

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 УМР  
 А.А.Панфилов

« 23 » *декабрь* 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ МОДУЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ ЛАЗЕРНЫМИ**  
**СИСТЕМАМИ**  
 (наименование дисциплины)

Направление подготовки 12.04.05 «Лазерная техника и лазерные технологии»

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 промежуточного контроля (экз./зачет)
3	5/180	18	18	36	72	Экзамен 36 час.
Итого	5/180	18	18	36	72	Экзамен 36 час.

Владимир 2015

*Лис*

## **ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целями освоения дисциплины «Проектирование электронных модулей управления лазерными системами» являются приобретение студентами теоретических и практических знаний и навыков конструкторско-технологического проектирования электронных модулей управления (ЭМУ) различного уровня сложности, необходимых при создании современных средств управления лазерными системами.

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

Дисциплина «Проектирование электронных модулей управления лазерными системами» в учебном плане находится в цикле специализированного обучения в вариативной части ОПОП дисциплин по выбору и является одной из дисциплин, формирующих профессиональные знания и навыки, необходимые магистрам по направлению подготовки 12.04.05 «Лазерная техника и лазерные технологии».

Изучение дисциплины основано на знаниях, приобретенных обучающимися при освоении предшествующих дисциплин учебного плана:

История и методология лазерной техники и лазерных технологий; Информационные технологии в лазерной технике и лазерных технологиях; Менеджмент качества в лазерной технике и лазерных технологиях; Современные материалы для оптики и лазерной техники; Основы конструирования лазерных технологических комплексов, а также знаниях, полученных при прохождении технологической практики.

Основные положения дисциплины «Проектирование электронных модулей управления лазерными системами» используются при изучении следующих дисциплин:

Основы современных технологий производства лазерной техники; Проектирование систем транспортировки и наведения лазерного излучения, а также при прохождении учебной и преддипломной практики и выполнении научно-исследовательской и выпускной квалификационной работы.

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

В процессе освоения дисциплины «Проектирование электронных модулей управления лазерными системами» у обучающегося формируются профессиональные компетенции:

ДПК-6, готовность проектировать электронные модули управления лазерными системами;

ПК-4, 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.

В результате освоения дисциплины «Проектирование электронных модулей управления лазерными системами» обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

1) Знать:

- структуру, функциональные блоки и составные части приборов и систем лазерной техники (ПК-4);

- современную элементную базу электронных модулей управления лазерными системами и тенденции ее развития (ДПК-6);

- этапы жизненного цикла приборов и систем лазерной техники (ПК-4);

- уровни конструктивной иерархии приборов и систем лазерной техники (ПК-4);

- этапы и стадии проектирования электронных модулей управления лазерными системами (ДПК-6).

2) Уметь:

- анализировать конструкторскую документацию и определять физические принципы действия приборов и систем лазерной техники (ПК-4);

- анализировать структурные и разрабатывать функциональные схемы электронных модулей управления лазерными системами (ДПК-6);

- использовать нормативно-техническую документацию в проектной деятельности (ПК-4);

- классифицировать внешние воздействующие факторы, влияющие на конструкцию электронных модулей управления лазерными системами (ДПК-6).

3) Владеть:

- методами и средствами эскизного и технического проектирования электронных модулей управления лазерными системами (ДПК-6);

- современными средствами информационно-программного обеспечения процессов проектирования приборов и систем лазерной техники (ПК-4);

- способами защиты электронных модулей управления лазерными системами от влияния внешних воздействующих факторов (ДПК-6).

### 3. 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	Семинары	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	Введение. Классификация и структура ЭМУ	3	1	2	-	-	-	-	4	-	1/50	Реферат (1-6 недели)
2	Этапы жизненного цикла и факторы, определяющие проектирование ЭМУ	3	2-3	2	-	-	-	-	8	-	1/50	
3	Компоновка ЭМУ	3	4-5	2	-	-	-	-	4	-	1/50	

4	Общие конструктивные и эксплуатационные требования	3	6	2	-	2	-	-	8	-	1/25	
5	Проектирование ЭМУ с печатным монтажом	3	7 - 11	2	-	6	-	-	16	-	4/50	Реферат (7-11 недели)
6	Проектирование элементов несущих конструкций ЭМУ	3	12 - 15	2	-	4	6	-	12	-	6/50	Отчеты лаб. работ (12-15 недели)
7	Защита конструкции ЭМУ: тепловая, пылевлаго- и виброзащита; защита от ЭМИ	3	16 - 17	4	-	4	8	-	12	-	6/37,5	Отчеты лаб. работ (16-17 недели). Реферат (12-17 недели)
8	Проектирование ЭМУ с учетом требований эргономики и технического дизайна	3	18	2	-	2	4	-	8	-	4/50	Отчеты лаб. работ (18 недели)
Всего		-	-	18	-	18	18	-	72	-	20/44,4	Экзамен (36 часов)

#### 4. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При проведении лекционных занятий применяется традиционный подход, заключающийся в последовательном изучении разделов дисциплины и в изложении лектором содержания учебного материала текущей лекции, начиная с определения темы лекции и плана лекционного занятия, а также с формулировки цели лекции и перечня рассматриваемых вопросов (задач).

Занятия практической направленности проводятся в интерактивной форме с целью развития у студентов профессиональных компетенций ДПК-6 и ПК-4. В ходе лекционно-семинарских, лабораторных и практических занятий у студентов формируются и закрепляются способности к объективно-критическому творческому суждению по вопросам изучаемой дисциплины за счет краткого периодического опроса лектором учащихся по учебному материалу предыдущих занятий, за счет побуждения учащихся к дискуссии по текущему учебному материалу и за счет предоставления учащимся возможности выработки умозаключений, опираясь на собственные знания, полученные в результате самостоятельной работы.

На практических и лабораторных занятиях в составе студенческих рабочих подгрупп проводится изучение основополагающих расчетно-аналитических методов проектирования ЭМУ в полном соответствии с требованиями нормативно-технических документов, а также при заслушивании сообщений каждого из студентов на заданную тему реферата в форме научного доклада с демонстрацией презентации и выработкой всеми учащимися коллективного заключения по изложенному материалу. Темы научных сообщений учащихся находятся в полном соответствии с направлениями самостоятельной работы студентов, тематикой лекционного материала, вопросами текущего рейтинг-контроля, содержанием лабораторного практикума и перечнем экзаменационных вопросов. Преподаватель организует проведение занятий в форме секционных научных заседаний с регистрацией вопросов, характеризующих творческую активность студентов, что является одним из необходимых условий успешного прохождения студентами

текущего рейтинг-контроля успеваемости. При проведении лекционно-практических занятий применяются информационно-коммуникационные и мультимедиа-технологии для мониторинга текущей успеваемости и контроля знаний студентов, а также отображения презентаций, тестовых заданий и демонстрационных видеороликов посредством проекционных средств и мониторов ПК ЭВМ. Не менее 40% аудиторных занятий проводится в интерактивной форме.

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

**Текущий контроль** успеваемости студентов является распределённым во времени семестра и основывается на оценке следующих составляющих:

1. Выполнение студентом лабораторных работ и подготовка индивидуальных отчетов; защита результатов лабораторных исследований.

2. Выполнение студентом индивидуальных заданий практической и самостоятельной работы; подготовка реферата, презентации и доклада. Выступление студента с индивидуальным докладом на секционном заседании и защита результатов выполненного исследования.

3. Участие студентов в обсуждении рефератов и докладов других учащихся на секционных заседаниях в ходе практических занятий.

### Темы рефератов

1) Роль и задачи конструктора при проектировании ячеек, субблоков, блоков, стоек и шкафов управления.

2) Функционально-узловой, каскадно-узловой и схемно-узловой методы проектирования ЭМУ.

3) Классификация ЭМУ по условиям эксплуатации. Стойкость ЭМУ к воздействию жестких электромагнитных излучений.

4) Компоновка ЭМУ. Факторы, определяющие компоновку; критерии оптимальности компоновки.

5) Схемы электрическая принципиальная, функциональная и структурная ЭМУ.

6) Общие технические требования к конструкции ЭМУ специального назначения.

7) Печатные и интегральные платы. Разновидности плат по технологии изготовления, конструкции и назначению.

8) Основные требования к печатному монтажу, трассировке и расчету элементов печатного монтажа.

9) Особенности оформления чертежа печатной платы.

10) Основные требования к установке компонентов и элементов функциональной электроники на печатных платах. Особенности оформления сборочных чертежей ячеек на печатных платах.

11) Блоки и ячейки микроэлектронной аппаратуры. Разновидности конструкций и особенности конструирования.

12) Системы охлаждения ЭМУ. Особенности проектирования ЭМУ с естественной и принудительной вентиляцией. Тепловые трубки.

13) Проектирование вибропрочных ячеек ЭМУ. Методы увеличения жесткости конструкции и снижения амплитуды колебаний при вибрациях и ударах.

14) Виброизоляция (амортизация) ЭМУ. Основные характеристики виброизоляторов и принципы их действия.

15) Экранирование электрического и магнитного полей. Конструкции электрических и магнитных экранов.

- 16) Виды помех и паразитных связей в проводниках, искажение сигналов, требования к линиям связи.
- 17) Индуктивные и кондуктивные паразитные связи элементов печатного монтажа.
- 18) Общие методы влагозащиты. Герметизация ЭМУ.

#### Рейтинг-контроль №1

Проводится в письменной форме.

Список заданий:

1. Функционально-узловой (модульный) метод конструирования электронных средств (ЭС).
2. Задачи конструктора при проектировании ячеек, блоков, приборов и устройств ЭС.
3. Классификация ЭС по условиям эксплуатации.
4. Компонировка ЭС, определяющие факторы.
5. Методы компоновки и критерии оптимальности.
6. Схемы электрические принципиальные, функциональные и структурные.

#### Рейтинг-контроль №2

Проводится в письменной форме.

Список заданий:

1. Основные характеристики конструктивных и эксплуатационных требований к ЭС.
2. Печатные платы. Разновидности плат по технологии изготовления, конструкции и назначению.
3. Основные требования к элементам печатного монтажа и трассировке.
4. Правила оформления чертежа печатной платы.
5. Особенности установки электрорадиоэлементов (ЭРЭ) и устройств функциональной электроники (УФЭ) на печатные платы.
6. Правила оформления сборочных чертежей изделий на печатных платах.
7. Субблоки, блоки и ячейки современной микросхеменной аппаратуры. Разновидности конструкций.

#### Рейтинг-контроль №3

Проводится в письменной форме.

Список заданий:

1. Системы охлаждения ЭС; особенности применения средств естественной и принудительной вентиляции.
2. Проектирование вибропрочных ячеек ЭС. Методы увеличения жесткости конструкции и снижения амплитуды виброколебаний.
3. Виброизоляция (амортизация) ЭС. Характеристики виброизоляторов и принципы их действия.
4. Экранирование электрического и магнитного поля. Конструкции электрических и магнитных экранов.
5. Виды помех и паразитных связей в ЭМУ, искажение сигналов; требования к линиям связи.
6. Индуктивные и кондуктивные паразитные связи элементов печатного монтажа.
7. Методы влагозащиты и герметизации ЭС.

**Промежуточная аттестация** проходит в форме экзамена. Вопросы экзамена охватывают всю тематику, рассмотренную в ходе проведения лекционных, практических и лабораторных занятий в течение семестра.

#### Вопросы к экзамену:

(экзамен проводится в письменной форме)

1. Структура и назначение электронных средств. Типовая структура средств фотоники и оптроники.
2. Поколения и составные части электронных средств.
3. Этапы жизненного цикла электронных средств.
4. Пути совершенствования электронных средств, основополагающих параметров и характеристик. Определяющие факторы развития конструкций, методы конструирования.
5. Признаки системности конструкции электронных средств. Уровни входимости конструкции.
6. Функционально-узловой, каскадно-узловой и схемно-узловой методы конструирования электронных средств. Роль и задачи конструктора при проектировании ячеек, блоков, стоек и устройств.
7. Компоновка электронных средств, определяющие факторы. Методы компоновки и критерии оптимальности.
8. Исходные данные процесса конструирования электронных средств. Схема электрическая принципиальная, функциональная и структурная.
9. Соотношение понятий проектирование и конструирование электронных средств. Задачи, цели и техническое задание на проектирование. Средства проектирования.
10. Технологичность конструкции электронных средств и электромагнитная совместимость. Основные понятия и требования.
11. Коммуникационные основания в виде печатных и интегральных плат. Разновидности плат по технологии изготовления, конструкции и назначению. Особенности конструкций по классам точности и плотности. Многослойные печатные платы.
12. Основные требования к проектированию печатного монтажа, особенности трассировки и расчета элементов печатного монтажа.
13. Основные требования к установке ЭРЭ и УФЭ на печатные платы. Особенности оформления чертежа печатной платы и сборочных чертежей ЭМУ на печатных платах.
14. Пульты управления и лицевые панели электронных средств. Основные требования компоновки. Способы нанесения надписей и шкал на лицевых панелях.
15. Основные способы охлаждения электронных средств. Законы охлаждения и классификации теплоотводов.
16. Методы интенсификации локального охлаждения электронных средств. Элементы локального охлаждения и особенности их проектирования. Тепловые трубки.
17. Общие системы охлаждения электронных средств. Особенности проектирования естественной и принудительной вентиляции ЭМУ. Схемы компоновок стоек управления.
18. Внешние механические воздействия на ЭМУ: вибрации и удары. Их характеристики и влияние на элементы конструкции и компоненты. Конструкторские способы уменьшения упругой и пластической деформации элементов.
19. Проектирование вибропрочных ячеек электронных средств. Конструктивные методы увеличения жесткости и уменьшения амплитуд колебаний при вибрациях. Виброизоляция (амортизация) электронных средств. Основные характеристики виброизоляторов и принципы их действия.
20. Электромагнитная совместимость электронных средств. Источники и приемники помех, виды паразитных связей и наводок. Экранирование электрического и магнитного полей. Электрические и магнитные экраны.
21. Экранирование проводов и кабелей электронных средств. Особенности конструирования и монтажа помехонесущих и чувствительных к помехе электрических цепей. Перекрестные помехи в элементах электрического монтажа. Виды помех и паразитных связей, искажение сигнала, требования к линиям связи.
22. Емкостные связи элементов печатного монтажа. Взаимоиндуктивные, индуктивные и кондуктивные паразитные связи элементов печатного монтажа.



23. Основные требования к проектированию печатных проводников сигнальных цепей. Разновидности конструкции и особенности исполнения шин питания и заземления.

24. Воздействие атмосферных осадков и влажности на электронные средства. Общие методы влагозащиты. Герметизация электронных средств. Проектирование разъемных уплотнительных соединений.

25. Особенности герметизации корпусов с подвижными и вращаемыми элементами управления. Элементы электрических соединений для неразъемного и разъемного внешнего электрического монтажа.

### **Самостоятельная работа студентов (контроль освоения разделов дисциплины)**

Целью самостоятельной работы студентов является освоение разделов дисциплины, дополняющих материалы лекционного курса. Контроль выполнения самостоятельной работы осуществляется при защите отчетов по лабораторным работам, в ходе практических занятий, при подготовке реферата и при проведении рейтинг-контроля.

### **Направления самостоятельной работы**

- 1) История развития конструкций ЭС.
- 2) Функционально-узловой (модульный) метод конструирования ЭС.
- 3) Классификация ЭС по условиям эксплуатации.
- 4) Схема электрическая принципиальная и функциональная.
- 5) Технологичность конструкции ЭС.
- 6) Разновидности печатных плат по технологии изготовления.
- 7) Трассировка и расчет элементов печатного монтажа.
- 8) Требования к установке ЭРЭ и УФЭ на печатные платы.
- 9) Разновидности конструкций блоков ЭС.
- 10) Разновидности конструкций ячеек ЭС.
- 11) Пульты управления и лицевые панели ЭС.
- 12) Методы интенсификации локального охлаждения ЭС.
- 13) Общие системы охлаждения ЭС: особенности проектирования средств естественной и принудительной вентиляции.
- 14) Вибрации, удары и их влияние на элементы ЭС и коммуникационные основания.
- 15) Методы увеличения жесткости и снижения амплитуды колебаний вибропрочных ячеек ЭС при вибрациях.
- 16) Источники помех и приемники помех, виды паразитных связей и наводок в ЭС.
- 17) Экранирование электрического и магнитного поля. Электрические и магнитные экраны.
- 18) Экранирование проводов и кабелей ЭС.
- 19) Емкостные связи печатного монтажа.
- 20) Основные требования при проектировании печатных проводников сигнальных цепей.
- 21) Разновидности конструкции и особенности проектирования цепей питания и элементов заземления в ЭС.
- 22) Воздействие атмосферных осадков, влажности на ЭС. Общие методы влагозащиты.
- 23) Герметизация ЭС в разъемных корпусах. Проектирование разъемных уплотнительных соединений.

### Распределение видов самостоятельной работы по разделам дисциплины

Раздел 1-4. Работа с дополнительной литературой (16 ч.). Подготовка реферата (8 ч.).

Раздел 5. Работа с дополнительной литературой (8 ч.); Подготовка реферата (8 ч.)

Раздел 6-7. Работа с дополнительной литературой (16 ч.); Подготовка реферата (8 ч.);

Раздел 8. Работа с дополнительной литературой (8 ч.).

Вопросы для контроля самостоятельной работы учащихся:

- 1) Какие возникают ограничения при конструкторском проектировании ЭМУ?
- 2) Какая информация может являться исходными данными для разработки электронных средств?
- 3) Перечислите разделы, входящие в состав технического задания на проектирование электронных средств.
- 4) Какие критерии выбираются для формирования группы требований по условиям эксплуатации?
- 5) Что такое компоновка электронных средств?
- 6) Что является основной задачей компоновки ЭМУ?
- 7) По каким принципам осуществляется организация элементов управления на лицевых панелях? Приведите примеры.
- 8) Какими основными параметрами характеризуется такой орган чувств оператора, как зрение?
- 9) Каковы общие требования к проектированию отсчетных устройств?
- 10) Что необходимо учитывать при размещении ЭРЭ и УФЭ на печатных платах?
- 11) Каких правил необходимо придерживаться при проектировании контактных площадок для внутрисхемного контроля плат с поверхностным монтажом?
- 12) Какие зоны печатных плат относятся к категории запрещенных для прокладки проводников?
- 13) Как необходимо располагать печатные проводники на печатных платах?
- 14) Как происходит экранирование печатных проводников?
- 15) Что понимают под термином «несущая конструкция»? Какие виды несущих конструкций Вы знаете?
- 16) Перечислите основные решаемые задачи при разработке конструкции блока.
- 17) Какие варианты конструкции блоков, субблоков и панелей Вы знаете?
- 18) Назовите основные достоинства «книжной» схемы компоновки блоков.
- 19) Проведите сравнительный анализ материалов, используемых в конструкциях электронных средств, перечислите достоинства и недостатки этих материалов.
- 20) Назовите характеристики средств влагозащиты электронных средств.
- 21) Назовите основные виды методов герметизации электронных средств.
- 22) Перечислите разновидности систем охлаждения электронных средств.
- 23) Перечислите виды радиаторов охлаждения электронных средств.
- 24) Какие особенности необходимо учитывать при анализе паразитных электромагнитных воздействий на ЭМУ?
- 25) За счет чего осуществляется электростатическое экранирование электронных средств?
- 26) В чем состоит сущность магнитостатического экранирования электронных средств?

## **6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **а) основная литература:**

1. Шеин, А. Б. Методы проектирования электронных устройств [Электронный ресурс] / А. Б. Шеин, Н. М. Лазарева. — Электрон. текстовые данные. — М.: Инфра-Инженерия, 2013. — 456 с.
2. Захаров, Н. П. Оптико-электронные узлы электронно-вычислительных средств, измерительных приборов и устройств автоматики [Электронный ресурс]: учебное пособие

/ Н. П. Захаров, С. П. Тимошенко, Ю. А. Крупнов. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. — 336 с.

3. Юзова, В. А. Основы проектирования электронных средств. Конструирование электронных модулей первого структурного уровня [Электронный ресурс] / В. А. Юзова. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 208 с.

**б) дополнительная литература:**

1. Головицына, М. В. Проектирование радиоэлектронных средств на основе современных информационных технологий [Электронный ресурс]: учебное пособие / М. В. Головицына - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2011. — 503 с.

2. Панков, Л. Н. Основы проектирования электронных средств [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Л. Н. Панков, В. Р. Асланянц, Г. Ф. Долгов, В. В. Евграфов; Владим. гос. ун-т. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2007. – 260 с.

3. Шайдуров, Г. Я. Основы теории и проектирования радиотехнических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г. Я. Шайдуров. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2010. - 283 с.

**в) периодические издания:**

1. Проектирование и технология электронных средств. ISSN 2071-9809.
2. Динамика сложных систем – XXI век. ISSN 1999-7493.
3. Радиотехнические и телекоммуникационные системы. ISSN 2221-2574.

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

1. AltiumDesigner, SolidWorks, MultiSim – комплексная система автоматизированного проектирования электронных средств;

2. КОМПАС-3D – семейство систем автоматизированного проектирования с возможностями оформления проектной и конструкторской документации согласно стандартам серии ЕСКД и СПДС.

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для представления лекционного материала, презентаций и рефератов студентов используется специализированное аудиторное оборудование с экраном для проекционных систем, проектором и ноутбуком.

Лабораторные и практические занятия проводятся в компьютерных классах и лабораториях, оснащенных необходимыми средствами технического и программного обеспечения.

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

Рабочую программу составил профессор кафедры ФиПМ, д.т.н. Н.Н. Давыдов

(ФИО, подпись)



Рецензент

(представитель работодателя)

Андрей В. Спирин, Инженер - технолог, кафедра ФКП "ИИИ Водра"  
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Андреев А.А.

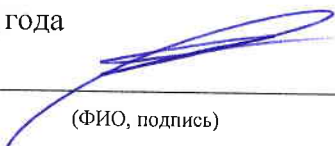
Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФиПМ

Протокол № 5А от 22.12.15 года

Заведующий кафедрой

Аракелян С.М.

(ФИО, подпись)



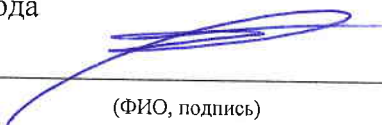
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 12.04.05 Лазерная техника и лазерные технологии и программе подготовки "Твердотельные и полупроводниковые лазерные системы"

Протокол № 5А от 22.12.15 года

Председатель комиссии

Аракелян С.М.

(ФИО, подпись)



### ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Рабочая программа одобрена на 18-19 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 03.09.18 года

Заведующий кафедрой

С.М. Аракелян

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_