владения», в соответствии с тематическими модулями дисциплины, применять полученные знания в последующем обучении и профессиональной деятельности:

1. **Знать:** определение общих форм, закономерностей, инструментальных средств для данной дисциплины.

2. **Уметь:** разрабатывать функциональные и структурные схемы приборов и систем лазерной техники с определением их физических принципов действия, структурно-логических связей и установлением технических требований на отдельные блоки и элементы; оценить технологичность конструкторских решений, разработать технологические процессы сборки (юстировки) и контроля лазерных, оптико-электронных, механических и оптических блоков, узлов и деталей лазерных систем и комплексов; проводить технические расчеты по проектам, технико-экономическому и функционально-стоимостному анализу эффективности проектируемых приборов и систем, включая оценку инновационных рисков коммерциализации; составить техническую документацию, включая инструкции по эксплуатации, технике безопасности и защите при работе с лазерным излучением, программы испытаний, технические условия на продукцию; разрабатывать технические задания на проектирование приспособлений, оснастки и специального инструмента, предусмотренных технологией.

3. **Владеть:** способностью проектировать и конструировать узлы, блоки лазерных приборов, систем и комплексов с использованием средств компьютерного проектирования, проводить проектные расчеты и выполнять технико-экономическое обоснование; способностью проектировать, разрабатывать и внедрять технологические процессы и режимы производства, осуществлять контроль качества лазерных приборов, систем, комплексов и их элементов.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	Организация процесса проектирования лазерных технологических комплексов	2	1-4	4	8	-		16	+	6 / 50%	
2	Основные типы универсальных лазерных технологических комплексов и особенности их конструирования	2	5-9	4	10	6		14	+	10 / 50%	Рейтинг-контроль №1
3	Специальные и специализированные лазерные комплексы	2	10-14	6	10	12		16	+	14 / 50%	Рейтинг-контроль №2
4	Тенденции развития лазерного технологического оборудования	2	15-18	4	8	-	+	17	+	6 / 50%	Рейтинг-контроль №3
<b>Всего</b>		<b>2</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>18</b>		<b>63</b>	<b>КР</b>	<b>36 / 50%</b>	<b>Экзамен 45</b>

#### СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### ЛЕКЦИИ

**Раздел 1. Организация процесса проектирования лазерных технологических комплексов.**

Тема 1. Требования к технологическим лазерам, лазерным комплексам и к их основным системам, как промышленному оборудованию (2 часа).

Тема 2. Разработка технологического задания на создание АЛТК (1 час).

Тема 3. Этапы проектирования автоматизированных лазерных технологических комплексов (1 час).

**Раздел 2. Основные типы универсальных лазерных технологических комплексов и особенности их конструирования.**

Тема 4. Классификация ЛТК. Лазерные комплексы с манипуляторами обрабатываемых изделий (2 часа).

Тема 5. Лазерные технологические комплексы с манипуляторами оптики и излучения (1 час).

Тема 6. Лазерные технологические комплексы смешанного типа (1 час).

### Раздел 3. Специальные, специализированные и комбинированные лазерные комплексы.

Тема 7. Специальные и специализированные лазерные комплексы (3 часа).

Тема 8. Комбинированные комплексы. Гибкие перестраиваемые комплексы (3 часа).

### Раздел 4. Тенденции развития лазерного технологического оборудования.

Тема 9. Совершенствование конструкций технологических лазеров и комплексов (2 часа).

Тема 10. Экономические тенденции и развитие организации производства комплексов (2 часа).

### ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

**Практическая работа №1.** Организация процесса проектирования лазерных технологических комплексов (8 часов).

**Практическая работа №2.** Основные типы универсальных лазерных технологических комплексов и особенности их конструирования (10 часов).

**Практическая работа №3.** Специальные и специализированные лазерные комплексы (10 часов).

**Практическая работа №4.** Тенденции развития лазерного технологического оборудования (8 часов).

### ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ

**Лабораторная работа №1.** Изучение комплексов лазерной резки (4 часа).

**Лабораторная работа №2.** Изучение комплексов лазерной сварки (4 часа).

**Лабораторная работа №3.** Изучение комплексов лазерного термоупрочнения (6 часов).

**Лабораторная работа №4.** Разработка алгоритмов обработки деталей на лазерных технологических комплексах.

**Лабораторная работа №5.** Лабораторный анализ закаленного лазером образца детали

**Лабораторная работа №6.** Техническое обслуживание лазерных технологических комплексов.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для достижения планируемых результатов освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии:

- информационно-развивающие технологии;
- развивающие проблемно-ориентированные технологии;
- лично-ориентированные технологии обучения.

Методы	Лекция	Лабораторные и практические занятия	СРС
Метод ИТ	+	+	+
Работа в команде		+	
Case-study		+	
Проблемное обучение	+	+	
Контекстное обучение		+	+
Обучение на основе опыта	+	+	+
Индивидуальное обучение		+	+
Междисциплинарное обучение	+	+	+
Опережающая самостоятельная работа			+

- лекционно-семинарская система обучения (традиционные лекционные и лабораторные занятия);

- обучение в малых группах (выполнение лабораторных работ в группах из двух или трёх человек);
- мастер-классы (демонстрация на лабораторных занятиях принципов расчета и проектирования оптических деталей и оптических систем);
- применение мультимедиа технологий (проведение лекционных занятий с применением компьютерных презентаций и демонстрационных роликов с помощью проектора или ЭВМ).

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

### **ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ**

Текущим контролем успеваемости является действующая в университете система рейтинг-контроля.

#### **Контрольные вопросы и задания к рейтинг-контролю №1**

1. Требования к технологическим лазерам, связанные с их назначением.
2. Требования к лазерным технологическим комплексам, связанные с экономикой эксплуатации и с изготовлением.
3. Основные принципы конструирования лазерных технологических комплексов.
4. Основные параметры лазера и технологического поста, указываемые в технологическом задании на создание лазерного технологического комплекса.
5. Требования к системе управления лазером и автоматизированным лазерным технологическим комплексом, указываемые в технологическом задании на создание комплекса.
6. Необходимость, назначение и структура технического задания на разработку АЛТК.
7. Этапы проектирования автоматизированных лазерных технологических комплексов.
8. Структурно-функциональная схема типового АЛТК.
9. Работы, выполняемые на этапе разработки технического проекта АЛТК.

#### **Контрольные вопросы и задания к рейтинг-контролю №2**

1. Лазерные технологические комплексы с манипуляторами оптики и излучения. Состав, сферы применения, концепции построения и особенности конструирования.
2. Лазерные технологические комплексы с манипуляторами обрабатываемых изделий. Состав, сферы применения, концепции построения и особенности конструирования.
3. Лазерные технологические комплексы смешанного типа. Варианты количества, сферы применения и особенности конструирования.
4. Комбинированные лазерные технологические комплексы. Гибкие перестраиваемые системы.
5. Специальные и специализированные лазерные комплексы.
6. Лазер - роботы. В чем их принципиальное отличие от других ЛТК? Какие факторы надо учитывать при выборе концепции и кинематики лазер – робота?
7. Дать определение понятиям: «рабочее пространство», «граница до-стижимости».

8. В чем принципиальная разница в подходах к проектированию универсальных, специализированных и специальных ЛТК? В каких случаях предпочтительно использование (проектирование) тех или иных комплексов?

### Контрольные вопросы и задания к рейтинг-контролю №3

1. Лазерные технологические комплексы с манипуляторами оптики и излучения. Состав, сферы применения, концепции построения и особенности конструирования.
2. Лазерные технологические комплексы с манипуляторами обрабатываемых изделий. Состав, сферы применения, концепции построения и особенности конструирования.
3. Лазерные технологические комплексы смешанного типа. Варианты количества, сферы применения и особенности конструирования.
4. Комбинированные лазерные технологические комплексы. Гибкие перестраиваемые системы.
5. Специальные и специализированные лазерные комплексы.
6. Лазер - роботы. В чем их принципиальное отличие от других ЛТК? Какие факторы надо учитывать при выборе концепции и кинематики лазер – робота?
7. Дать определение понятиям: «рабочее пространство», «граница до-стижимости».
8. В чем принципиальная разница в подходах к проектированию универсальных, специализированных и специальных ЛТК? В каких случаях предпочтительно использование (проектирование) тех или иных комплексов?

### Вопросы к экзамену

1. Требования к лазерам и лазерным комплексам, как к промышленному оборудованию.
2. Какие исходные данные требуются для проектирования резонатора лазера и какие работы выполняются на этапе проектирования?
  1. Основные принципы конструирования технологических лазеров. В чем важность формулирования этих принципов и соблюдения их при создании лазеров?
  2. ЛТК с манипуляторами обрабатываемых изделий. На какие виды подразделяются и в каких случаях предпочтительно их использовать?
1. Техническое задание (ТЗ) на создание АЛТК. В чем необходимость ТЗ, из каких основных разделов состоит, какие вопросы и параметры там должны быть освещены, кто разрабатывает проект ТЗ, кто согласовывает, кто утверждает?
2. ЛТК с манипуляторами оптики. На какие типы подразделяются и в каких случаях предпочтительно их использовать?
  1. Структурно – функциональная схема АЛТК. Назначение и взаимосвязь основных систем и элементов комплекса.
  2. ЛТК смешанного (по манипулированию) типа. На какие виды подразделяются и в каких случаях предпочтительно их использовать?
1. Из каких этапов состоит процесс проектирования лазерных комплексов? В чем необходимость разделения процесса на этапы, какой круг задач решается на каждом этапе, можно ли обойтись без этих этапов?
2. Лазер – роботы. В чем необходимость в лазер – роботах, в чем их принципиальная особенность, какими основными параметрами характеризуются технологические возможности лазер – роботов?

1. Какая цель ставится и какие вопросы решаются, создавая экспериментальный образец и опытно – промышленный образец АЛТК?

2. Какие исходные данные требуются для проектирования стола – манипулятора и какие вопросы в какой последовательности решаются на этапе проектирования?

1. Классификация лазерных технологических комплексов. На какие виды подразделяются универсальные ЛТК?

2. Для чего и какие приспособления и технологическая оснастка разрабатываются и применяются в АЛТК, какие функции они выполняют и какие требования к ним предъявляются?

1. Перечислите основной состав оборудования типичного технологического поста и от каких факторов зависят тип, концепция, состав, структура и конструкция поста.

2. Какие исходные данные требуются для проектирования системы вакуумирования и газообеспечения ЛТК и какие вопросы решаются (разрабатываются) на базе этих данных в процессе проектирования?

### **Вопросы для контроля самостоятельной работы**

1. Мероприятия, средства и организация безопасности эксплуатации ЛТК.

2. Какими исходными данными, факторами и аргументами руководствуются при принятии решения какой тип ЛТК спроектировать: с манипулятором оптики, с манипулятором изделия и смешанный?

3. Работы, выполняемые на этапе разработки рабочего проекта АЛТК.

4. Лазер – роботы, в чем их принципиальная особенность, какими основными параметрами характеризуются?

5. Основные принципы конструирования технологических лазеров.

6. Промышленные роботы.

7. Алгоритм подготовки и обработки деталей к лазерной закалке.

8. Твердость, виды, понятия.

9. Основной элементный состав лазерного технологического комплекса.

10. Лабораторный анализ закаленного лазером образца детали.

11. Особенности мощных диодных лазерных источников.

12. Особенности мощных твердотельных лазерных источников.

13. Особенности мощных CO<sub>2</sub> лазерных источников.

14. Особенности мощных многолучевых лазерных источников, их преимущества и недостатки.

15. Роботизированные комплексы, области применения..

16. Виды сталей, особенности, применение.

17. Основы автоматизации производства.

18. Лазерная наплавка, сфера применения, особенности при работе.

19. Комплексы для лазерной резки.

20. Комплексы для лазерной сварки.

### **Темы курсовых работ**

1. Лазерные технологические комплексы

2. Повышение эффективности резки алюминиевых сплавов комбинированным лазерным лучом.

3. Технология селективного лазерного спекания.



4. Волоконно-оптическая система транспортировки лазерного излучения для обработки материалов.
5. Оптика современных лазеров.
6. Лазерное упрочнение металлических материалов, лазерные комплексы термоупрочнения.
7. Обзор технологий и лазерных комплексов для быстрого прототипирования.
8. Лазерная сварка, материалы, технологии и комплексы.
9. Светолучевые и светолазерные технологии.
10. Лазерные комплексы специального назначения.

#### ОБЪЕМ СРС И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ РАБОТ В ЧАСАХ

Вид СРС	Количество часов
Работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.	25
Подготовка к проверочным работам	20
Выполнение домашних заданий, подготовка к лабораторным занятиям	18
Итого	63

#### 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

##### а) основная литература:

1. Вакс Е.Д. Практика прецизионной лазерной обработки [Электронный ресурс]/ Вакс Е.Д., Миленский М.Н., Сапрыкин Л.Г.— Электрон. текстовые данные.— М.: Техносфера, 2013.— 710 с <http://www.iprbookshop.ru/26901.html>

2. Электронное издание на основе: Технология и оборудование лазерной обработки : метод. указания к лабораторным работам по курсу "Технология лазерной обработки" : в 2 ч. Ч. 2 / Б. М. Федоров, Н. А. Смирнова. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. - 32, [4] с. - ISBN 978-5-7038-3831-0. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785703838310.html>

3. Введение в фемтонанопонику. Фундаментальные основы и лазерные методы управляемого получения и диагностики наноструктурированных материалов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ С.М. Аракелян [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Логос, 2015.— 744 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/40504>

##### б) дополнительная литература:

1. Основы технологии сварки: учебное пособие. [Электронный ресурс] / Федосов С. А., Оськин И. Э. - М.: Машиностроение, 2011. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785942755706.html>

2. Малов И.Е. Лазерные технологии в электронном машиностроении [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Малов И.Е., Шиганов И.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2008.— 24 с. [http://www.studentlibrary.ru/book/bauman\\_0043.html](http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0043.html)

3. Волоконные технологические лазеры [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / Ю. В. Голубенко, А. В. Богданов, Ю. В. Иванов, Р. С. Третьяков. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. [http://www.studentlibrary.ru/book/bauman\\_0153.html](http://www.studentlibrary.ru/book/bauman_0153.html)

4. Григорьянц Александр Григорьевич. Технологические процессы лазерной обработки: учебное пособие для вузов по специальности "Машины и технология высокоэффективных процессов обработки материалов" направления "Машиностроительные технологии и оборудование" / А. Г. Григорьянц, И. Н. Шиганов, А. И. Мисюров; под ред. А. Г. Григорьянца.— Изд. 2-е, стер. — Москва: Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (МГТУ), 2008.— 663 с.: ил., табл. — Библиогр.: с. 662-663.— ISBN 978-5-7038-2701-7. (Библиотека ВлГУ – 25 экз.)

**в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

1. Электронный каталог ВлГУ <http://index.lib.vlsu.ru/cgi-bin/zgate.exe?Init+test.xml,simple.xsl+rus> ;
2. Внутривузовские издания ВлГУ <http://e.lib.vlsu.ru/> ;
3. «Библиотех» <https://vlsu.bibliotech.ru/> ;
4. «ЭБС издательства ЛАНЬ» <http://e.lanbook.com/> ;
5. «Консультант Студента» [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru) .
6. **Лазерный технологический центр** (<http://www.lasercomp.ru/>)
7. Российские лазерные системы (<http://ruslaser.com/>)
8. Лазер Мастер Групп (<http://www.lazer-master-group.ru>)
9. Цзинаньское лазерное оборудование с ЧПУ 'JinQiang' (<http://www.jqlaser.ru>)

**г) периодические издания**

1. Журнал «Вестник Российской академии наук»
2. Журнал «Автоматизация. Современные технологии»
3. Журнал «Автоматизация в промышленности»
4. Журнал «Цифровая обработка сигналов»
5. Журнал «Успехи физических наук»
6. Журнал «Технология машиностроения»

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Лекционные аудитории, оснащённые доской (для мела или маркера), экраном для проекционных систем, проектором и ноутбуком.

Аудитории для проведения лабораторных занятий по лазерным технологиям, оснащённые современными лазерными установками.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 12.04.05 Лазерная техника и лазерные технологии по программе подготовки: «Твердотельные и полупроводниковые лазерные системы»

Рабочую программу составил Евстониин Г.А.

(ФИО, подпись)

Рецензент (представитель работодателя)

(место работы, должность, ФИО, подпись)

кафедра физики ФГБОУ ВО "ТГУ" г. Томск

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФизИМ

Протокол № 5а от 22.12.15 года

Заведующий кафедрой

Аракелян С.М.

(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 12.04.05 Лазерная техника и лазерные технологии по программе подготовки: «Твердотельные и полупроводниковые лазерные системы»

Протокол № 5а от 22.12.15 года

Председатель комиссии

Аракелян С.М.

(ФИО, подпись)

### ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Рабочая программа одобрена на 2016-2017 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 31.07.2016 года

Заведующий кафедрой

Рабочая программа одобрена на 2017-18 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.17 года

Заведующий кафедрой

Рабочая программа одобрена на 2018-19 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 03.09.18 года

Заведующий кафедрой